

# Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV

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

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

## RIVO Rapport

Nummer: C054/03

Eindrapport EVA II (Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase)

## Deelproject H2: Evaluatie van de geschatte omvang en ligging van kokkelbestanden in de Waddenzee, Ooster- en Westerschelde

Pauline Kamermans, Joke Kesteloo en Divera Baars

Opdrachtgever:	Alterra Postbus 167 1790 AD Den Burg, Texel
Project nummer:	3011219102
Contract nummer:	02.042
Akkoord:	A.C. Smaal Hoofd Centrum voor Schelpdieronderzoek
Handtekening:	_____
Datum:	oktober 2003
Aantal exemplaren:	10
Aantal pagina's:	87
Aantal tabellen:	15
Aantal figuren:	32
Aantal bijlagen:	3

In verband met de Directie van het RIVO is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de zelfstandig van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van het RIVO; opdrachtgever vrijwaart het RIVO van aanspraken van Stichting DLO, waartoe tevens behoort, maken wij sinds 1 juni 1999 geen deel meer uit van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Wij zijn geregistreerd in het Handelsregister Amsterdam nr. 34135929 BTW nr. NL 808932184B09.

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 .....	6
2. Kokkelbestandsopnamen .....	9
2.1. Monsternamenmethode RIVO bestandsopnamen .....	9
2.3. Inventarisaties door de sector in de Waddenzee .....	17
2.3.1. Materiaal en methode .....	17
2.3.2. Resultaten en discussie .....	18
3. Extrapolatie van bestandsopnames in het voorjaar naar bestandsgroottes in het najaar	20
3.1. Ruimtelijke en temporele dynamiek in kokkelbestanden .....	20
3.2. Beschrijving van huidige methode .....	20
3.3. Evaluatie van huidige methode .....	24
3.3.1. Materiaal en methode .....	24
3.3.2. Resultaten en discussie .....	33
4. Mogelijkheden voor alternatieve extrapolatiemethoden .....	48
4.1. Groei en sterfte .....	48
4.2. Materiaal en methode .....	48
4.2.1. Gebruik begin-gewicht bij schatten van groei .....	48
4.2.2. Gebruik beginbestand voor schatten van groei .....	56
4.2.3. Gecombineerde methode voor schatten van groei .....	63
4.3. Resultaten en discussie .....	64
4.4. Consequenties van alternatieve extrapolatiemethode .....	67
4.4.1. Materiaal en methode .....	67
4.4.2. Resultaten en discussie .....	67
5. Conclusies en aanbevelingen .....	73
5.1. Conclusies .....	73
5.2. Aanbevelingen .....	74

Literatuur .....	76
Bijlage A. Inventarisaties door de sector in de Waddenzee .....	78
Bijlage B. Berekening bestand op 1 september voor EVA II deelprojecten .....	79
B.1. Materiaal en methode .....	79
B.2. Resultaten en discussie .....	80
Bijlage C. Evaluatie auditcommissie .....	82

## Samenvatting

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

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

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

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

een systematische afwijking van de bemonsterde waarden. Er zijn geen aanwijzingen dat de sterfte systematisch wordt onderschat of overschat. De groei wordt overschat met de huidige methode.

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

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

# 1. Inleiding

In 2000 is de evaluatie structuurnota fase II van start gegaan. In het kader hiervan is informatie nodig over de omvang van het kokkelbestand in Waddenzee en Zeeuwse Delta en de dynamiek in tijd en ruimte. Daarbij zijn vragen aan de orde over karakteristieken van kokkelvoorkomens, een omschrijving van kokkelbanken, de factoren die invloed hebben op vestiging en ontwikkeling van kokkelpopulaties, de relatie tussen kokkelvoorkomens en andere habitats, de beschikbaarheid van kokkels voor vogels en visserij en de invloed van kokkelvisserij op dit geheel. Deelproject H “Dynamiek Kokkelbestanden” behandelt deze vragen en bestaat uit vier onderdelen:

H1 Karakteristieken kokkelbank

H2 Bestandsopnamen kokkels (Dit rapport)

H3 Kokkelhabitatkaart (Kater & Brinkman, in prep.)

H4 Invloed van natuurlijke factoren en visserij op dynamiek kokkelpopulaties (Kamermans et al, in prep).

Onderdeel H1 is niet in uitvoering genomen. De andere deelprojecten worden apart gerapporteerd.

Het voorliggende rapport over deelproject H2 gaat over de kwaliteit van de kokkelbestandsopnamen en bestandschattingen.

Ter onderbouwing van het beleid voor de kokkelvisserij in schelpdier-arme jaren wordt sinds 1990 in opdracht van het ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij (LNV) door het RIVO (Nederlands Instituut voor Visserij-onderzoek) jaarlijks het kokkelbestand (*Cerastoderma edule*) in de Oosterschelde, de Westerschelde en de Waddenzee geïnventariseerd. Op basis van de inventarisaties wordt bekeken of er voldoende voedsel voor vogels aanwezig is, waarna al of niet een vergunning wordt afgegeven voor de visserij. Dit beleid is in 1993 vastgelegd in de Structuurnota Zee- en Kustvisserij (LNV, 1993), waarvan de eerste fase in 1998 is geëvalueerd (LNV, 1998). De visserij op kokkels vindt plaats in het najaar. De jaarlijkse kokkelbestandsopnamen vinden plaats rond 1 mei. Hierbij worden in 4 weken tijd ruim 2200 stations bemonsterd. Begin juni wordt de op 1 september te verwachten bestands grootte in de Waddenzee, de Oosterschelde en de Westerschelde doorgegeven aan de opdrachtgever. De omvang van bestanden op 1 september wordt door LNV gebruikt bij het afgeven van vergunningen. De periode tussen oplevering van de getallen in juni en het begin van het visseizoen in augustus/september is nodig voor het afgeven van de vergunning (inclusief 6 weken voor de bezwaarprocedure).

De centrale vraag van deelproject H2 is:

Wat is de kwaliteit van de kokkelbestandsopnamen en bestandschattingen?

In het EVA II project wordt door tien deelprojecten gebruik gemaakt van kokkelbestanden: B1 Voedselreservering scholekster Waddenzee, Rappoldt & Ens, in prep; B2 Voedselreservering eidereend Waddenzee, Ens & Brinkman, in prep; B3 Alternatieve prooien en voedselbeschikbaarheid, Bult & Ens, in prep; C1/3 Verworming, Leopold et al in prep; D2-1 Voedselreservering scholekster Oosterschelde, Ens & Rappoldt, in prep; D2-2 Draagkracht Oosterschelde voor schelpdieren, Geurts van Kessel et al, in prep; F4a Effecten kokkelvisserij op mosselbanken, Aarts et al, in prep; F7 Draagkracht Waddensysteem (Brinkman & Smaal, in prep); H3 Habitatmodel kokkelbanken, Kater & Brinkman, in prep; H4 Invloed van natuurlijke factoren en visserij op dynamiek kokkelpopulaties, Kamermans et al, in prep.

De betrouwbaarheid van de voorjaarsinventarisaties en een vergelijking van de RIVO bestandsopnames van het Balgzand met die van het NIOZ zijn beschreven in het rapport van het deelproject B3. Schattingen van de bestandsgroottes van kokkels op 1 september worden verkregen door extrapolatie van de voorjaarsgegevens. Deze schattingen worden beschreven en geëvalueerd in dit rapport. In project B3 wordt de precisie van de voorjaarsbestandsopnames behandeld en in dit rapport de nauwkeurigheid van de september schattingen. Bij nauwkeurigheid gaat het erom hoe goed het doel bereikt wordt, terwijl bij precisie vooral het verschil tussen de verschillende pogingen zo klein mogelijk moet zijn (Fig. 1.1).

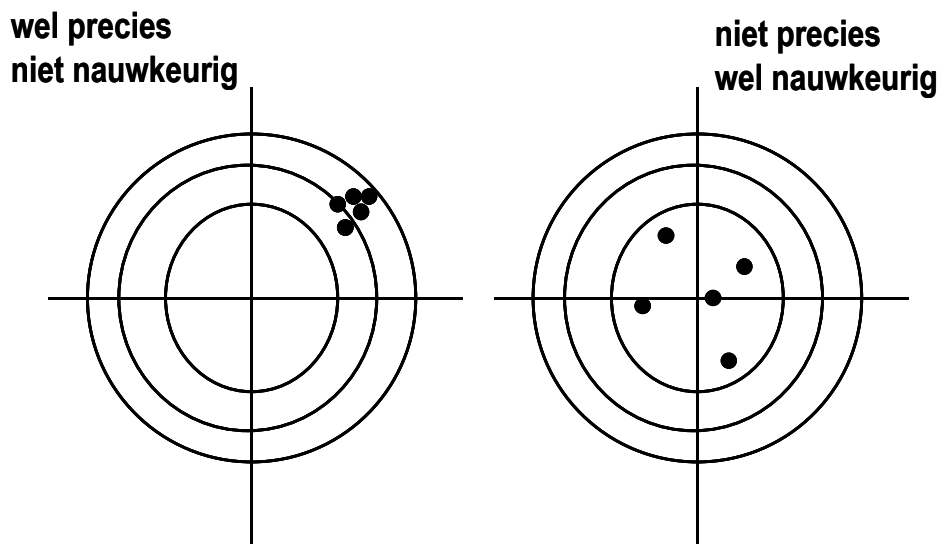


Fig. 1.1. Precisie versus nauwkeurigheid op een schietschijf.

Bestandsschattingen vóór 1990 worden ook gebruikt in sommige projecten. Deze schattingen zijn voor de Waddenzee gebaseerd op een inventarisatie van de gehele Waddenzee in 1980 door De

Vlas (1982) en extrapolaties van Balgzand gegevens van het NIOZ (b.v. Beukema, 1989). De betrouwbaarheid van deze schattingen wordt in dit rapport onderzocht.

Behalve het RIVO voert ook de kokkelsector ieder voorjaar een inventarisatie uit van kokkelbanken in de Waddenzee, Ooster- en Westerschelde. Hierbij worden de gebieden met hoge kokkeldichtheden ingetekend op nautische kaarten. De gegevens van deze kaarten worden gebruikt in een aantal EVA II deelprojecten. Verschillen tussen beide inventarisaties worden behandeld in dit rapport.

De hoofdvraag is opgesplitst in deelvragen:

1. Hoe voert het RIVO kokkelbestandsopnames uit? Dit wordt beschreven in **hoofdstuk 2**.
2. Wat is de nauwkeurigheid van de schatting van het bestand in de Waddenzee in de periode vóórdat het RIVO bestandsopnamen uitvoerde? Dit wordt beschreven in **hoofdstuk 2**.
3. Wat is het verschil en wat zijn de overeenkomsten tussen resultaten uit de inventarisaties die door de kokkelsector worden uitgevoerd en de bestandsopnamen van het RIVO? Dit wordt beschreven in **hoofdstuk 2**.
4. Hoe wordt de extrapolatie van bestandsopnames van het RIVO in het voorjaar naar bestands groottes in het najaar uitgevoerd? Dit wordt beschreven in **hoofdstuk 3**.
5. Hoe goed zijn de schattingen van het bestand op 1 september? In **hoofdstuk 3** worden de schattingen vergeleken met monsternamen rond 1 september.
6. Kan de extrapolatiemethode worden verbeterd? In **hoofdstuk 4** worden pogingen gedaan om te komen tot een alternatieve extrapolatiemethode.
7. Wat voor consequenties heeft een andere methode van extrapolatie voor de bestandsvoorspellingen tot nu toe? Dit komt aan de orde in **hoofdstuk 4**.

In **hoofdstuk 5** worden de conclusies en aanbevelingen gepresenteerd.



## 2. Kokkelbestandsopnamen

### 2.1. Monstername-methode RIVO bestandsopnamen

Voor de bepaling van de kokkelbestanden worden vanaf 1990 ieder voorjaar bestandopnames door het RIVO uitgevoerd. De ligging van de monsterpunten is bepaald volgens een grid-methode. Daarbij is een raster gekozen dat samenvalt met de coördinaten op zeekaarten. Hiervoor is gekozen in verband met het gebruik van elektronische plaatsbepalings-apparatuur (zie Rapport B3, Bult et al, 2003, voor uitgebreidere beschrijving). De monsterpunten liggen op raaien die lopen van noord naar zuid. De raaien in de Oosterschelde en het westelijk deel van de Westerschelde hebben een onderlinge afstand van 0.5 geografische minuut (ca. 560 meter). En in het kokkel-armere oostelijk deel van de Westerschelde is de afstand tussen de raaien 1 geografische minuut (ca. 1110 meter). De afstand tussen de monsterpunten op een raai bedraagt 0.25 geografische minuut (ca. 463 meter). De raaien in de Waddenzee hebben een onderlinge afstand van 2 geografische minuten (ca. 2220 meter). De afstand tussen de monsterpunten op een raai bedraagt 0.25 geografische lengte minuut (ca. 463 meter). Vanaf 1995 wordt in de Waddenzee gewerkt met een gestratificeerde opzet. Hierbij wordt de afstand tussen de monsterpunten kleiner in gebieden waar veel kokkels voorkomen. Bij de opzet van het monsterschema is voor de Waddenzee gebruik gemaakt van de resultaten van een inventarisatie door de kokkelsector direct voorafgaand aan de RIVO-inventarisatie. Het monsterprogramma omvat noord-zuid lopende raaien, waarbij de stratificering betrekking heeft op de afstand tussen de raaien. De onderlinge afstand tussen de monsterpunten op een raai bedraagt 0.25 geografische lengte minuut (ca. 463 meter). Voor kokkels worden drie strata onderscheiden.

- |             |  |
|-------------|--|
| stratum I   | Dit stratum omvat het gedeelte van de Waddenzee waar de kokkelsector in het voorjaar kokkelbanken heeft aangetroffen met dichtheden boven 200 tot 500 kokkels/m <sup>2</sup> . In dit stratum is de afstand tussen de raaien 0.5 geografische breedte minuten (ca. 555 meter). |
| stratum II  | Dit stratum is van toepassing op het gedeelte van de Waddenzee waar kokkels zijn aangetroffen maar nog niet zijn toegewezen aan stratum I. De afstand tussen de bemonsterde raaien is in dit stratum 1 geografische breedte minuut (ca. 1110 meter).                           |
| stratum III | De afstand tussen de raaien in dit stratum is 4 geografische breedte minuten (ca. 4440 meter) en is van toepassing voor het resterende gedeelte van de Waddenzee.  |

Tot 2002 is gebruik gemaakt van de coördinaten in het ED 50 stelsel. In 2002 is overgegaan op WGS84 stelsel. De coördinaten zijn gelijk gebleven. Dit betekent dat de locatie van de stations 0.08 geografische minuut naar het noorden en 0.05 geografische minuut naar het oosten zijn verplaatst (ca. 125 m in noordoostelijke richting).

De bemonstering werd uitgevoerd tijdens hoog water vanaf een vlet of rubberboot met buitenboordmotor. Met een daartoe speciaal ontwikkeld monstertuig zijn per monsterpunt drie monsters genomen die samen een bodemoppervlak van  $0.1 \text{ m}^2$  beslaan (Fig. 2.1). De bemonsteringsdiepte is 7 cm. De drie monsters zijn verder steeds als één monster behandeld. De vangst wordt gezeefd over een maaswijdte van  $2 \times 2 \text{ mm}$ . Het gebruikte monstertuig is vergelijkbaar met het kokkelschepje dat in 1980 gebruikt is door de Vlas (1982). De aangebrachte veranderingen hebben betrekking op het bemonsterde oppervlak en op het afsluitmechanisme. Een deel van de monsterpunten is te voet bezocht en bemonsterd. Redenen daarvoor zijn dat ook de laagwaterperiode efficiënt kan worden benut. Sommige monsterpunten liggen dermate hoog in de getijdzone dat zij alleen maar te voet bemonsterd kunnen worden. Ook hierbij is gebruik gemaakt van elektronische plaatsbepalings-apparatuur (GPS) en zijn per monsterpunt 2 bodemmonsters genomen met behulp van een steekbuis (PVC-ring) met een diameter van 25 centimeter ( $0.1 \text{ m}^2$ ). Vanaf 1998 heeft de bemonstering in de Waddenzee vanaf kokkelschepen plaatsgevonden. Hiervoor is een aangepaste kokkelkor ontwikkeld (Fig. 2.1). Met deze zgn. stempelkor wordt een bodemoppervlak van 2 meter lang en 20 centimeter breed bemonsterd. Per monsterpunt dus  $0.4 \text{ m}^2$ . De kor graaft daarbij 10 centimeter diep. De vangst wordt gezeefd over een maaswijdte van  $5 \times 5 \text{ mm}$ . Uit de verzamelde monsters worden de verschillende jaarklassen kokkels geteld (0-jarig, 1-jarig, 2-jarig of meer-jarig) en het versgewicht (schelp + vlees + water tezamen, dus inclusief zeewater in de schelp) bepaald.

De leeftijdsbepaling van kokkels is lastig. Iedere winter die een kokkel meemaakt levert een groeiring op de schelp, maar niet alle groeiringen zijn even duidelijk. Kokkels laten in de periode april-juni hun eieren en zaadcellen los in het water. Daaruit ontstaan in het water zwevende larven die zich na een paar weken op de bodem vestigen. De bestandsopnamen vinden plaats rond 1 mei. Kokkels zonder groeiring worden dan 0-jarig genoemd. Waarschijnlijk zijn dit kokkels die laat in het jaar daarvoor zijn geboren. Kokkels met 1 groeiring zijn 1-jarig, 2-jarige kokkels hebben 2 groeiringen en alle kokkels met meer groeiringen worden meer-jarig genoemd. In de Westerschelde is de leeftijdsbepaling altijd uitgevoerd door dezelfde persoon. In de Oosterschelde en Waddenzee wordt de leeftijdsbepaling vanaf 1998 door dezelfde personen uitgevoerd. Vóór 1998 hebben veel verschillende mensen meegedaan aan de inventarisaties. Uit tests is gebleken dat soms interpretatieverschillen ontstaan (Kesteloo & van Riet, 2003). Om die reden gaan nu altijd RIVO medewerkers mee tijdens het veldwerk op de Waddenzee en in de Delta worden alle monsters op het RIVO uitgezocht.



*Fig. 2.1. Monstertuigen die worden gebruikt bij de kokkelinventarisatie (links het kockelschepje, rechts de stempelkor).*

## 2.2. Kokkelbestanden in de Waddenzee vóór RIVO bestandsopnamen

Wat is de nauwkeurigheid van de schatting van het bestand in de Waddenzee in de periode vóórdat het RIVO bestandsopnamen uitvoerde? In het kader van de eerste Evaluatie structuurnota zee- en kustvisserij is een overzicht gegeven van het kokkelbestand in de Waddenzee voor de periode 1971 – 1989 (Fig. 2.2 gebaseerd op Stralen en Kesteloo-Hendrikse, 1998). De bestandsschattingen zijn gebaseerd op een inventarisatie van de gehele Waddenzee in 1980 door De Vlas (1982) en extrapolaties van Balgzand gegevens van het NIOZ (b.v. Beukema, 1989). In 1980 zijn 220 stations bemonsterd liggend op 25 raaien verspreid over de Waddenzee (De Vlas, 1982). Op basis van een vergelijking van de gegevens uit 1980 werd aangenomen dat het Balgzand representatief is voor de hele Waddenzee. Voor de jaren vanaf 1971 is geëxtrapoleerd vanuit het Balgzand om een schatting te krijgen voor het hele waddengebied. Bij de extrapolatie is de verhouding tussen het oppervlak van de gehele Waddenzee (1250 km<sup>2</sup>) en het Balgzand (50 km<sup>2</sup>) bepaald. Vervolgens is een factor van 25x (1250/50) gebruikt om het bestand op het Balgzand voor de ontbrekende jaren te verhogen tot het bestand in de gehele Waddenzee.

De vraag is of deze conversie met een vaste factor correct is. Dit kon worden getoetst omdat na 1990 de hele Waddenzee systematisch is bemonsterd. Het kokkelbestand in de Waddenzee uit de RIVO inventarisaties vanaf 1990 is vergeleken met gegevens van het Balgzand. Hierbij is gebruik gemaakt van NIOZ gegevens van het Balgzand die zijn verkregen in het kader van het EVA II deelproject B3 (Alternatieve prooien en voedselbeschikbaarheid) (Bult et al, 2003). De gegevens van het NIOZ zijn aangeleverd in gram as-vrijdrooggewicht (AFDW) per m<sup>2</sup> in maart. Dit is omgerekend naar versgewicht (FW) m.b.v. de volgende conversie voor kokkels in maart:  $AFDW/FW = 0.0234$  (Williams & Ens, 2003). Daarnaast is ook het bestand op het Balgzand uit de voorjaarsinventarisaties (mei) van het RIVO gebruikt. De gemiddelde gewichten per m<sup>2</sup> op het Balgzand van NIOZ en RIVO zijn met 1250.000.000 m<sup>2</sup> vermenigvuldigd om tot het totale bestand op de platen van de Waddenzee te komen (Fig. 2.3).

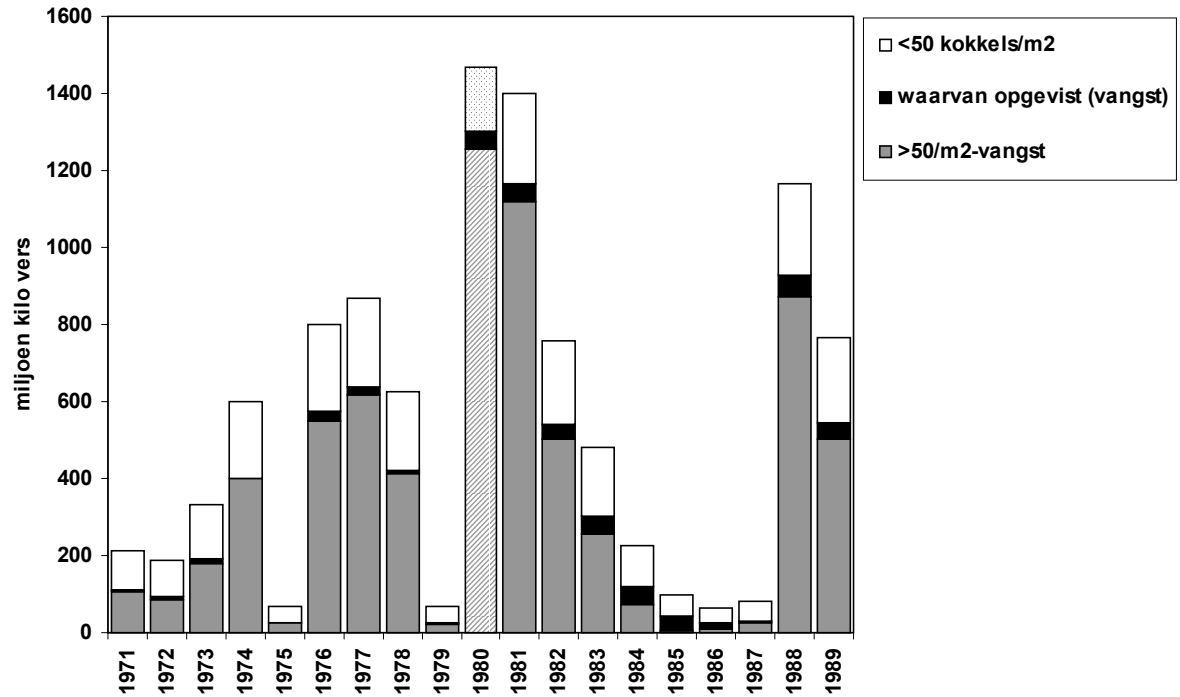


Fig. 2.2. De septemberschatting van de kokkelbiomassa (in miljoen kg versgewicht) in de Waddenzee in de periode 1971-1989. De figuur is samengesteld uit een inventarisatie van de gehele Waddenzee in 1980 en extrapolaties op basis van het bestand op het Balgzand voor de periode 1971-1979 en 1981-1989. Er is onderscheid gemaakt in bestand in bevisbare dichtheden: meer dan 50 kokkels per  $m^2$  (grijs, in 1980 grijs gearceerd); behaalde vangsten: deel van bevisbare bestand dat is opgevist (zwart) en bestand in niet bevisbare dichtheden: 50 kokkels per  $m^2$  en minder (wit, in 1980 gestippeld). Uit Stralen en Kesteloo-Hendrikse (1998)

### Het kokkelbestand in de Waddenzee

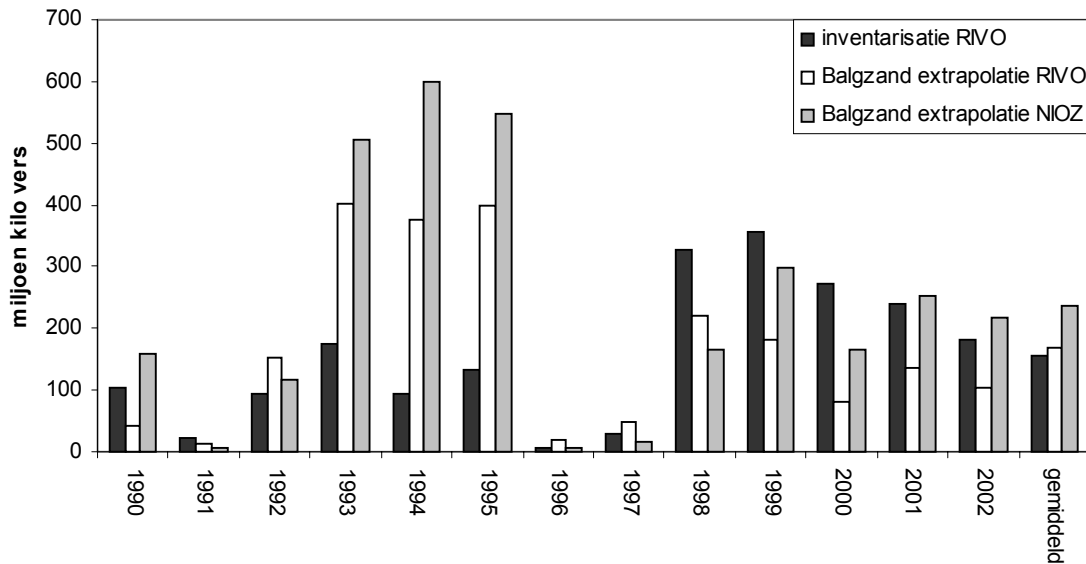


Fig. 2.3. Het kokkelbestand in miljoen kg versgewicht in de Waddenzee uit de voorjaarsinventarisaties van het RIVO (zwarte balken), vergeleken met extrapolaties gebaseerd op het bestand op het Balgzand uit de voorjaarsinventarisatie van het RIVO (witte balken) en de NIOZ bemonsteringen maart (grijze balken).

De correlaties tussen het bestand uit de voorjaarsinventarisatie en de schattingen op basis van het bestand op het Balgzand zijn niet significant (Fig. 2.4; RIVO Balgzand extrapolatie:  $R^2 = 0.25$ ,  $P > 0.05$ ,  $n = 13$ ; NIOZ Balgzand extrapolatie:  $R^2 = 0.26$ ,  $P > 0.05$ ,  $n = 13$ ). De kokkelbestanden op het Balgzand bepaald door het NIOZ zijn meestal hoger dan die bepaald door het RIVO, maar ook hier is geen systematisch verband. Verschillen tussen de Balgzand bestanden van het RIVO en het NIOZ zijn waarschijnlijk het gevolg van de monster tijdstippen (maart versus mei) en locaties van de monsterstations. Op de verschillen tussen beide bemonsteringen wordt nader ingegaan in het EVA II deelproject B3 (Bult et al, in prep.).

In de periode 1993-1995 is het bestand geschat met de extrapolatie factor met RIVO Balgzand gegevens gemiddeld 294% en met de NIOZ Balgzand gegevens gemiddeld 429% van het bestand zoals dat is bepaald tijdens de Waddenzee-brede voorjaarsinventarisatie van het RIVO, maar in de periode 1998-2000 is het juist respectievelijk 51% en 65% (Fig. 2.3). Sinds 1991 is niet meer op het Balgzand gevist. Hierdoor kan het bestand gemiddeld hoger zijn dan in de rest van de Waddenzee.

Het is echter opvallend dat pas vanaf de jaren 1993-1995 het bestand door extrapolatie van het Balgzand sterk wordt overschat en dat latere jaren het verschil veel minder groot is. Er zijn ook andere factoren van belang die verschillen tussen het Balgzand en de rest van de Waddenzee veroorzaken (b.v. ruimtelijke variatie in broedval). In het EVA I onderzoek is de autonome ontwikkeling van het Balgzand al naar voren gekomen (van Stralen & Kesteloo-Hendrikse, 1998). Uit die analyse bleek dat in de periode 1991-1993 de broedval op het Balgzand relatief goed is geweest, wat resulteerde in relatief hoge kokkelbestanden op het Balgzand in de jaren daarna. Waarom deze relatief betere broedval in latere jaren niet optrad is onduidelijk.

Gemiddeld over alle jaren is het bestand dat is geschat met de extrapolatie factor 7% hoger, maar er werd geen systematisch verband tussen het bestand op het Balgzand en in de rest van de Waddenzee gevonden. Behalve 1980 zijn er geen Waddenzee brede gegevens voor de periode 1971-1989. Uit een studie van Beukema (1976) waarbij 99 raaien in de gehele Waddenzee zijn bemonsterd in de periode 1970-1974 blijkt dat het Balgzand relatief rijk was.

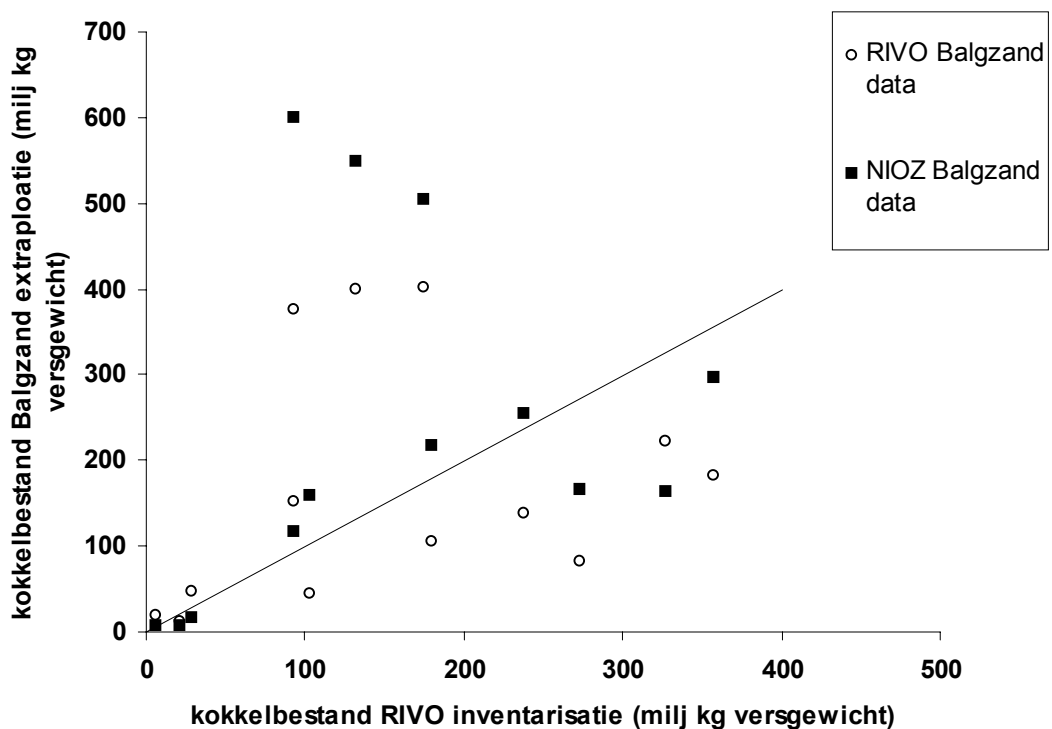


Fig. 2.4. Het kokkelbestand in miljoen kg versgewicht in de Waddenzee uit de voorjaarsinventarisaties van het RIVO vergeleken met extrapolaties gebaseerd op het bestand op het Balgzand uit de voorjaarsinventarisatie van het RIVO en de NIOZ bemonsteringen maart. De lijn  $x=y$  is aangegeven.

De conclusie van de vergelijking is dat het kokkelbestand op het Balgzand onvoldoende representatief is voor de rest van de Waddenzee. Gemiddeld komt de schatting voor de gehele Waddenzee met behulp van het bestand op het Balgzand 7% hoger uit dan de inventarisatie van de gehele Waddenzee met een spreiding van een factor 0.5-4. Er is geen systematisch verband tussen het bestand op het Balgzand en in de rest van de Waddenzee. Hierdoor is de methode die is gebruikt om het kokkelbestand in de Waddenzee voor de periode 1971 – 1979 en 1981-1989 te schatten niet bruikbaar en zijn er dus geen goede gegevens voor deze periode beschikbaar.



## 2.3. Inventarisaties door de sector in de Waddenzee

Zowel gegevens over de locatie van kokkels van de RIVO bestandsopnamen als van kaarten van de sector worden gebruikt in een aantal EVA II deelprojecten. Wat is het verschil en wat zijn de overeenkomsten tussen resultaten uit de inventarisaties die door de kokkelsector worden uitgevoerd en de bestandsopnamen van het RIVO? Ieder voorjaar voert de kokkelsector een inventarisatie uit van kokkelbanken in de Waddenzee, Ooster- en Westerschelde. De vissers lopen met een hand GPS in het veld en geven van een bank op diverse plaatsen aan wat de kokkeldichtheid op bepaalde posities is. De dichtheid wordt bepaald door het aantal kokkels onder een hand te tellen. De posities worden aan boord in de plotter ingevoerd. Aan de hand hiervan worden de gebieden met hoge kokkeldichtheden globaal ingetekend op nautische kaarten. De inventarisatie door de sector vindt direct voorafgaand aan de RIVO-inventarisatie plaats. Bij de planning van het gestratificeerde monsterschema van de RIVO bestandsopname in de Waddenzee wordt gebruik gemaakt van de kaarten van de sector en informatie uit de eigen inventarisatie van het jaar daarvoor. De kaarten van 1998, 1999, 2000, 2001 en 2002 van de Waddenzee zijn gedigitaliseerd door Alterra en worden gebruikt in de EVA II projecten C1/3 (Verworming) en H3 (Habitatmodel Kokkelbanken). Hieronder wordt bepaald wat het verschil is en wat de overeenkomsten zijn tussen resultaten uit de inventarisaties die door de kokkelsector worden uitgevoerd en de bestandsopnamen van het RIVO.

### 2.3.1. Materiaal en methode

Bij de RIVO inventarisatie wordt de gehele Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde bemonsterd, dus ook gebieden met weinig kokkels. Deze inventarisaties zijn gericht op bestanden en niet op kokkelbanken. Bij de huidige vergelijking gaat het alleen om kokkelbanken. In de analyse is voor de RIVO gegevens een grens van  $n > 50 \text{m}^{-2}$  aangehouden voor een bank. Ieder station uit de RIVO bemonstering is representatief voor een bepaald oppervlak. Door de oppervlakten van de stations die aan de dichtheidsgrens voldoen bij elkaar op te tellen kan het oppervlak van een bank worden bepaald.

Om te bepalen of het oppervlak van gedigitaliseerde banken de door de kokkelsector gevonden gedigitaliseerde banken een onder- of overschatting geven t.o.v van het oppervlak kokkelpunten met  $n > 50 \text{m}^{-2}$  uit de RIVO inventarisaties zijn de twee oppervlakten met elkaar vergeleken.

### 2.3.2. Resultaten en discussie

Het totaal oppervlak van de gedigitaliseerde kokkelbanken zoals verkregen door de inventarisatie van kokkelvisserij staat weergegeven in tabel 2.1.

*Tabel 2.1. Totaal oppervlak (ha) van gedigitaliseerde kokkelbanken in de Waddenzee zoals geïnventariseerd door de kokkel sector en verkregen uit de RIVO inventarisatie (kokkelstations  $n > 50 \text{ m}^{-2}$ ), en opgesplitst in de in dat jaar voor de visserij open en gesloten gebied, en het percentage van het oppervlak van de kokkelbanken uit de RIVO inventarisaties dat overeenkomt met het oppervlak van kokkelbanken uit de sector inventarisaties. Bij een waarde onder de 100% geven de sector inventarisaties een lagere schatting dan de RIVO inventarisaties en bij een waarde boven de 100% is dat andersom.*

Jaar	Totaal			Open gebied			Gesloten gebied		
	Oppervlak (ha) sector	Oppervlak (ha) RIVO	% overeenkomst	Oppervlak (ha) sector	Oppervlak (ha) RIVO	% overeenkomst	Oppervlak (ha) sector	Oppervlak (ha) RIVO	% overeenkomst
1998	20834	25285	82	16509	18688	88	4325	6597	66
1999	15283	19509	78	9654	11629	83	5629	7881	71
2000	15583	15325	102	10220	7419	138	5363	7906	68
2001	15610	15992	98	9991	8856	113	5619	7136	79
2002	11914	12991	92	6534	6586	99	5380	6405	84
Gem			90			104			74

Uit tabel 2.1 kan worden opgemaakt dat de gedigitaliseerde kokkelbanken over het algemeen een lagere schatting van het aanwezige kokkelbank oppervlak geven (gemiddeld 90% van het oppervlak van de RIVO inventarisaties). In de open gebieden wordt het oppervlak door de sector zowel overschat als onderschat, maar een gemiddelde schatting van 104% van het oppervlak van de RIVO inventarisaties laat zien dat beide schattingen dicht bij elkaar uitkomen. In de gesloten gebieden komen de schattingen van de sector systematisch onder die van het RIVO uit (gemiddeld 74% van het oppervlak van de RIVO inventarisaties). De sector tekende banken in op plaatsen waar het RIVO daarna geen kokkels aantroef en de RIVO inventarisaties vonden kokkelbanken buiten de door de sector ingetekende banken. Ook worden binnen een sector bank “lege plekken” aangetroffen

(stations met een kokkeldichtheid  $< 50 \text{ m}^{-2}$  in RIVO inventarisatie). In bijlage A wordt hier verder op ingegaan.

Voor een betrouwbare locatie indicatie van kokkelbanken wordt aangeraden om naast de kaarten van de sector ook de RIVO bestandopnamen te gebruiken.

## 3. Extrapolatie van bestandsopnames in het voorjaar naar bestands groottes in het najaar

### 3.1. Ruimtelijke en temporele dynamiek in kokkelbestanden

Het kokkelbestand is een resultante van aanwas (broedval), groei en sterfte. Het bestand vertoont sterke variaties van jaar tot jaar en van locatie tot locatie. Verschillende factoren spelen hierbij een rol. De groei wordt b.v. bepaald door de karakteristieken van het sediment, de hoogte in de getijdzone, het voedselaanbod, intra- en interspecifieke voedselconcurrentie, de temperatuur en het zoutgehalte van het water, en de windrichting en –snelheid. De sterfte wordt b.v. bepaald door predatie (door o.a. vogels en vissers), ziektes, golfslag als gevolg van harde wind, lage wintertemperaturen en hoge zomertemperaturen. Een analyse van de relatie tussen een aantal van deze factoren en het kokkelbestand is onderdeel van EVA II deelprojecten H3 Kokkelkabitatkaarten (Kater & Brinkman, in prep.) en H4 Invloed van natuurlijke factoren en visserij op dynamiek kokkel populaties (Kamermans et al, in prep.).

De overleving van kokkels in de periode van mei tot september vertoont sterke ruimtelijke en temporele fluctuaties. Dit is afhankelijk van omgevingsfactoren zoals temperatuur. Er zou b.v. een verband kunnen bestaan tussen de overleving van kokkels in de zomer en de temperatuur van de winter daar voor. Voor het Balgzand is een positief verband geobserveerd (Dekker & Beukema, ongepubliceerde gegevens). In de Oosterschelde is juist een negatief, maar niet significant, verband gevonden (Kamermans, Kater & Kesteloo, ongepubliceerde gegevens). Naast de temperatuur in de winter kan ook de temperatuur gedurende de zomer effect hebben op de overleving. Dergelijke effecten bemoeilijken het in mei voorspellen van de sterfte voor de daaropvolgende zomer.

Bij het extrapoleren van bestanden naar een ander tijdstip dan de uitgevoerde inventarisatie kunnen de bovengenoemde factoren het geschatte bestand beïnvloeden. De volgende hoofdstukken beschrijven de huidige extrapolatie methode, een evaluatie van deze methode en een voorstel voor nieuw te gebruiken methoden.

### 3.2. Beschrijving van huidige methode

In deze paragraaf wordt de huidige methode beschreven. In paragraaf 3.3. wordt de huidige methode geëvalueerd. De jaarlijkse kokkelbestandsopnames vinden plaats in mei en juni. De omvang van bestanden op 1 september worden door LNV gebruikt bij het afgeven van vergunningen. Er wordt in

het voorjaar geïnventariseerd, vanwege het feit dat LNV een periode van 6 weken in acht moet nemen voor de bezwaarprocedure die hoort bij het afgeven van de vergunning en de tijdsperiode die nodig is voor verwerking van de gegevens. Schattingen van de bestandsgroottes van kokkels op 1 september worden verkregen door extrapolatie van de voorjaarsgegevens. Broedval speelt bij deze extrapolatie geen rol, omdat het broed in de tussenliggende periode valt en vooraf niet bekend is hoe de broedval zal zijn. Bovendien is het broed te klein voor de vogelsoorten waar voedsel voor wordt gereserveerd of voor de visserij (zie EVA II rapportage B3).

Bij de extrapolatie van bestanden in de Oosterschelde, Westerschelde en Waddenzee is tot nu toe uitgegaan van gegevens over de groei en sterfte tussen mei en september gebaseerd op een studie van Twisk (1990) naar kokkels in de Oosterschelde. In de periode 1984 tot 1988 zijn door DGW (nu RIKZ) kokkels verzameld op 6 locaties in de Oosterschelde (Fig. 3.1). Tweewekelijks tot maandelijks werden per locatie ten minste 100 kokkels bemonsterd. Leeftijd en lengte werden bepaald. De gemiddelde lengte van alle kokkels per leeftijdsklasse in mei en september staan in tabel 3.1. Deze lengtes zijn omgerekend naar versgewicht m.b.v. de volgende formule uit van Stralen (1990):

$$\text{versgewicht in mg} = 0.6162 * (\text{lengte in mm})^{2.9582} \quad (\text{formule 1})$$

Het percentage toename in gewicht is hieruit berekend (Tabel 3.1). Hierbij wordt voor in mei gevonden nuljarige kokkels dezelfde toename als voor éénjarigen gebruikt en voor meerjarige kokkels wordt het gemiddelde van tweejarige en driejarige kokkels genomen. Bij de schattingen van de bestandsgroottes op 1 september is uitgegaan van gegevens over de gemiddelde groei per leeftijdsklasse tussen 1 mei en 1 september zoals in tabel 3.1 is aangegeven. Bij de berekening is gecorrigeerd voor monsternamen op een andere dag dan 1 mei door uit te gaan van een lineaire groei in de periode 1 mei tot 1 september.

Twisk (1990) heeft ook de afname van het aantal één- en meerjarige kokkels tezamen in de periode mei tot september bepaald. Dit betreft in het totaal 23 bepalingen in de jaren 1984 tot en met 1988 op 1 tot 6 locaties per jaar. Dit leverde een gemiddelde sterfte van 28% voor de periode van 1 mei tot 1 september (Tabel 3.1).

Voor de in mei als nuljarigen aangemerkte kokkels (waarschijnlijk late broedval van jaar daarvoor) wordt ervan uitgegaan dat in het najaar 25% interessant is voor vogels en vissers (Tabel 3.1). De keuze van dit percentage komt voort uit aannames dat voor deze leeftijdscategorie de sterfte van mei tot september 50% bedraagt en dat van de overgebleven 50% de helft van deze nuljarige kokkels zo klein blijft dat niet groot genoeg zal zijn om als voedsel te dienen voor vogels dan wel bij bevissing weer overboord zullen spoelen (van Stralen & Kesteloo-Hendrikse, 1991).

Het bestand op 1 september wordt met de volgende formule berekend:

$$\text{Bestand} = \Sigma (\text{Bsept} * \text{Opp}) \quad (\text{formule 2a})$$

$B_{\text{sept}}$  = Biomassa (versgewicht) per monsterstation per  $\text{m}^2$  op 1 september

Opp = het oppervlakte waar dat betreffende station representatief voor is.

De biomassa per monsterstation per  $\text{m}^2$  op 1 september wordt als volgt berekend:

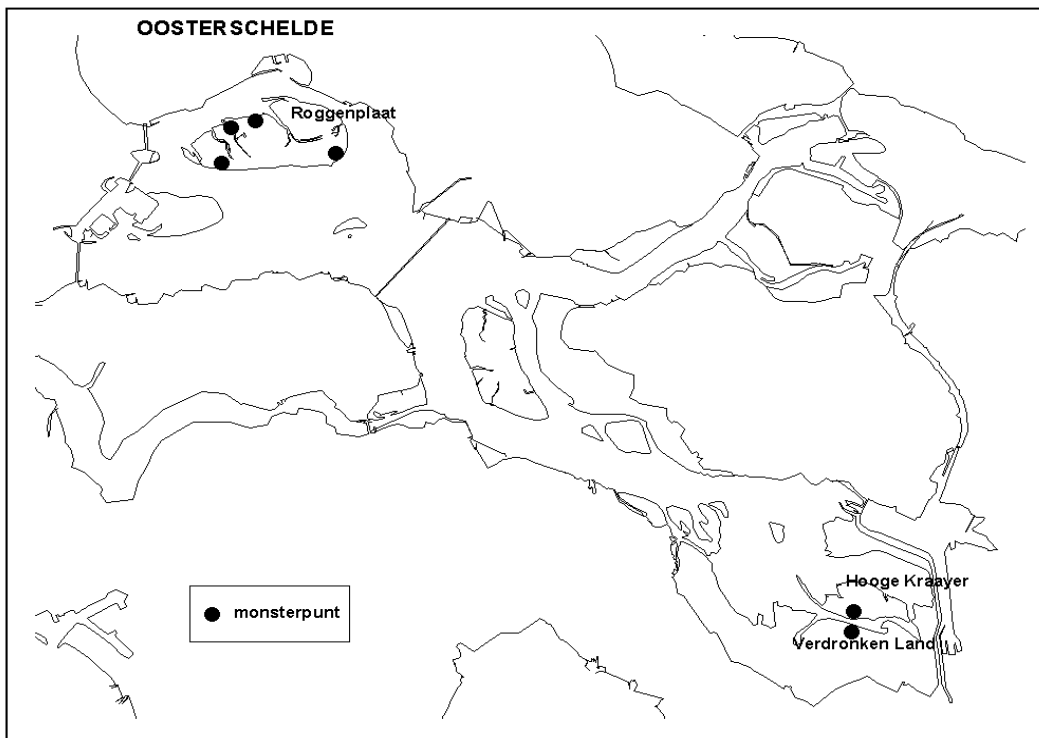
$$B_{\text{sept}} = B_{\text{mei}} (ab)^d \quad (\text{formule 2b})$$

$B_{\text{mei}}$  = Biomassa (versgewicht) per  $\text{m}^2$  op bemonsteringsdatum in het voorjaar

a = factor voor dagelijkse sterfte, afhankelijk van leeftijd (gebaseerd op tabel 3.1)

b = factor voor dagelijkse groei, afhankelijk van leeftijd (gebaseerd op tabel 3.1)

d = aantal dagen tussen bemonsteringsdatum en 1 september



Figuur 3.1. Monsterlocaties van onderzoek Twisk (1990).

Tabel 3.1. Groei en sterfte van kokkels tussen 1 mei en 1 september. Gemeten schelp lengtes en sterfte percentages van één, twee en driejarige kokkels uit Twisk (1990) en volgens van Stralen (1990) berekende versgewichten. Voor de in mei aangetroffen nuljarige kokkels wordt ervan uitgegaan dat de groei gelijk is aan éénjarigen (\*) en de sterfte 75% (= 50% sterfte en van de overgebleven 50% is 50% te klein om opgevisst of gegeten te worden) is (\*\*\*). De groei van meerjarige kokkels is het gemiddelde van twee- en driejarigen (\*\*).

GROEI	MEI	SEP	MEI	SEP	TOENAME
	LENGTE	LENGTE	GEWICHT	GEWICHT	GEWICHT
	[mm]	[mm]	[mg]	[mg]	[%]
Nuljarig					530*
Éénjarig	13.15	23.11	1258	6670	530
Tweejarig	21.02	25.59	5039	9017	179
Driejarig	25.68	30.49	9111	15141	166
Meerjarig					173**
STERFTE	GEMIDD.				
	[%]				
Nuljarig	75***				
Éénjarig	28				
Tweejarig	28				
Meerjarig	28				

### 3.3. Evaluatie van huidige methode

In 1996 (Oosterschelde) en 1997 (Waddenzee) zijn de bestandsschattingen geëvalueerd met herbemonsteringen. De schatting week niet erg af van het gevonden bestand. De resultaten worden hieronder gepresenteerd. In 1991 is door het RIVO onderzoek opgezet naar de ontwikkeling van kokkelbestanden in de Oosterschelde en Westerschelde. Deze gegevens zijn in het verleden vergeleken met de bestandsopnamen. Voor de Oosterschelde kwam hieruit het beeld naar voren dat de onderzoekslocaties niet representatief leken voor het totale bestand. Later is echter gebleken dat dit werd veroorzaakt door een technisch probleem: een verkeerde leeftijdsbepaling van kokkels in de inventarisaties (Kesteloo & van Riet, 2003). In EVA II kader is besloten om het aantal jaar dat een herbemonstering heeft plaatsgevonden uit te breiden en de vergelijking met de onderzoeksgegevens naar de ontwikkeling van kokkelbestanden in de Oosterschelde en Westerschelde opnieuw uit te voeren. Bovendien zijn groei en sterfte van kokkels vergeleken met gegevens van andere instituten.

#### 3.3.1. Materiaal en methode

Ten behoeve van een evaluatie van de extrapolatie methode zijn in 1996, 1997, 2000, 2001 en 2002 een aantal gebieden herbemonsterd rond 1 september. Deze herbemonsteringen hebben tot doel de gebruikte extrapolaties naar 1 september te controleren. Naast de herbemonsteringen zijn ook andere gegevens gebruikt om de methode van bestandsschatting te evalueren. Sinds 1991 vindt onderzoek plaats naar de groei en sterfte van kokkels op een aantal vaste plaatsen (vakken) in de Oosterschelde en de Westerschelde. Daarnaast zijn in 1996, 1997, 1998 en 1999 in de maanden september tot december najaarinventarisaties na de visserij uitgevoerd. Deze inventarisaties hebben tot doel de broedval van kokkels te inventariseren, maar geven ook informatie over de groei en sterfte van oudere kokkels. En tenslotte wordt door het RIKZ, het NIOZ en in het verleden het RIZA onderzoek verricht aan kokkels in de Waddenzee. Tabel 3.2 geeft een overzicht van de gegevens die gebruikt zijn voor het evalueren van schattingen van groei en sterfte van de kokkel in de periode mei tot september. In de volgende paragrafen wordt per type gegevens de gebruikte methoden beschreven.

#### Herbemonsteringen (1996, 1997, 2000, 2001, 2002)

De herbemonsteringen in de Oosterschelde in 1996 en de Waddenzee in 1997 zijn uitgevoerd met een zuigkor vanaf een kokkelvaartuig. De breedte van het mes was 21 cm. De maaswijdte was 5x5 mm. De graafdiepte van het mes was 7 cm en de lengte van de trek gemiddeld 100 meter. De



herbemonstering in 1996 in de Oosterschelde, en in 1997 in de Waddenzee hebben zich beperkt tot specifieke gebieden (Tabel 3.3). Bij de herbemonstering in 2000, 2001 en 2002 in

*Tabel 3.2. Herkomst van in dit rapport gebruikte gegevens.*

type gegevens	Gebied	Jaar	maand	instituut
herbemonstering	Oosterschelde	1996 en 2000, 2001, 2002	8, 8/9	RIVO
	Westerschelde	2000, 2001, 2002	8/9	
	Waddenzee	1997 (oostelijk) 2000 (klein deel), 2001, 2002	8, 8/9	
vakken	Oosterschelde	1992 t/m 2002	3, 5, 6, 8, 11, vanaf 1995 5, 8, 11	RIVO
	Westerschelde	1992 t/m 2002	3, 5, 6, 8, 11, vanaf 1995 5, 8, 11	
najaarsinventarisatie	Oosterschelde	1997, 1998, 1999	11	RIVO
	Westerschelde	1996, 1997, 1998, 1999	11	
	Waddenzee	1996, 1997, 1998 (westelijk)	9, 11, 12	
gegevens Waddenzee van andere instituten	Balgzand	1991 t/m 1998	2/3 en 8/9	NIOZ
	Piet Scheveplaat	1991 t/m 1998	2/3 en 8/9	
	Groninger Wad	1991 t/m 1999	3 en 8	RIKZ
	Friese Wad	1977 t/m 1986	1 tot 12x per jaar	RIZA

de Oosterschelde en Westerschelde is de voorjaars-inventarisatie in zijn geheel herhaald. De monsternamen in de Ooster- en Westerschelde is identiek aan die in het voorjaar, d.w.z. bemonsteringen met het kokkelschepje. In de Waddenzee wordt sinds 1998 in het voorjaar gemonsterd met een stempelkor en tijdens de herbemonstering met een kokkelschepje. De herbemonsteringen in 2001 en 2002 in de Waddenzee hebben zich beperkt tot specifieke gebieden (Fig. 3.2). Hierbij werden dezelfde stations bemonsterd als in het voorjaar. Er is geen aanwijzing dat

de groei van kokkels in de herbemonsteringsgebieden in de Waddenzee afwijkt van de rest van de Waddenzee: de groei van mei tot mei uit de voorjaarsinventarisaties gaf geen significant verschil tussen de herbemonsteringsgebieden en de gehele Waddenzee ( $F_{1,20}=0.001$ ,  $P=0.979$ ). Correlaties tussen groei in herbemonsteringsgebieden en gehele Waddenzee was  $R^2 = 0.89$  ( $P<0.001$ ,  $n = 11$ ) en tussen groei in herbemonsteringsgebieden en de rest van de Waddenzee was  $R^2 = 0.69$  ( $P<0.01$ ,  $n = 11$ ).

In 2000, 2001 en 2002 werden alle monsters van de Oosterschelde en de Waddenzee ingevroren naar het RIVO getransporteerd en op het RIVO verwerkt. De kokkels zijn op leeftijd gebracht en de schelplengte gemeten. Deze lengtes zijn omgerekend naar versgewicht volgens een formule die is verkregen uit de kokkels van de vakken. De kokkels die worden bemonsterd in de vakken in de Oosterschelde zijn individueel gemeten en per vak per jaarklasse vers gewogen. De gemiddelde schelplengtes per leeftijdsklasse in de periode 1992 tot en met 1999 gerelateerd aan de versgewichten uit de vakken levert de volgende formule:

$$\text{versgewicht in mg} = 0.7280 * (\text{lengte in mm})^{2.8108} \quad n=1636, R^2 = 0.97, P=0.000 \quad (\text{formule 3})$$

De monsters van de Westerschelde zijn aan boord verwerkt. Hierbij is direct het versgewicht bepaald.

*Tabel 3.3. Herbemonsteringslocaties in 1996 in de Oosterschelde en in 1997 in de Waddenzee.*

herbemonstering 1996 Oosterschelde	herbemonstering 1997 oostelijke Waddenzee
Dortsman	Friese Wad
Middelplaten	Groninger Wad
Kraaier	Hoek van Bant
Krabbekreek	Hond/Paap
Kreekrak	Eilander Balg
Roggen	Uithuizer Wad
Speelmansplaten	Voolhok
Viane	Wierumer Wad
Vondelinge	
Windgat.N	
Slipperplaat	

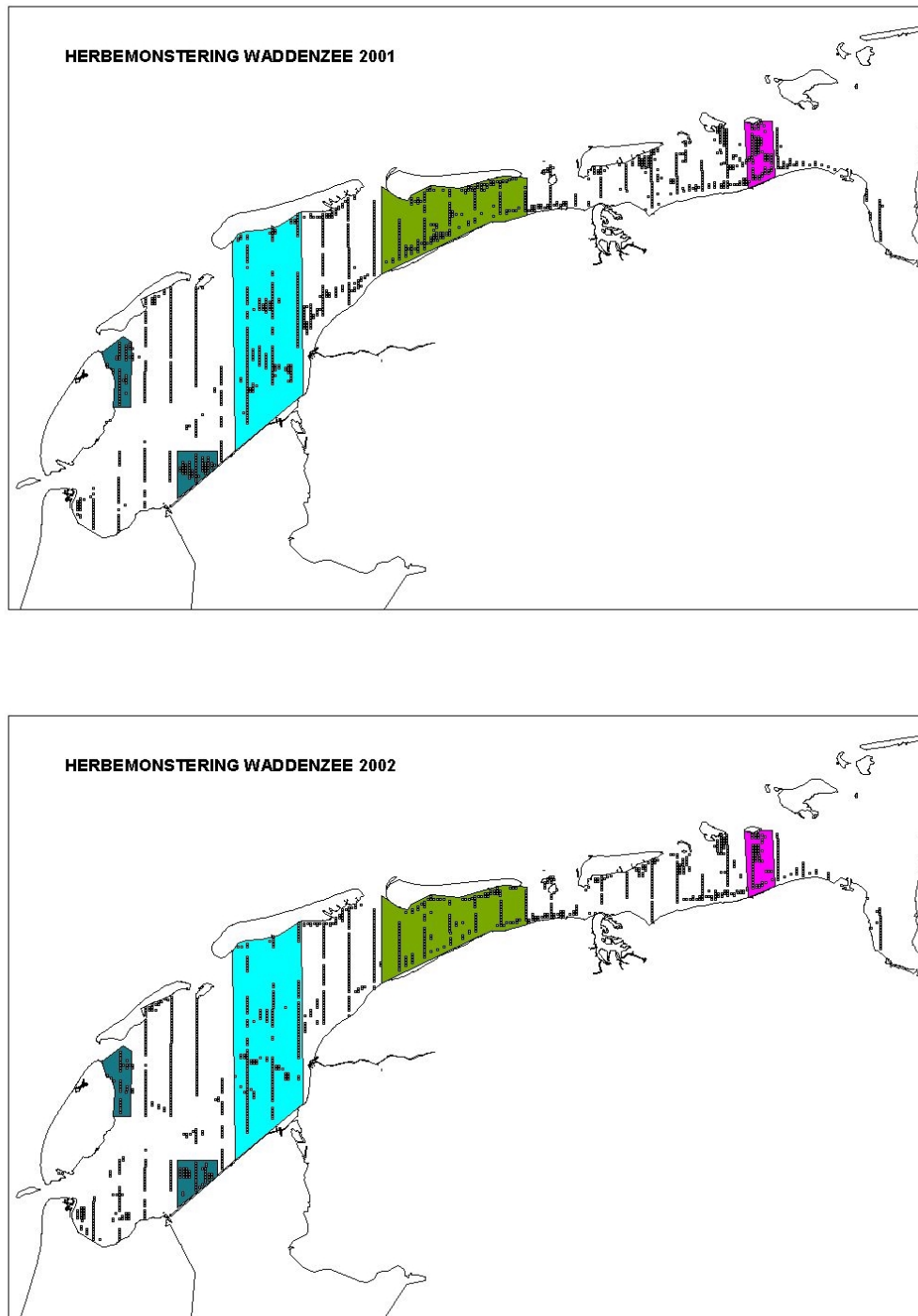


Fig. 3.2. Herbemonsteringsgebieden in de Waddenzee in (a) 2001 en (b) 2002. De punten geven de locaties van de kokkelbemonstering in het voorjaar. De gekleurde vakken zijn de gebieden die zijn geselecteerd voor herbemonstering.

### Vakken (1992-2002)

In 1991 is door het RIVO een onderzoek opgezet naar de ontwikkeling van kokkelbestanden. Door het meerdere jaren volgen van vaste onderzoekslocaties is het de bedoeling meer inzicht te krijgen in de factoren die van invloed zijn op de ontwikkeling van kokkelbestanden. Om de ontwikkeling van de kokkelbestanden te kunnen volgen zijn verspreid over de Ooster- en Westerschelde vakken uitgezet (Fig. 3.3). De vakken zijn zo gekozen dat er zoveel mogelijk verschillende condities bekeken kunnen worden. In december 1991 is een begin gemaakt met het uitzoeken van geschikte locaties. Op 18 plaatsen in de Oosterschelde en 16 plaatsen in de Westerschelde met een goede kokkeldichtheid is een vak uitgezet van 40 bij 40 m, op de hoekpunten een paaltje. Van de hoekpunten is de positie met een navigator ingemeten. Het inmeten is belangrijk voor het terugvinden van de monsterlocatie, als door storm of visserij de paaltjes verdwenen zijn. In de loop van het onderzoek is de positie van enkele van deze locaties verzet, bijvoorbeeld doordat het vak teveel op de rand van de plaat in een schelpenrug kwam te liggen, of omdat er in de buurt van het bestaande vak meer kokkelbroed aangetroffen was. Zoveel mogelijk zijn dezelfde condities aangehouden.

Per bemonstering zijn binnen dit gebied random met een steekbuis 50 monsters uitgestoken. De steekbuis heeft een oppervlakte van  $86.5 \text{ cm}^2$ . De hierin aanwezige kokkels zijn verzameld op een zeef van 2 mm, gespoeld en verder als één monster behandeld. Aan boord is van de in het monster aangetroffen kokkels de leeftijd bepaald aan de hand van de groeiringen op de schelp. Per jaarklasse is het aantal, het gewicht en de schelpenlengte bepaald. Met lengte wordt hier bedoeld de grootste afstand tussen de voor- en achterraand van de schelp. Vanaf 1998 worden de kokkels per jaarklasse gekookt en het vlees ingevroren. Op het lab wordt van het kokkelvlees het asvrijdrooggewicht bepaald.

Van 1992 t/m 1994 zijn de locaties 5 keer per jaar bemonsterd, vanaf 1995 is de frequentie van bemonsteren terug gebracht naar 3 keer per jaar. Er is dan wel zoveel mogelijk aan het begin en aan het eind van het groeiseizoen en na de kokkelvisserij gemonsterd. Na de strenge winter van 1996/1997 is in februari een extra bemonstering uitgevoerd. De bemonsteringen vinden plaats tijdens laag water.

### Najaarsinventarisaties (1996-1998)

Bij de najaarsinventarisaties werd dezelfde methodiek aangehouden als bij de voorjaarsinventarisaties. Alleen was het aantal bemonsterde raaien minder dan tijdens de voorjaarsinventarisaties. De bemonsterde raaien in de Ooster- en het westelijk deel van Westerschelde hadden een onderlinge afstand van 1 geografische minuut (ca. 1110 meter). Het oostelijk deel van de Westerschelde werd niet bemonsterd. In de Waddenzee hadden de

bemonsterde raaien een onderlinge afstand van 4 geografische minuten (ca. 4440 meter). De najaarsinventarisatie in de Waddenzee in 1998 heeft zich beperkt tot het westelijk deel.

#### Gegevens Waddenzee van andere instituten (1977-1986 en 1991-1999)

Sinds het eind van de jaren 60 is een aantal vaste raaien op het Balgzand twee maal per jaar bemonsterd door het NIOZ: in februari/maart en in augustus/september. Deze bemonstering is vanaf 1991 uitgebreid met raaien op de Piet Scheveplaat. De posities van de in dit rapport gebruikte raaien zijn te zien in figuur 3.4. De raaien hebben een lengte van 760 tot 980 m en bestaan uit 20 tot 50 stations in één lijn. De monsters worden genomen met een steekbuis tot 30 cm diepte en uitgezeefd over een 1 mm zeef. Het bemonsterde oppervlak per raai is 0.4 tot 0.9 m<sup>2</sup>. De kokkels werden op jaarklasse ingedeeld en de schelplengte en het as-vrij drooggewicht van het vlees bepaald. De resultaten van deze bemonsteringen worden jaarlijks gerapporteerd (Dekker, 1992; 1993; 1994; 1995; 1996; 1997; Dekker & de Bruin, 1998; 1999).

Op het Groninger Wad bemonsterd het RIKZ sinds 1991 vijf permanente kwadraten (PQ's) van ca 30 bij 30 meter. De posities van de PQ's staan vermeld in figuur 3.4. In maart en in september worden 20 steken tot 30 cm diepte genomen met een totaal bemonsterd oppervlak per PQ van 0.15 m<sup>2</sup>. De kokkels werden op jaarklasse ingedeeld en de schelplengte en het as-vrij drooggewicht van het vlees bepaald. De gegevens van deze bemonsteringen zijn beschikbaar gesteld door Karel Essink en Peter Tydeman.

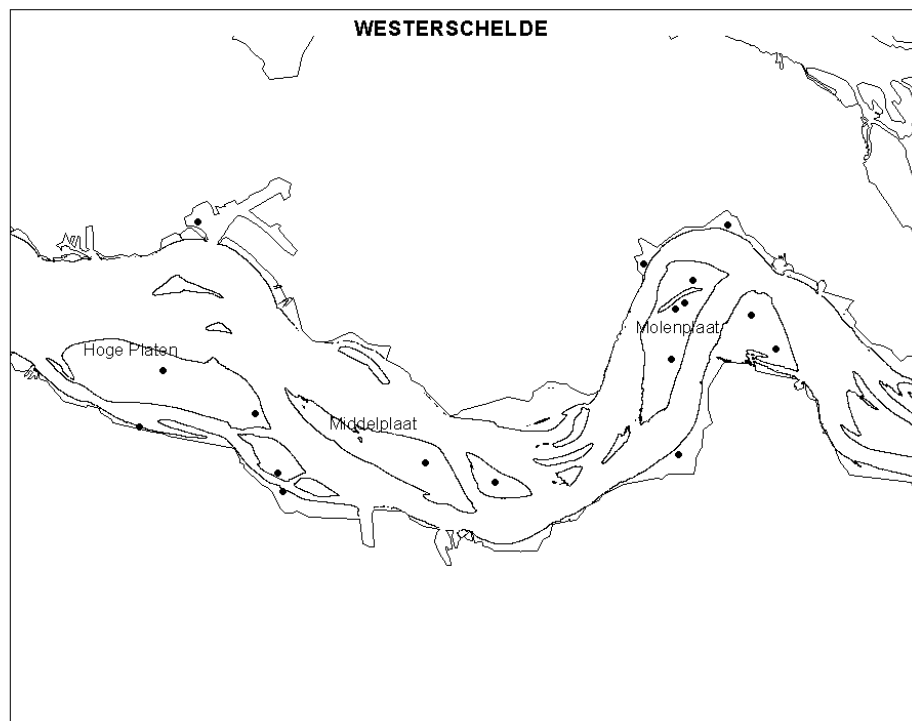
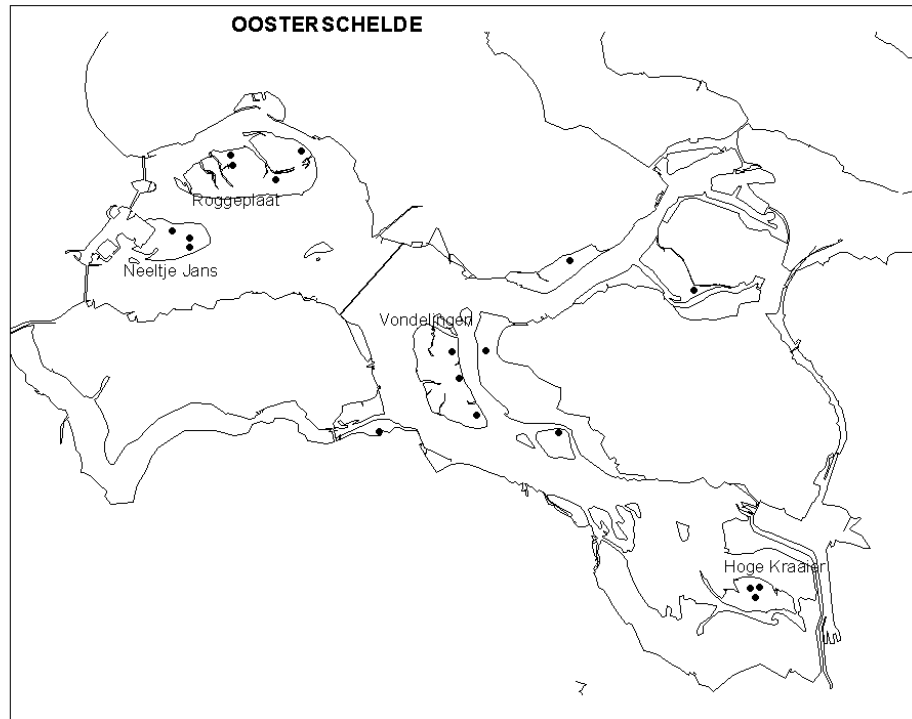
Het RIZA heeft in de periode van 1976 tot 1986 kokkels bemonsterd op een station langs de Friese kust. De positie staat vermeld in figuur 3.4. Maandelijks werden steekbuis monsters genomen tot een diepte van 40 cm en gezeefd over 1 mm. De kokkels werden op jaarklasse ingedeeld en de schelplengte en het as-vrij drooggewicht van het vlees bepaald. De bemonsteringen staan beschreven in Zwarts (1991). De resultaten zijn beschikbaar gesteld door Leo Zwarts.

De gegevens van de NIOZ raaien en RIKZ PQ's zijn gebruikt om de groei van kokkels in de periode van mei tot september te schatten. Hierbij zijn de schelplengtes (mm) omgerekend naar versgewichten met behulp van formule 2. Het gewicht in maart is omgerekend naar mei door een lineaire gewichtstoename aan te nemen voor de periode maart tot september.

De gegevens over dichtheid aan kokkels in februari/maart en augustus/september op de NIOZ raaien, de RIKZ PQ's en de RIZA monsterstations zijn gebruikt voor het bepalen van het sterfte percentage in de periode van 1 mei tot 1 september. Eerst is de overleving per maand berekend met behulp van de volgende formule:

$$[\text{dichtheid najaar (n m}^{-2}\text{) / dichtheid voorjaar (n m}^{-2}\text{)}]^{1 / \text{aantal maanden}} \quad (\text{formule 4})$$

Vervolgens is de dichtheid op 1 mei berekend en die is vergeleken met de dichtheid op 1 september om het percentage sterfte te bepalen. Vanwege het ontbreken van werkelijke mei aantallen kon geen rekening worden gehouden met eventuele verhoogde sterfte in de maanden maart en april na strenge winters (Kristensen, 1957).



Figuur 3.3. Locaties van de vakken in de (a) Oosterschelde en (b) Westerschelde.

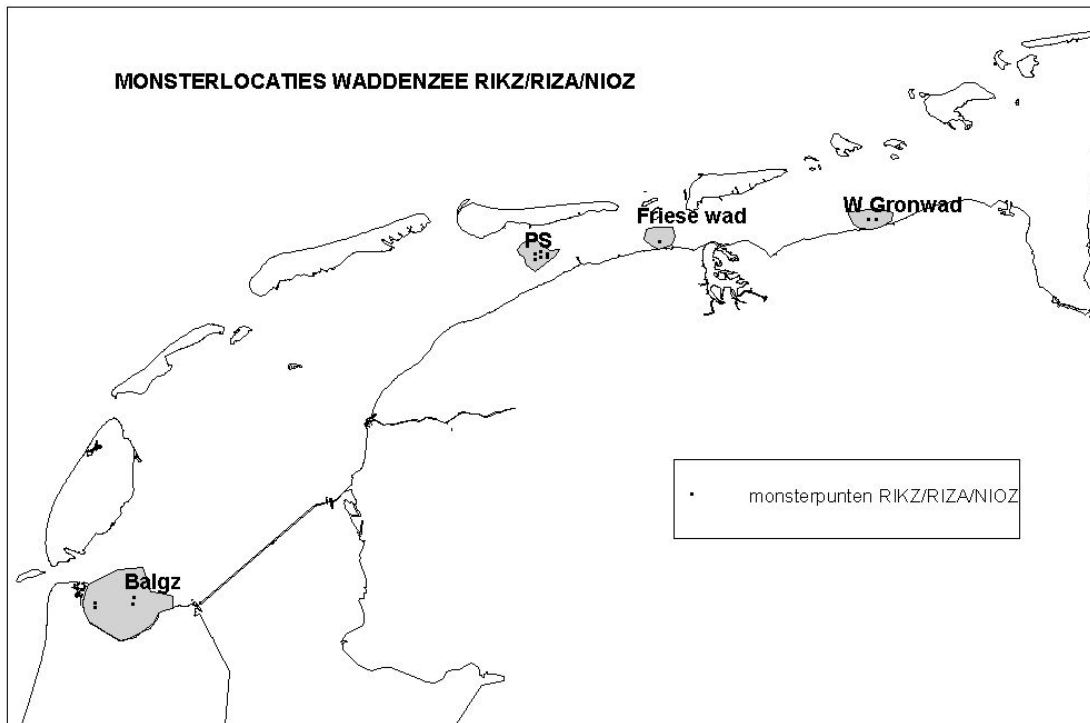


Fig. 3.4. Begin en eind posities van raaien van NIOZ op Balgzand en Piet Scheveplaat, en RIKZ op Groninger Wad en monsterpositie van RIZA op het Friese Wad.

### Analyses

Het berekende aantal kokkels en de totale biomassa is vergeleken met het aantal en de biomassa van kokkels dat is gevonden in de herbemonstering. De werkelijk gevonden groei en sterfte uit de inventarisaties zijn vergeleken met gegevens uit de vakken in de Ooster- en Westerschelde en gegevens van andere instituten voor Waddenzee. Het tot nu toe gebruikte sterfte percentage is vergeleken met gevonden waarden. In deze vergelijkingen is de residuele waarde uitgerekend: het verschil tussen berekende waarde en gevonden waarde. Vervolgens is de standaard deviatie van deze residuele waarden berekend. En tenslotte is de standaard deviatie vermenigvuldigd met 1.96 om te komen tot het 95% betrouwbaarheidsinterval. Dit is uitgedrukt als percentage van de gemiddeld gevonden waarde.



### 3.3.2. Resultaten en discussie

Het berekende aantal kokkels en de totale biomassa is uitgezet tegen het aantal en de biomassa van kokkels dat is gevonden in de herbemonstering (Fig. 3.5). De herbemonsteringen laten zien dat het aantal kokkels dat aanwezig is op 1 september over het algemeen goed geschat wordt (Fig. 3.5a). De totale biomassa bleef echter in alle jaren achter bij de berekende biomassa (Fig. 3.5b). De voorspelling is 4 tot 86%, gemiddeld 38%, hoger dan het werkelijk gevonden bestand (Tabel 3.5). Voor hoge biomassa's is de schatting slechter dan voor lage. Het 95% betrouwbaarheidsinterval is weergegeven in tabel 3.6. Dit interval is beduidend groter voor de biomassaschattingen dan voor schattingen van de aantallen. Hierbij dient te worden opgemerkt dat een dataset van 3-4 waarnemingen bijzonder klein is voor het vaststellen van een betrouwbaarheidsinterval.

*Tabel 3.5. Verschil tussen voorspelling van de biomassa (in miljoen kg versgewicht) uitgedrukt als percentage van de herbemonsterde biomassa.*

Gebied	Jaar	%
Waddenzee	1997	4
	2001	40
	2002	39
Oosterschelde	1996	7
	2000	66
	2001	86
	2002	38
Westerschelde	2000	45
	2001	47
	2002	6
Gemiddeld	(n=10)	38

*Tabel 3.6. Standaard deviatie van verschil tussen berekende en herbemonsterde aantallen (sd van residuele waarde) in miljoen kokkels en berekende en herbemonsterde biomassa (sd van residuele waarde) miljoen kg versgewicht en de waarde die bij het gemiddelde moet worden opgeteld of afgetrokken voor het 95% betrouwbaarheidsinterval (95%) als absoluut getal en tussen haakjes uitgedrukt in percentages van het gemiddelde (bv in tabel 3.6:  $961/8798 = 0.11 = 11\%$ ). De waarde is nooit hoger dan het gemiddelde dus wordt het percentage ook nooit hoger dan 100%.*

Gebied	n (aantal jaar)	gemid- -delde aantal	sd van residuele waarde aantal	95% aantal	gemid- delde biomas sa	sd van residuele waarde biomassa	95% biomassa
Waddenzee	3	8798	491	961 (= 11 %)	69.5	21.7	42.6 (= 61 %)
Oosterschelde	4	4949	610	1195 (= 24 %)	29.5	12.5	24.6 (= 83 %)
Westerschelde	3	1782	275	539 (=30 %)	6.2	1.2	2.3 (= 37 %)

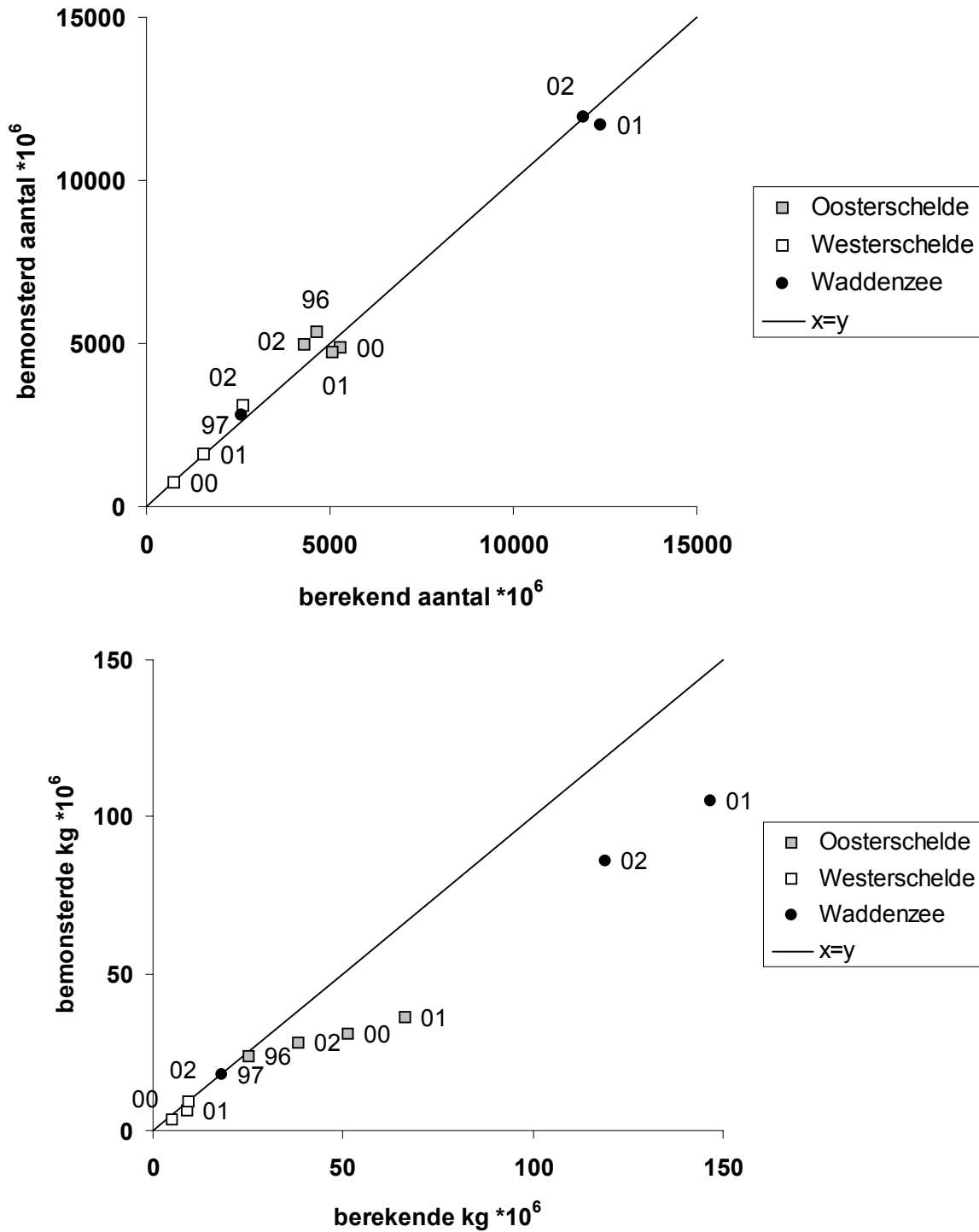


Fig. 3.5. Miljoen aantal kokkels en miljoen kg versgewicht van kokkels in de Oosterschelde, Westerschelde en Waddenzee zoals berekend voor het moment van de herbemonstering en aangetroffen bij de herbemonstering aan het einde van de zomer in 1996 (alleen OS), 1997 (alleen Wzee), 2000 (OS en WS), 2001 (OS, WS, Wzee), 2002 (OS, WS, Wzee).

Het tot nu toe gebruikte sterftepercentage voor de periode 1 mei tot 1 september is 28%. De werkelijk gevonden sterfte percentages zijn berekend uit de afname van de aangetroffen aantallen in de voorjaarsinventarisaties en de herbemonsteringen. Hierbij is gecorrigeerd voor de bemonsteringsdatum. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.7. Gemiddeld is de sterfte in de Waddenzee 28%, in de Oosterschelde 30% en in de Westerschelde 21%. De variatie in sterfte percentages is het grootst in de Oosterschelde.

*Tabel 3.7. Sterfte percentages voor de periode 1 mei tot 1 september berekend uit de tijdens voorjaarsinventarisaties (mei, juni) en herbemonsteringen (augustus, september) aangetroffen aantallen kokkels (nd = geen gegevens). Voor uitleg sd van residuele waarde en 95% zie tabel 3.6.*

Jaar	Waddenzee	Oosterschelde	Westerschelde
1996	nd	11	Nd
1997	24	Nd	Nd
2000	nd	58	26
2001	31	34	20
2002	29	18	16
Gemiddeld	28	30	21
sd van residuele waarde	3.6	20.0	5.0
95%	7.1 (= 25%)	39.2 (=130%)	9.8 (= 47%)

Samengevat is door middel van herbemonsteringen duidelijk geworden dat de bandbreedte waar rekening mee gehouden moet worden erg groot is. Over het algemeen geven de herbemonsteringen voor het aantal kokkels een redelijk goed beeld. Het ene jaar is het aantal iets overschat en het volgende jaar vrijwel gelijk of onderschat. De biomassaschatting vertoont echter een systematische afwijking. Dit is een gevolg van het overschatten van de groeisnelheid.

Hieronder worden gegevens over groei en sterfte uit de inventarisaties vergeleken met gegevens uit de vakken in de Ooster- en Westerschelde en gegevens van andere instituten voor Waddenzee.

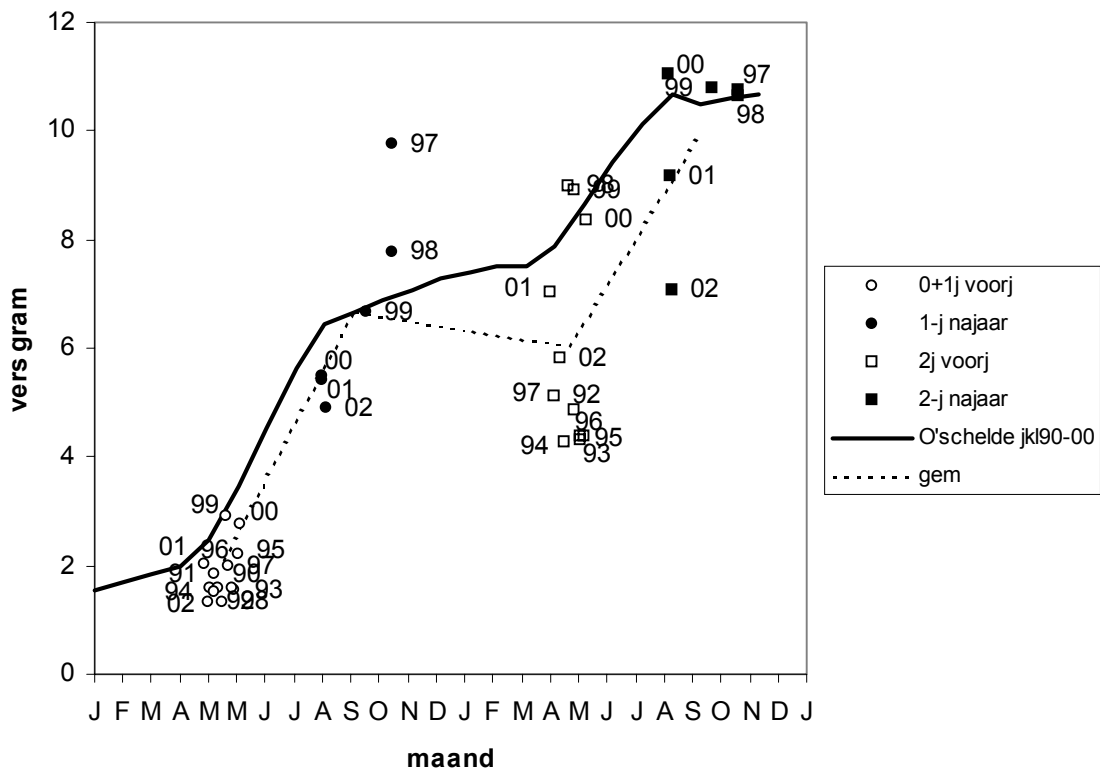
### Groei

De versgewichten van kokkels in de vakken in de Ooster- en Westerschelde zijn vergeleken met de versgewichten van kokkels uit de voor- en najaarsinventarisaties en de herbemonsteringen in die gebieden. Dit geeft informatie over de representiviteit van de vakken voor het gehele gebied. In de Oosterschelde liggen de gewichten uit de voorjaarsinventarisatie in de jaren vóór 1998 lager dan in de vakken (Fig. 3.6). Dit kan verklaard worden door verkeerde leeftjidsindelingen tijdens de inventarisatie

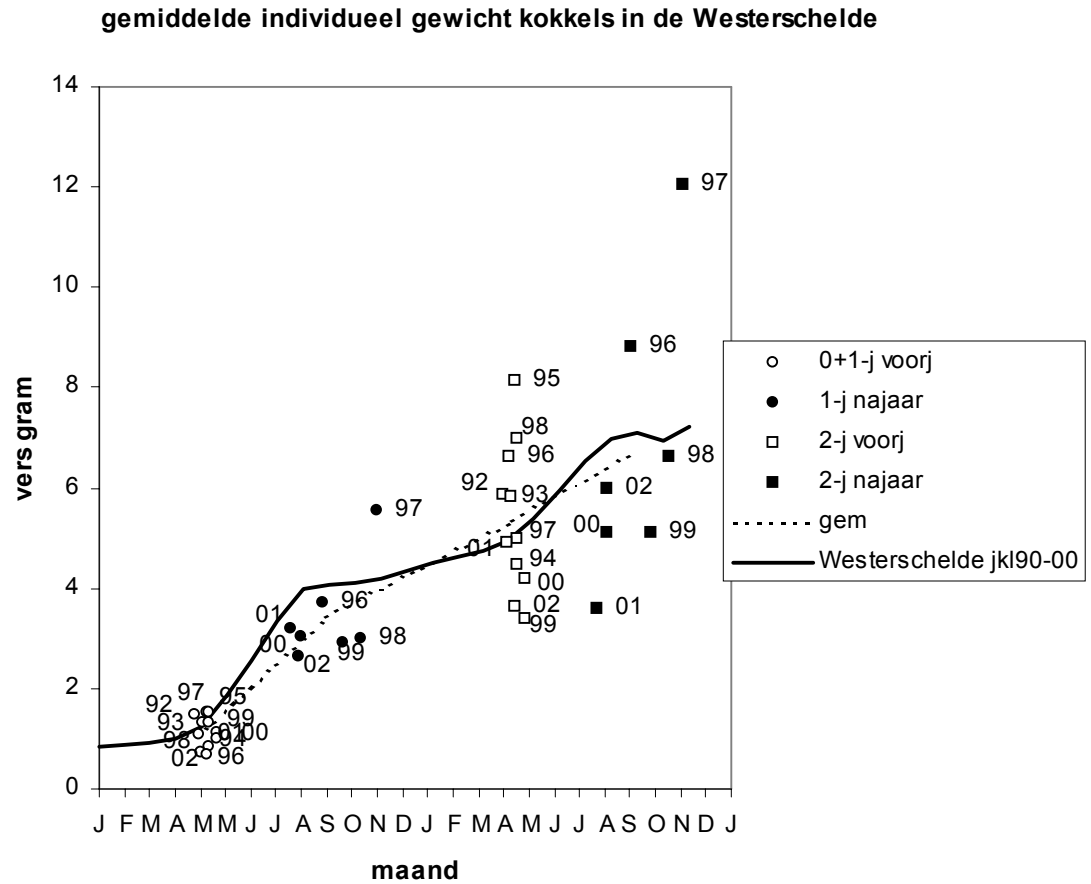
(grote 1-jarigen zijn als 2-jarigen gezien). Een controle van bemonsteringen uit 1998 en 2000 laat dit zien (Kesteloo & van Riet, 2003). In de Westerschelde komen de gewichten van 1-jarige en 2-jarige kokkels uit de inventarisaties goed overeen met de gewichten van kokkels uit de vakken (Fig. 3.7). Deze vergelijkingen van gegevens uit de vakken en de inventarisaties laten zien dat de curven van de vakken een voorspellend vermogen kunnen hebben.

De resultaten van de vakken in de Oosterschelde en de Westerschelde geven een goed beeld van het seizoenale en jaarlijkse verloop in versgewicht van kokkels in deze wateren. De gewichtscurven zijn gebaseerd op resultaten van 10 tot 11 jaar, 3 tot 5x per jaar monstere op 16 tot 19 plaatsen. De groei van kokkels op de in de jaren 80 door Twisk (1990) bemonsterde platen (Roggenplaat en Hoge Kraayer, Fig. 3.1) is in de jaren 90 hoger dan de gemiddelde groei van kokkels in alle vakken van de Oosterschelde (Fig. 3.8). Dit is een verklaring voor de overschatting van de groei met behulp van de huidige methode.

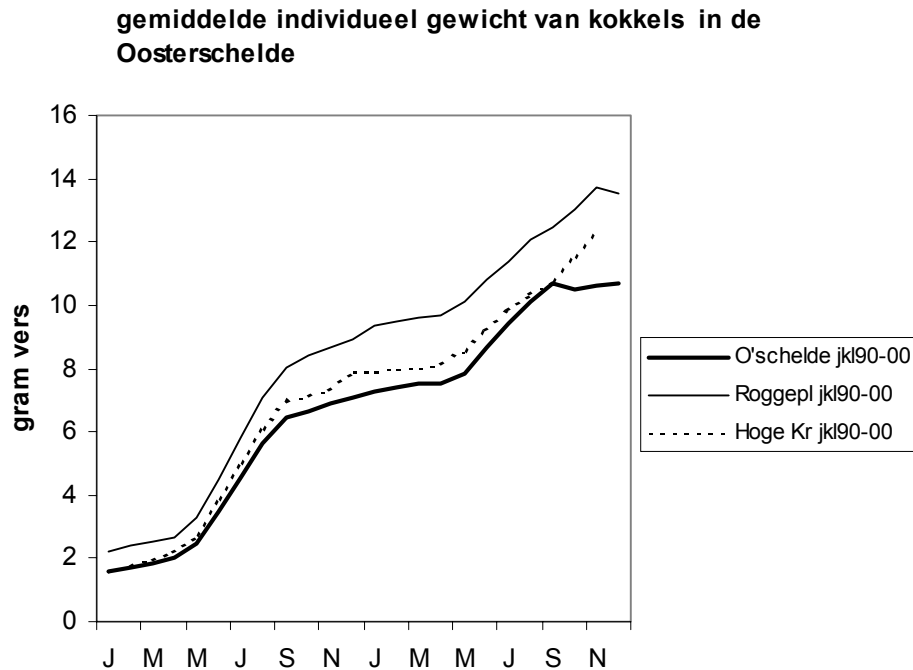
**gemiddelde individueel gewicht van kokkels in de Oosterschelde**



*Figuur. 3.6. Het gemiddelde verloop van het individueel versgewicht in grammen van kokkels uit de vakken in de Oosterschelde (doorgetrokken lijn) aangevuld met de gemiddelde gewichten uit de voor- en najaarsinventarisaties en herbemonsteringen (symbolen en gestippelde lijn).*



*Figuur. 3.7. Het gemiddelde verloop van het individueel versgewicht in grammen van kokkels uit de vakken in de Westerschelde (doorgetrokken lijn) aangevuld met de gemiddelde gewichten uit de voor- en najaarsinventarisaties en herbemonsteringen (symbolen en gestippelde lijn).*

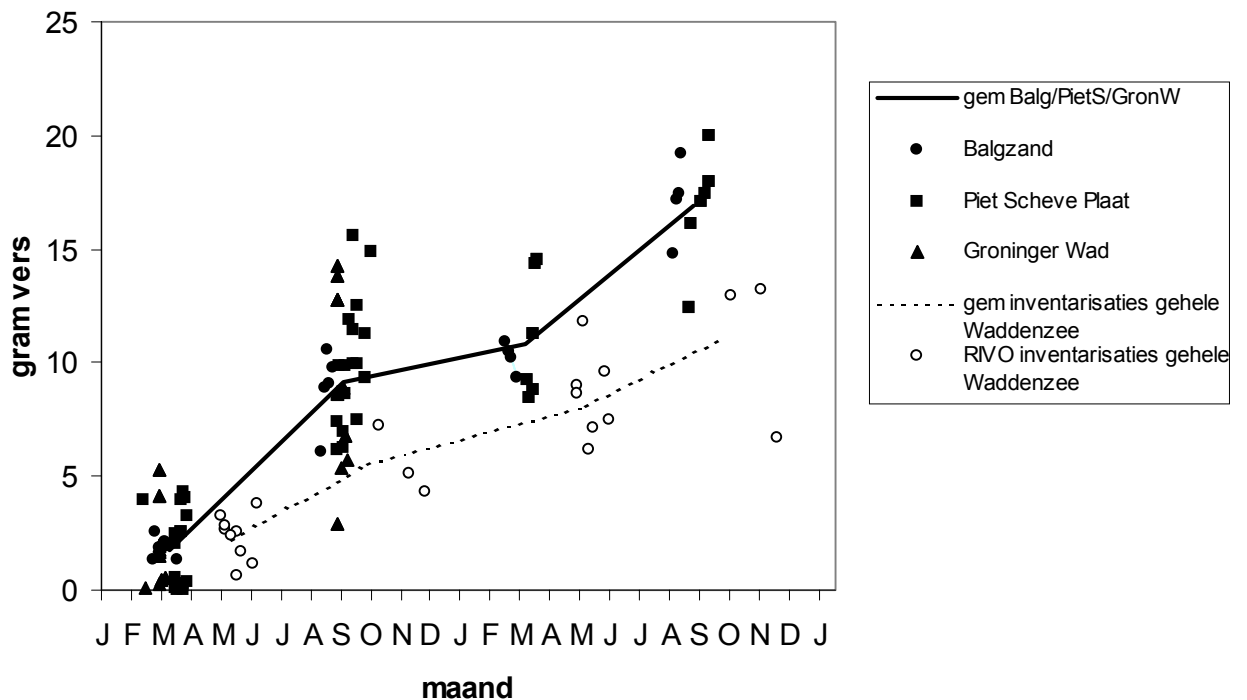


*Figuur 3.8. Het verloop van het gemiddelde individueel versgewicht van kokkels van verschillende jaarklassen in de vakken op de Roggeplaat, de Hoge Kraaier en alle vakken in de Oosterschelde.*

De gewichtscurven voor de Ooster- en de Westerschelde zijn gebaseerd op resultaten van vele jaren en vele locaties. Voor de veel grotere Waddenzee is een dergelijke dataset niet voorhanden. Een optie is een vergelijking met gemiddelde gewichtsgegevens van kokkels op het Balgzand, de Piet Scheveplaat en het Groninger Wad zoals die jaarlijks in februari en augustus worden verzameld door het NIOZ en RIKZ. Deze gegevens zijn vergeleken met de kokkelgewichten uit de voorjaars- en najaarsinventarisaties en herbemonsteringen in dezelfde jaren (Fig. 3.9). Hieruit blijkt dat gemiddeld in de drie gebieden (getrokken lijn) het gewicht van kokkels anders is dan gemiddeld gevonden met de inventarisaties in de hele Waddenzee (gestippelde lijn). De gewichtsgegevens van Balgzand, de Piet Scheveplaat en het Groninger Wad gelden voor bepaalde gebieden en zijn minder geschikt om het gewicht van kokkels in de hele Waddenzee rond 1 september te voorspellen. Ook uit het EVA I onderzoek (van Stralen & Kesteloo-Hendrikse, 1998) bleek dat deelgebieden een autonome ontwikkeling kunnen vertonen.



### Gemiddelde individueel gewicht van kokkels in de Waddenzee



*Figuur. 3.9. Het gemiddelde verloop van het individueel versgewicht in grammen van kokkels Waddenzee in de periode 1991-1998 uit de raaien van het NIOZ op het Balgzand (1 locatie, dichte cirkels), en de Piet Scheveplaat (3 locaties, dichte vierkantjes) en de PQ's van RIKZ op het Groninger Wad (2 locaties, dichte driehoek) aangevuld met de gemiddelde gewichten uit de voor- en najaarsinventarisaties voor de gehele Waddenzee (1996; 1997; 1998) van het RIVO (open cirkels) in die jaren. Het gemiddelde voor de hele Waddenzee is gebaseerd op de NIOZ raaien en RIKZ PQ's (getrokken lijn) en de RIVO voor- en najaarsinventarisaties (gestippelde lijn). Ieder symbool stelt 1 locatie en 1 jaar voor.*

## Sterfte

Bij de tot nu toe gebruikte methode wordt uitgegaan van een gemiddelde sterfte van 28% in de periode van 1 mei tot 1 september (dit is een overleving van 72%). De overleving van kokkels in de periode van mei tot september is berekend uit het aantal kokkels per m<sup>2</sup> in de vakken in de Oosterschelde en de Westerschelde. Hierbij is het aantal kokkels in alle vakken per gebied samen genomen. Dit is vergeleken met de aantallen kokkels gevonden in de voorjaarsbemonstering en de herbemonstering of najaarsinventarisatie. Hierbij is steeds de overleving van het totaal aantal kokkels bepaald zoals gevonden in die gebieden uit de inventarisaties die zowel in het voorjaar als in het najaar zijn bemonsterd. Bij de najaarsinventarisaties zijn alleen de niet beviste gebieden betrokken in de berekening.

De overleving van kokkels in de periode van mei tot september in de vakken vertoont sterke fluctuaties, zowel tussen jaren als tussen de twee gebieden (Fig. 3.10, Tabel 3.8). Hierbij valt op dat de fluctuaties in de Westerschelde groter zijn dan in de Oosterschelde.

In de vakken in de Oosterschelde werd gemiddeld over 11 jaar een iets lagere overleving gevonden dan de tot nu toe gebruikte waarde (69% versus 72%). In de periode 1996-2002 was de gemiddelde overleving van kokkels zowel in de herbemonsteringen en najaarsinventarisaties als in de vakken lager dan de tot nu toe aangehouden overleving van 72% (respectievelijk 62% en 70%). De variatie in overleving was hoger in de inventarisaties dan in de vakken (Tabel 3.8).

In de vakken van Westerschelde werd gemiddeld over 11 jaar ook een lagere overleving gevonden dan de tot nu toe gebruikte waarde (52 % versus 72%). In de periode 1996-2002 was de gemiddelde overleving van kokkels zowel in de herbemonsteringen en najaarsinventarisaties als in de vakken lager dan de tot nu toe aangehouden overleving van 72% (respectievelijk 68% en 61%). De variatie in overleving was hoger in de inventarisaties dan in de vakken (Tabel 3.8).

*Tabel 3.8. Standaard deviatie van verschil tussen tot nu toe aangehouden overlevings-percentages van 28% en gevonden overlevingspercentages (residuele waarde) en 95% betrouwbaarheidsinterval in de vakken en inventarisaties (najaar en herbemonsteringen). Voor uitleg sd van residuele waarde en 95% zie tabel 3.6.*

gebied	n (aantal jaar)	gemid- delde overleving in vakken	sd van residuele waarde in vakken	95 % vakken	n (aantal jaar)	gemid- delde overleving in inven- tarisaties	sd van residuele waarde in inven- tarisaties	95 % inven- tarisatie s
Ooster- schelde	11	69.3	7.6	14.9 (= 22%)	7	61.9	19.3	37.8 (= 61%)
Wester- schelde	11	52.5	16.9	33.0 (= 63%)	7	67.6	19.7	38.7 (= 57%)

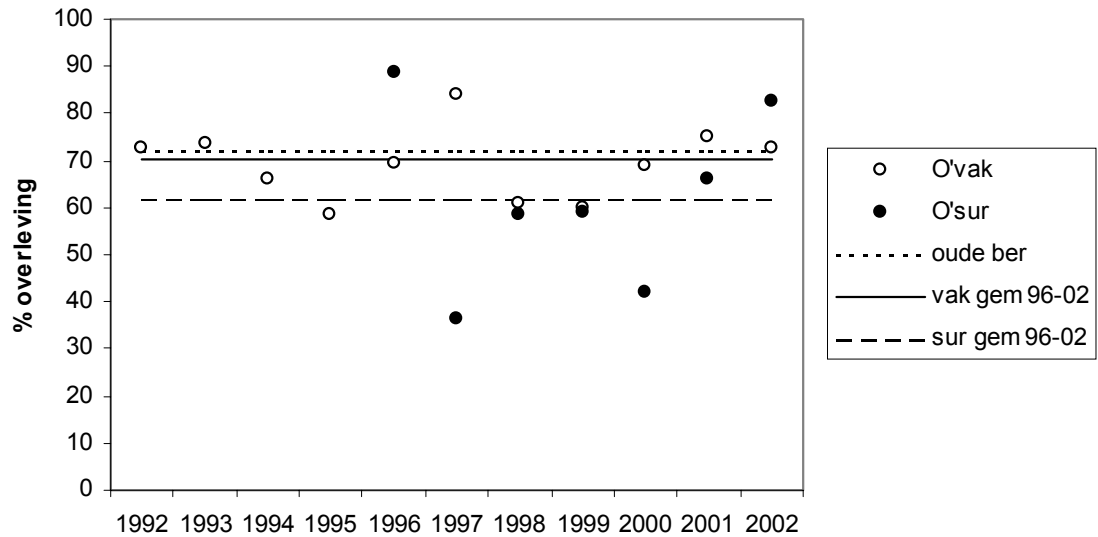
Op verschillende plaatsen in de Waddenzee is de overleving van kokkels bepaald (Fig. 3.11. Tabel 3.9). Op het Friese Wad zijn de bemonsteringen uitgevoerd in mei en rond 1 september. Op het Balgzand, de Piet Scheveplaat en het Groninger Wad hebben de bemonsteringen plaatsgevonden in februari/maart en rond 1 september. De overleving van mei tot september is dan berekend. Van de 23 bepalingen was in 13 gevallen de overleving hoger dan de tot nu toe gebruikte 72%, in de andere 10 gevallen was het lager. De overleving zoals gevonden met deze datasets is gemiddeld 48% op het Balgzand, 71% op de Piet Scheveplaat, 80% op het Friese Wad en 74% op het Groninger Wad. De variatie in overleving was hoger op het Balgzand dan de andere locaties (Tabel 3.9).

*Tabel 3.9. Standaard deviatie van verschil tussen tot nu toe aangehouden overlevings-percentages van 28% en gevonden overlevingspercentages zoals gepresenteerd in Fig. 3.11 (residuele waarden) en 95% betrouwbaarheidsinterval in de Waddenzee. Voor uitleg sd van residuele waarde en 95% zie tabel 3.6.*

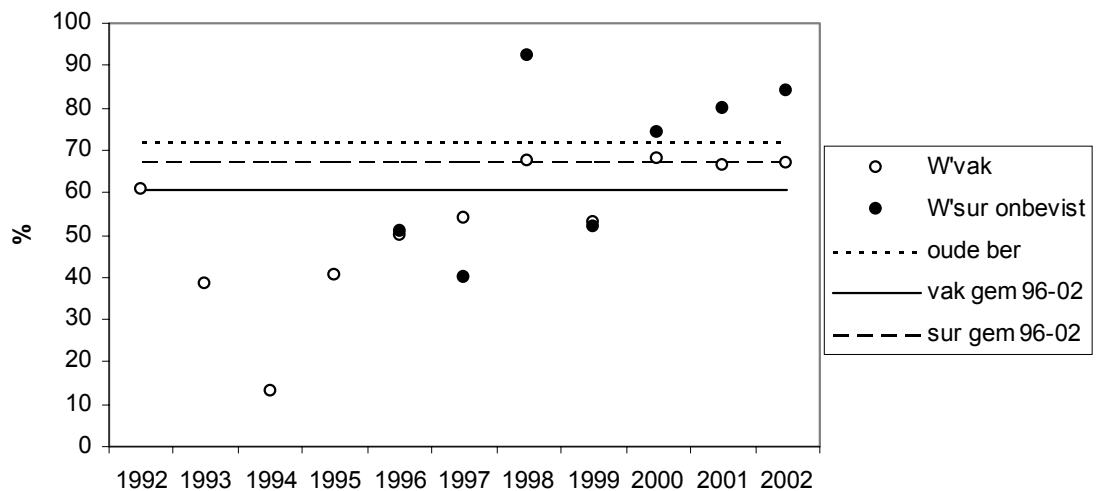
gebied	n (aantal jaar)	gemid- delde overleving	sd van residuele waarde	95 %
Balg- zand	5	47.7	39.9	78.3 (= 164%)
Piet Scheve Plaat	7	71.1	20.6	40.4 (= 57%)
Friese Wad	4	79.6	24.0	47.1 (= 59%)
Groning er Wad	7	74.2	24.1	47.2 (= 64%)

Er zijn geen aanwijzingen dat het percentage sterfte van 28% voor de periode 1 mei tot 1 september in de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde systematisch afwijkt van het gemiddelde gevonden % sterfte in die periode.

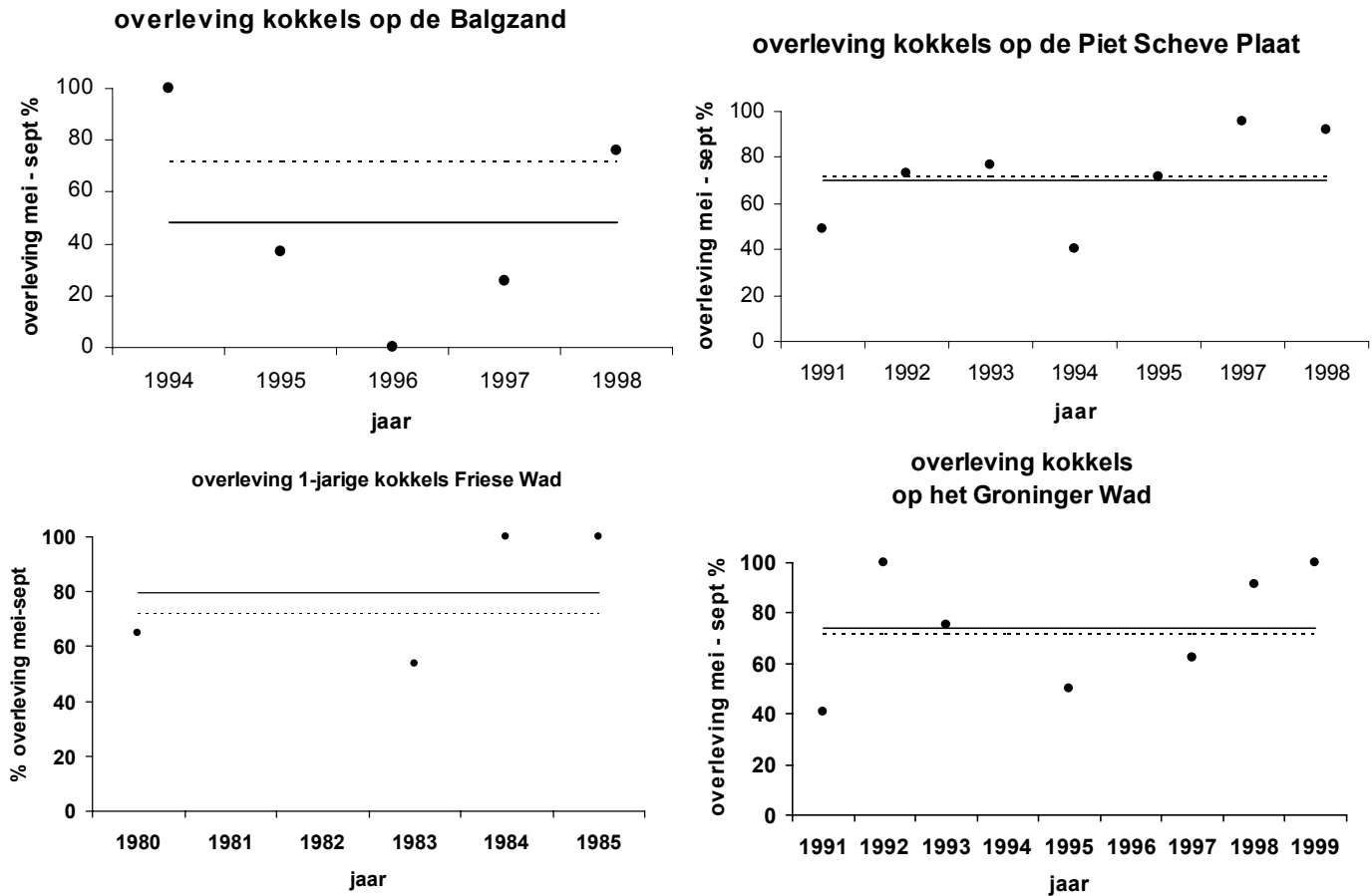
### Overleving van 1 mei tot 1 september in de Oosterschelde



### De overleving van 1 mei tot 1 september in de Westerschelde



*Figuur 3.10. Overleving van kokkels van 1 mei tot 1 september in vakken (vak, open symbolen) en onbeviste gebieden uit najaarsinventarisaties in 1996, 1997, 1998 en 1999 en herbemonsteringen in 2000, 2001 en 2002 (sur, gesloten symbolen) in de (a) Oosterschelde en (b) Westerschelde. Het gemiddelde over de periode 1996-2002 is aangegeven voor de vakken (vak gem, doorgetrokken lijn) en de inventarisaties (sur gem, onderbroken lijn) De tot nu toe gebruikte overleving van 72% is aangegeven met een gestippelde lijn (oude ber).*



*Figuur 3.11. Overleving van kokkels in de periode mei tot september in de Waddenzee uit de raaien van het NIOZ (Balgzand en Piet Scheve Plaat) en de PQ's van het RIKZ (Groninger Wad) en RIZA (Friese Wad). Het gemiddelde is aangegeven met een doorgetrokken lijn en de tot nu toe gebruikte overleving van 72% is aangegeven met een gestippelde lijn.*

De bandbreedte waar rekening mee gehouden moet worden bij het schatten van bestanden is erg groot: een 95% betrouwbaarheidsinterval van 11 tot 30% voor de aantallen en 37 tot 83% voor de biomassa. Hierbij dient te worden opgemerkt dat een dataset van 3-4 waarnemingen bijzonder klein is voor het vaststellen van een betrouwbaarheidsinterval. De biomassaschatting vertoont een systematische afwijking van de bemonsterde waarden. Er zijn geen aanwijzingen dat de sterfte systematisch wordt onderschat of overschat. De groei lijkt wel te worden overschat met de huidige methode. De groei van kokkels op de locaties die gebruikt zijn voor het opstellen van groei formules ten behoeve van de extrapolatie is hoger dan de gemiddelde groei van kokkels in de hele Oosterschelde. Dit is een verklaring voor de overschatting van de groei met behulp van de huidige methode. De resultaten van de vakken in de Oosterschelde en de Westerschelde geven een goed beeld van het seizoenale en jaarlijkse verloop in versgewicht van kokkels in deze wateren. De verhouding tussen de grootte van het totale gebied en het aantal monstergebieden verschilt tussen de

Oosterschelde/Westerschelde (klein gebied met 16-18 ongeclusterde monsterplaatsen) en de Waddenzee (groot gebied met 8 monsterplaatsen in 4 clusters). De gewichtsgegevens van Balgzand, de Piet Scheveplaat en het Groninger Wad zijn daarom minder geschikt om het gewicht van kokkels in de hele Waddenzee rond 1 september te voorspellen.

## 4. Mogelijkheden voor alternatieve extrapolatie methoden

### 4.1. Groei en sterfte

Uit de evaluatie van de huidige methode blijkt dat de groei in alle gebieden wordt overschat, maar dat de aantallen geen systematische afwijking vertoonden met de voorspelde waarde. In dit hoofdstuk wordt een poging gedaan om de schattingsmethode te verbeteren. Omdat vooral de laatste jaren de sterfte met een percentage van 28% redelijk wordt voorspeld is vooralsnog besloten dit percentage aan te houden. Hierbij is geen rekening gehouden met een eventuele interactie is tussen groei en sterfte. Een lagere groeisnelheid zou tot een hogere overleving kunnen leiden van 1-jarige kokkels, omdat deze nog te klein zijn voor visserij. Daar staat weer tegenover dat langzaam groeiende kokkels langer beschikbaar blijven als prooi voor bepaalde vogelsoorten en andere predatoren. Voor verbetering van het schatten van de groei is een mogelijkheid om gebruik te maken van gegevens die op 1 mei bekend zijn, zoals de grootte van de kokkels of het beginbestand aan kokkels. Deze opties worden verder uitgewerkt in 4.2.1 (begin gewicht), 4.2.3 (begin bestand) en 4.2.4 (combinatie). Andere factoren, zoals het voedselaanbod of de temperatuur kunnen niet in een voorspelling worden betrokken, omdat op 1 mei nog niet bekend is wat het verloop zal zijn in de periode 1 mei tot 1 september. Bij de alternatieve extrapolatiemethoden wordt gebruik gemaakt van empirische gegevens waarbij groeiformules worden opgesteld die zijn toegespitst op de schattingsproblematiek.

### 4.2. Materiaal en methode

#### 4.2.1. Gebruik begin-gewicht bij schatten van groei

Een mogelijke verbetering van de tot nu toe gebruikte methode is de correctie van de groei voor het begingewicht. Kleine schelpdieren vertonen onder dezelfde condities een sterkere groei dan grotere dieren (Brey, 2001). Dit is voor het nonnetje beschreven door Lammens (1967) als het "catching-up phenomenon". De kokkelgegevens waarbij de leeftijd en gewicht op twee tijdstippen in het jaar zijn bepaald zijn gebruikt om relaties tussen begingewicht en eindgewicht te bepalen. Voor de Ooster- en Westerschelde zijn gegevens van gemiddelde versgewichten per leeftijdsklasse uit de vakken in de periode 1992 tot en met 2002 gebruikt. Hierbij is het begingewicht op 1 mei en het eindgewicht op 1 september berekend door lineaire extrapolatie per dag van de bemonsteringen die het dichtst bij 1



mei en 1 september lagen. Uit de figuren 3.6 en 3.7 blijkt dat het gewicht uit de vakken een goed beeld geeft van het gewicht zoals gevonden tijdens de inventarisaties.

De gewichts-toename uit de gewichtscurven zoals die beschikbaar zijn voor de Oosterschelde en Westerschelde kan als methode worden gebruikt voor het schatten van de groei van kokkels in de periode mei tot september. Omdat deze curven zijn gebaseerd op resultaten van een groot aantal jaren is dit de groei onder allerlei omgevingscondities. Voor de Waddenzee bestaan dergelijke curven niet. In de Waddenzee is door het NIOZ en het RIKZ de groei van kokkels in de periode maart tot september bepaald op het Balgzand, de Piet Scheveplaat en het Groninger Wad in de gehele periode dat het RIVO bestandsopnames uitvoert. Deze gegevens vormen echter geen aselechte steekproef (Fig. 3.9). Daarom is voor het opstellen van begingewicht-formules voor de Waddenzee gebruik gemaakt van de resultaten van de voorjaarsbemonstering en herbemonsteringen (1997, 2001 en 2002). In 1997 zijn mogelijk fouten opgetreden met de leeftijdsbepaling. Deze gegevens zijn daarom niet gebruikt. Uitsluitend stations die op beide tijdstippen kokkels van een bepaalde leeftijdsklasse hadden zijn gebruikt. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de kokkels in 2001 en 2002 een lager gewicht vertoonden dan het andere jaar dat een herbemonstering plaats heeft gevonden (Fig. 4.1a). Ook de groei van 1jarigen van jaar tot jaar laat voor 2001 een lagere groei zien (Fig. 4.1b). Voor 2002 zijn de gegevens van mei 2003 nog niet beschikbaar. Deze resultaten duiden op een lagere groei in de laatste twee jaar in de Waddenzee in vergelijking met eerdere jaren.

De groei in het oostelijk deel van de Waddenzee en het westelijk deel van de Waddenzee is vergeleken. Daarnaast is de groei in het sublitoraal en het litoraal in de Waddenzee vergeleken. Hierbij is gebruik gemaakt van een-wegsvariantieanalyses (ANOVA) in SYSTAT (SYSTAT 1998). De afhankelijke factor was de gemiddelde groei van kokkels van mei tot mei uit 12 voorjaarsinventarisaties en de bron van variantie de locatie (oost of west, dan wel sublitoraal of litoraal).

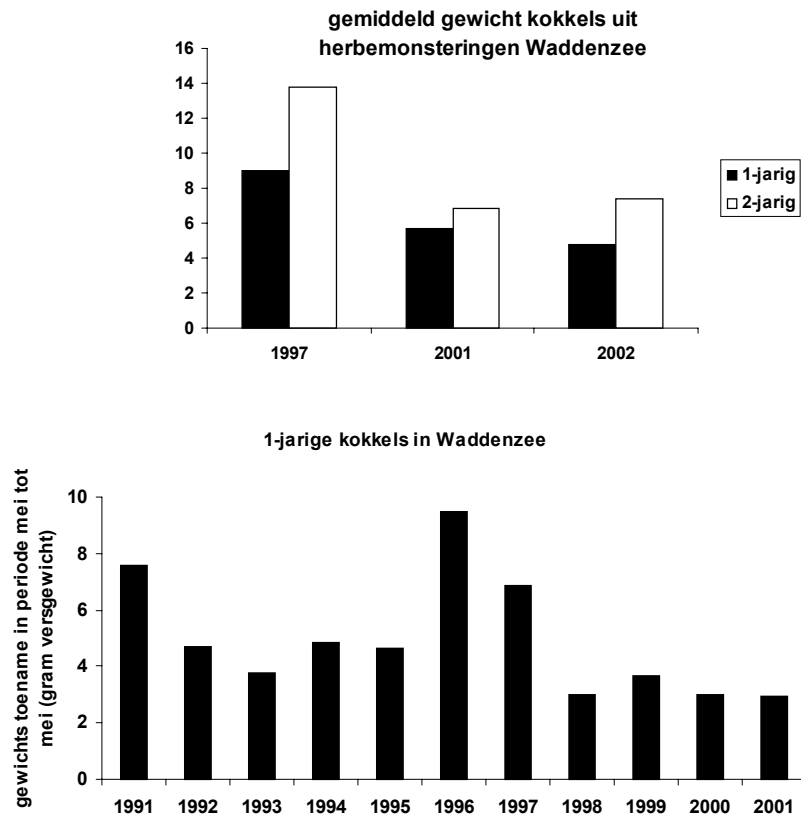


Fig. 4.1. Groei van kokkels in de Waddenzee (a) gemiddeld gewicht van kokkels uit de herbemonsteringsjaren, (b) gemiddelde gewichtstoename van 1-jarige kokkels van mei tot de mei van het jaar daarop (dan zijn het 2-jarige kokkels).

Eventuele verschillen in de relatie tussen het gewicht van kokkels op 1 mei en op 1 september tussen deelgebieden, binnen een gebied of tussen leeftijdsklassen en tussen gebieden zijn getest met meer-wegsvariantieanalyses in SYSTAT (SYSTAT 1998). De afhankelijke factor was het gewicht op 1 september van kokkels in de vakken in de Oosterschelde en de Westerschelde en kokkels uit de herbemonsteringen in de Waddenzee. Als bronnen van variantie werden getest: het effect van het gewicht van kokkels op 1 mei uit de vakken (Oosterschelde en Westerschelde) of voorjaarsbemonsteringen (Waddenzee), verschillende leeftijdsklassen, verschillende gebieden of deelgebieden en de interactie tussen de termen. Op grond van de significantie van de tests werd besloten of aparte formules moesten worden opgesteld voor de jaarklassen of (deel)gebieden. De verschillende gebieden waren Oosterschelde, Westerschelde en Waddenzee. De verschillende deelgebieden in de Oosterschelde waren monding = MO, middengebied = MI, kom = KO en Noordelijke Tak = NT; in de Westerschelde oost en west; en in de Waddenzee litoraal en sublitoraal, oost en west). De verschillende leeftijdsklassen waren 1-jarig, 2-jarig, 3- of meer-jarig. De gewichten zijn getransformeerd ( $\ln$ ).

Het gebruik van de begingewicht-formules als alternatieve methode om het gemiddelde versgewicht op 1 september te schatten is gevalideerd met behulp van de herbemonsteringen.

Er werd geen significant verschil in groei tussen oost en west van de Waddenzee gevonden ( $F_{1,20}=0.054$ ,  $P=0.818$ ). Ook het verschil in groei tussen sublitoraal en litoraal in de Waddenzee is niet significant ( $F_{1,20}=0.304$ ,  $P=0.587$ ). De correlatie tussen groei in litoraal en sublitoraal Waddenzee  $R^2 = 0.55$ ,  $P<0.01$ ,  $n = 11$ . Wanneer de kokkels goed groeien in het litoraal, doen ze dit ook in het sublitoraal.

De resultaten van de variantieanalyses van het effect van het gewicht op 1 mei, (deel)gebied en leeftijdsklasse (1-jarig, 2-jarig, en 3-jarig of meer-jarig) op het gewicht op 1 september staat in Tabel 4.1. Wanneer alle factoren tegelijkertijd worden getest is alles significant. Dit betekent dat er significante verschillen zijn tussen de gebieden en leeftijdsklassen. De F-ratio is echter het hoogst voor het effect van het gewicht op 1 mei. Het belangrijkste effect wordt dus veroorzaakt door het begingewicht. Wanneer binnen gebieden wordt gekeken blijkt geen significant verschil te bestaan tussen de deelgebieden in de Oosterschelde (monding = MO, middengebied = MI, kom = KO en Noordelijke Tak = NT) van het effect van het gewicht op 1 mei op het gewicht op 1 september (Tabel 4.1). Er werd wel een significant verschil gevonden tussen de leeftijdsklassen in de Oosterschelde van het effect van het gewicht op 1 mei op het gewicht op 1 september (Tabel 4.1). De interactie tussen leeftijdsklasse en gewicht op 1 mei was echter niet significant (Tabel 4.1). Dit betekent dat de helling van de regressielijnen wel gelijk is. De relatie tussen gewicht op 1 mei op het gewicht op 1 september kan dus met dezelfde formule worden beschreven voor de drie leeftijdsklassen. In Westerschelde trad een significant verschil op tussen deelgebieden (Tabel 4.1). De interactie tussen deelgebied en gewicht op 1 mei was echter niet significant (Tabel 4.1). Dit betekent dat de helling van de regressielijnen wel gelijk is. De relatie tussen gewicht op 1 mei op het gewicht op 1 september kan dus met dezelfde formule worden beschreven voor beide deelgebieden. Er was geen significant verschil per leeftijdsklasse in de Westerschelde (Tabel 4.1). Bij de vergelijking tussen Oosterschelde en Westerschelde werd een verschillend effect gevonden van het gewicht op 1 mei op het gewicht op 1 september (Tabel 4.1). De interactie tussen gebied en gewicht op 1 mei was echter niet significant (Tabel 4.1). Dit betekent dat de helling van de regressielijnen wel gelijk is. De relatie tussen gewicht op 1 mei op het gewicht op 1 september kan voor de Oosterschelde en de Westerschelde en voor alle leeftijdsklassen met dezelfde formule beschreven worden. In Waddenzee trad een significant verschil op tussen deelgebieden (Tabel 4.1). Het effect van leeftijdsklasse was wel significant en ook de interactie tussen leeftijdsklasse en 1 mei-gewicht was significant (Tabel 4.1). Dit betekent dat de helling van de regressielijnen ongelijk is. De relatie tussen gewicht op 1 mei op het gewicht op 1 september moet dus met verschillende formules worden beschreven.

In alle gebieden werd een verband tussen gewicht in mei en gewicht in september gevonden (Fig. 4.2, 4.3). Deze relaties waren significant (Tabel 4.2). De  $R^2$  waarden van verschillende soorten regressies zijn vergeleken (lineair, exponentieel, logaritmisch, etc.) en de gepresenteerde regressies gaven de hoogste  $R^2$  waarden. Het verband laat met een toename van het begingewicht een afvlakking van eindgewicht zien. Dit betekent dat kleine kokkels harder groeien dan grote, m.a.w. het “catching-up phenomenon” is ook aanwezig bij de kokkel. Uit bovenstaande alinea’s blijkt dat de relatie tussen het gewicht op 1 mei en het gewicht op 1 september voor de Oosterschelde en Westerschelde en voor alle leeftijdsklassen tezamen door 1 formule kan worden beschreven. Voor de Waddenzee moet per jaarklasse een aparte formule worden gebruikt. De formules staan in Tabel 4.2. Deze formules zijn als volgt gebruikt om het bestand in september te bepalen:

$$B_{\text{sept}} = B_{\text{mei}} (aG)^d \quad (\text{formule 5})$$

$B_{\text{mei}}$  = Biomassa (versgewicht) per  $m^2$  op bemonsteringsdatum in het voorjaar

$a$  = factor voor dagelijkse sterfte, afhankelijk van leeftijd (gebaseerd op tabel 3.1)

$G$  = groeiformule, afhankelijk van begingewicht (relatie uit tabel 4.2)

$d$  = aantal dagen tussen bemonsteringsdatum en 1 september

Tabel 4.1. Resultaten van de variantie analyses van het effect van het gewicht op 1 mei, (deel)gebied en leeftijdsklasse (1-jarig, 2-jarig, en 3-jarig of meer-jarig) op het gewicht op 1 september (data gepresenteerd in Fig. 4.2 en Fig. 4.3). Significante waarden zijn cursief.

Gebied	Factor	F-ratio	P
Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde	1 mei-gewicht	$F_{1,1113}=11248.651$	<i>0.000</i>
	leeftijdsklasse	$F_{2,1113}=452.139$	<i>0.000</i>
	gebied (Wzee, OS, WS)	$F_{2,1113}=415.434$	<i>0.000</i>
	leeftijdsklasse x 1 mei-gewicht	$F_{2,1113}=71.675$	<i>0.000</i>
	gebied x 1 mei-gewicht	$F_{2,1113}=309.471$	<i>0.000</i>
	gebied x leeftijdsklasse	$F_{4,1113}=79.520$	<i>0.000</i>
Oosterschelde	1 mei-gewicht	$F_{1,303}=547.116$	<i>0.000</i>
	deelgebied (MO,KO,MI,NT)	$F_{3,303}=1.547$	0.202
	deelgebied x 1 mei-gewicht	$F_{3,303}=0.278$	0.841
	1 mei-gewicht	$F_{1,305}=237.919$	<i>0.000</i>
	leeftijdsklasse	$F_{2,305}=3.441$	<i>0.033</i>
	leeftijdsklasse x 1 mei-gewicht	$F_{2,305}=1.934$	0.146
Westerschelde	1 mei-gewicht	$F_{1,153}=219.817$	<i>0.000</i>
	deelgebied (oost en west)	$F_{1,153}=13.255$	<i>0.000</i>
	deelgebied x 1 mei-gewicht	$F_{1,153}=0.206$	0.651
	1 mei-gewicht	$F_{1,151}=75.824$	<i>0.000</i>
	leeftijdsklasse	$F_{2,151}=1.057$	0.350
	leeftijdsklasse x 1 mei-gewicht	$F_{2,151}=1.155$	0.856
Oosterschelde en Westerschelde	1 mei-gewicht	$F_{1,464}=917.389$	<i>0.000</i>
	gebied (OS, WS)	$F_{1,464}=21.476$	<i>0.000</i>
	gebied x 1 mei-gewicht	$F_{1,464}=0.005$	0.941
Waddenzee	1 mei-gewicht	$F_{1,654}=379.050$	<i>0.000</i>
	deelgebied (sublit en lit)	$F_{1,654}=1.396$	0.238
	deelgebied x 1 mei-gewicht	$F_{1,654}=0.013$	0.910
	1 mei-gewicht	$F_{1,652}=404.192$	<i>0.000</i>
	leeftijdsklasse	$F_{2,652}=21.284$	<i>0.000</i>
	leeftijdsklasse x 1 mei-gewicht	$F_{2,652}=18.068$	<i>0.000</i>

Tabel 4.2. Relatie tussen versgewicht op 1 mei (x) en versgewicht gewicht op 1 september (y):  
 $y = Ax^B$  voor kokkels in de Ooster- en Westerschelde en Waddenzee.

	A	se van A	B	se van B	R <sup>2</sup>	P	n
Ooster-en Westerschelde							
alle jaarklassen	3.82	0.115	0.51	0.015	0.77	<0.01	458
Waddenzee							
1-jarig	4.75	0.219	0.34	0.042	0.23	<0.01	223
2-jarig	3.39	0.346	0.50	0.049	0.36	<0.01	170
meer-jarig	2.72	0.290	0.66	0.037	0.62	<0.01	264

**kokkels in de Oosterschelde en Westerschelde**

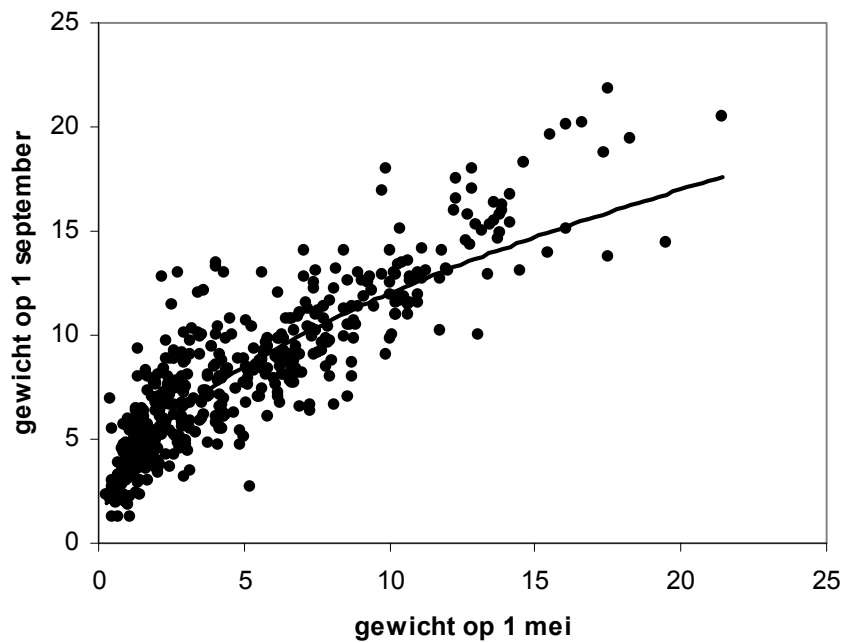


Fig. 4.2. Relatie tussen versgewicht in grammen van kokkels op 1 september en op 1 mei in de bemonsterde vakken in de Oosterschelde en Westerschelde jaarklas 90-00. Ieder punt is 1 jaarklas in 1 vak in 1 jaar (voor formule zie tabel 4.2).

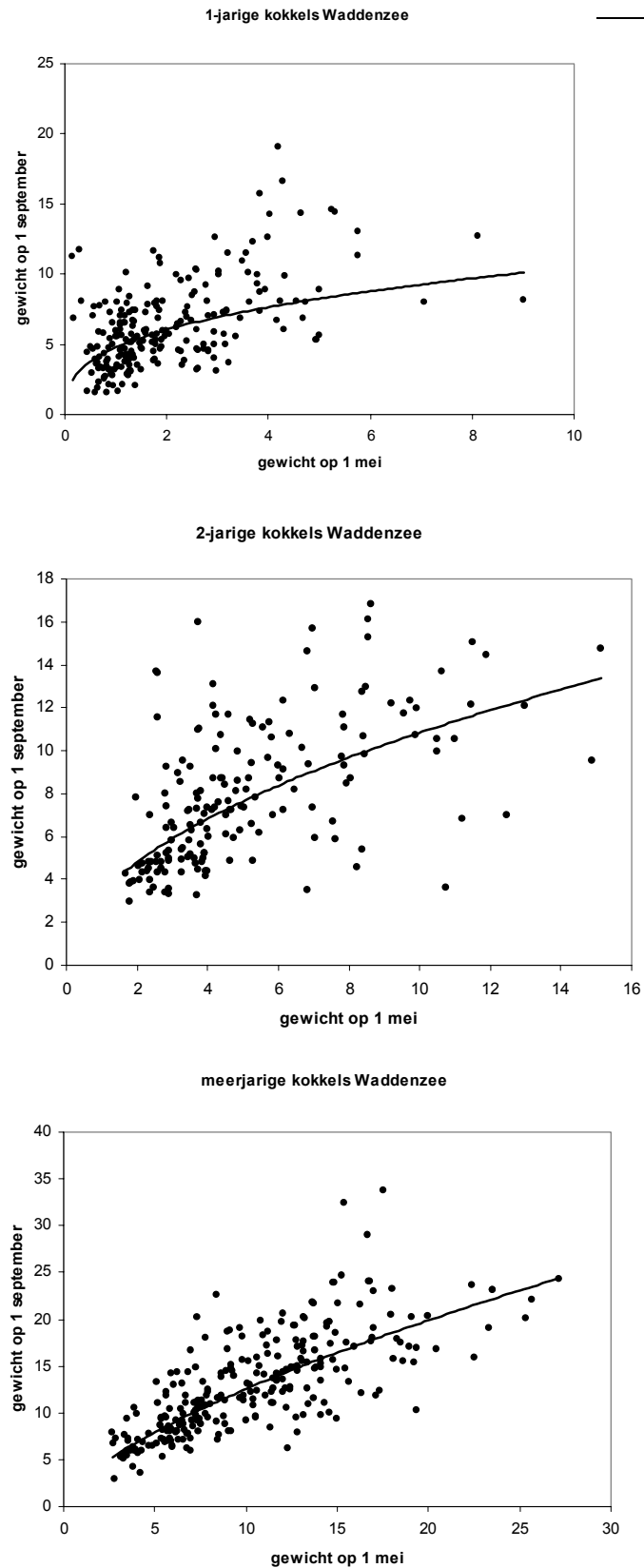


Fig. 4.3. Relatie tussen versgewicht in grammen (a) 1-jarige, (b) 2-jarige en (c) 3-jarige kokkels op 1 september en op 1 mei op de stations uit de voorjaarsinventarisatie en herbemonstering van 2001 en 2002 in de Waddenzee. Ieder punt is 1 station in 1 jaar (voor formules zie tabel 4.2).

Voor de periode 1 mei tot 1 september bestaat de relatie  $y = Ax^B$

$y$  = gewicht op 1 september

$x$  = gewicht op 1 mei

A en B zijn constanten

Een kokkel bemonsterd op een bepaalde dag tijdens de monstercampagne heeft gewicht  $z$  (dit is bepaald uit  $B_{\text{mei}}/N_{\text{mei}}$ ). Dit gewicht wordt vervolgens teruggerekend naar het gewicht op 1 mei ( $x$ ) m.b.v. de volgende formule:

$$z = x \left\{ \frac{x - Ax^B}{x} \right\}^{d/122}$$

Hierbij is  $d$  het aantal dagen tussen 1 mei en de monsterdatum. In bovenstaande formule zijn  $z$ ,  $A$ ,  $B$  en  $d$  bekend, dus kan  $x$  berekend worden. Vervolgens wordt  $x$  ingevuld in de formule  $Ax^B$  en is het gewicht op 1 september bekend.

De bestandsschattingen voor september die zijn verkregen met een tussenstand van de nieuwe begingewicht methode zijn beschikbaar gesteld aan andere EVA II deelprojecten. Hierop wordt nader ingegaan in Bijlage B.

#### 4.2.2. Gebruik beginbestand voor schatten van groei

Met de begingewicht methode wordt geen rekening gehouden met andere factoren die de groei in een bepaald jaar kunnen beïnvloeden. De groei van kokkels in de Oosterschelde vertoont b.v. grote verschillen per jaar, waarbij kokkels die aan het begin van het groeiseizoen klein waren ook aan het eind nog relatief klein zijn (Fig. 4.4). Ook andere factoren dan het begingewicht, zoals b.v. de voedselomstandigheden in dat jaar, lijken een belangrijke rol bij de groei te spelen.



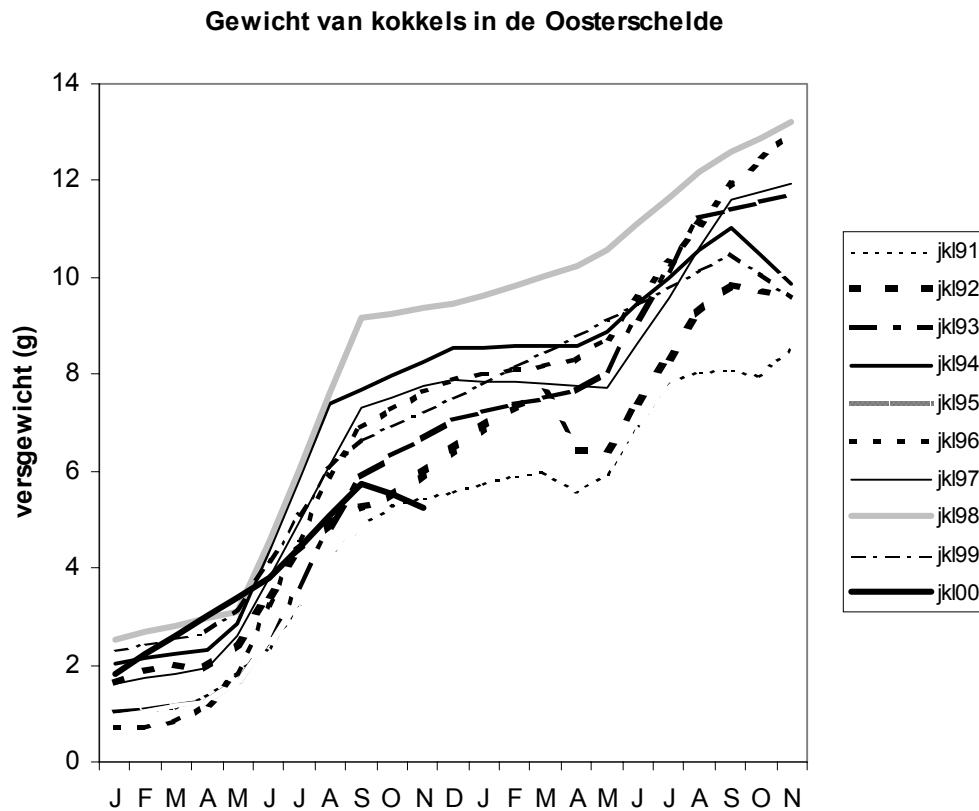


Fig. 4.4. Het verloop van het gewicht van kokkels van verschillende jaarklassen gemiddeld in de vakken in de Oosterschelde.

Wanneer de gemiddelde groei van jaar tot jaar uit de bestandsopnamen wordt uitgezet tegen het totale bestand aan kokkels aan het begin van dat groei jaar, wordt er een negatieve relatie gevonden (Fig. 4.5, 4.6, 4.7). De gepresenteerde regressie gaf de hoogste  $R^2$  waarde voor de Waddenzee. Hetzelfde model is vervolgens toegepast op de gegevens van de Oosterschelde en de Westerschelde. Een dergelijke analyse van voorjaar tot voorjaar kan alleen voor de groei van 1-jarige tot 2-jarige kokkels worden uitgevoerd, omdat het gemiddelde gewicht van meerjarige kokkels zowel op 3-jarige als oudere kokkels is gebaseerd. De relatie tussen groei en bestand is significant voor de Waddenzee en de Oosterschelde (Fig. 4.5 en 4.6). Dit wijst op voedselconcurrentie die zich op de schaal van een geheel gebied afspeelt (Herman et al., 1999). Er zijn geen bewijzen dat dit daadwerkelijk zo plaatsvindt. Recente metingen en analyses op verschillende schaal niveaus (van cm tot meerdere km) wijzen voor de Oosterschelde juist in de richting van een lokaal effect van dichtheid. Daar vindt groeivertraging vooral plaats op een schaal die kleiner is dan 1 km (Alunno-Bruscia & Bult, in prep). Mogelijk spelen relaties met mossel- of oesterbestanden ook een rol.

### Gewichtstoename van éénjarige kokkels in de Waddenzee

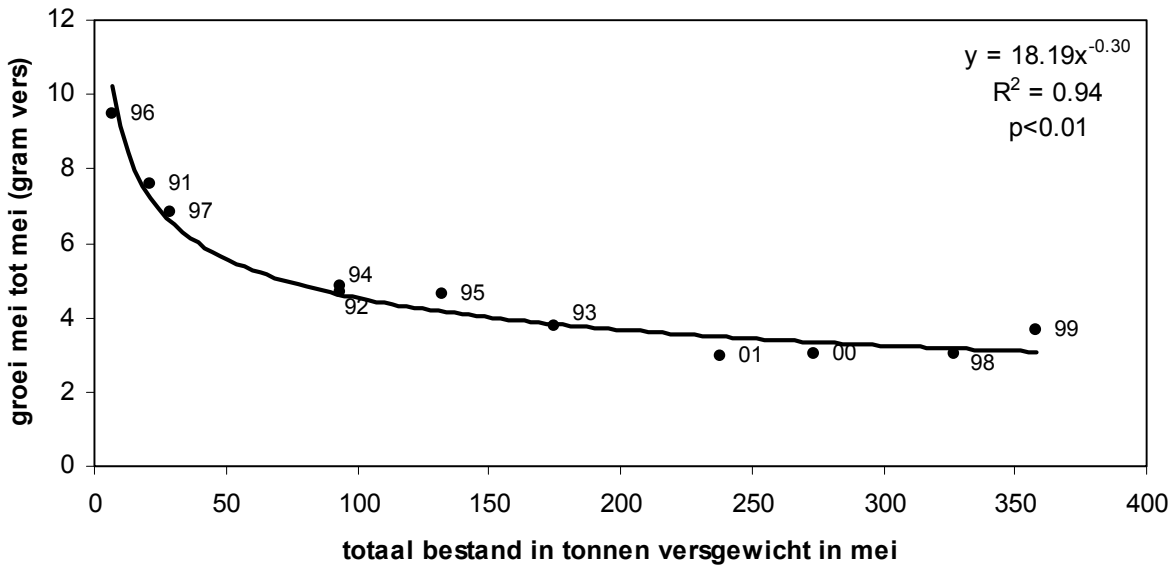


Fig. 4.5. De toename in grammen versgewicht van éénjarige kokkels in het intergetijde gebied als functie van het totale bestand miljoen kg versgewicht in de Waddenzee (data uit de voorjaarsinventarisaties).

Hoewel het mechanisme achter het verband tussen groei en bestand nog niet geheel duidelijk is kan de relatie wel gebruikt worden voor het verfijnen van de schattingen van de groei van 1 mei tot 1 september. Het bestand aan het begin van het groei jaar is immers bekend, dus dat geeft een mogelijkheid voor een beginbestand methode.

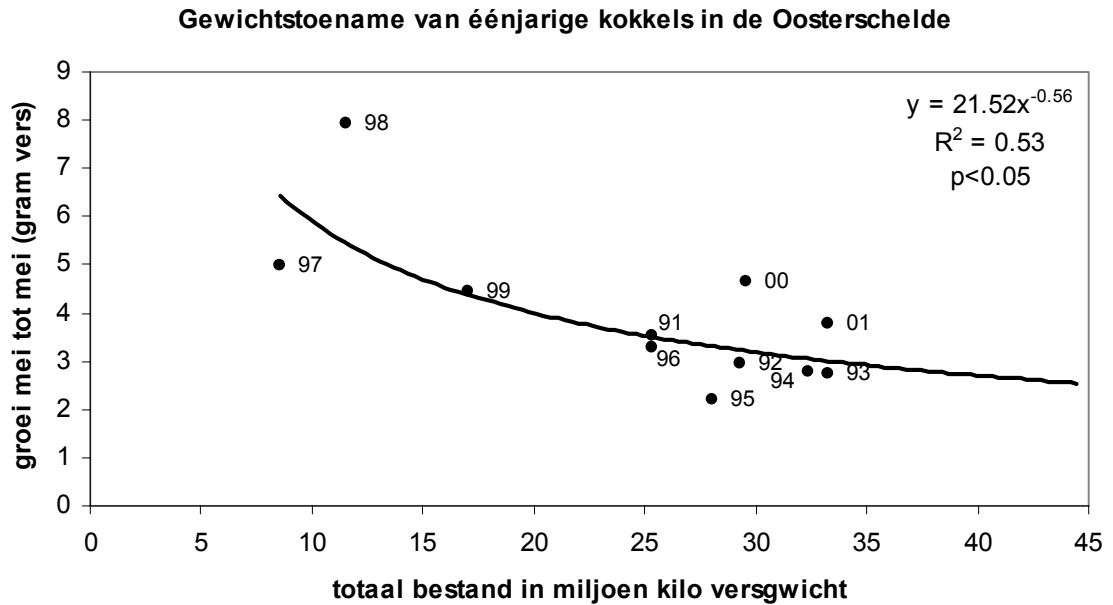


Fig. 4.6. De toename in grammen versgewicht van éénjarige kokkels in de Oosterschelde als functie van de omvang van het kokkelbestand (data uit de voorjaarsinventarisaties).

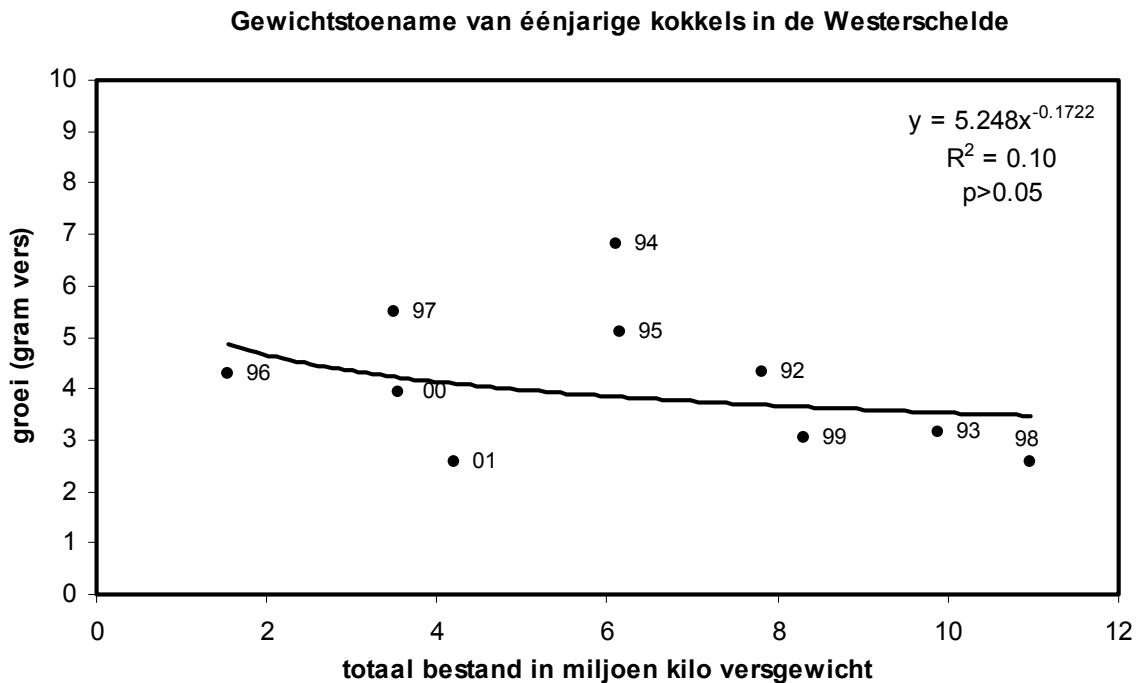


Fig. 4.7. De toename in grammen versgewicht van éénjarige kokkels in de Westerschelde als functie van de omvang van het kokkelbestand (data uit de voorjaarsinventarisaties).

---

Om gebruik te kunnen maken van de relaties tussen gewichtstoename van kokkels en de omvang van het kokkelbestand in de Waddenzee en Oosterschelde is dezelfde relatie als uit figuur 4.5 en 4.6 voor de periode van voorjaar tot najaar bepaald aan de hand van de najaarsinventarisaties. Omdat nu gebruik wordt gemaakt van gegevens binnen 1 jaar kunnen relaties worden bepaald voor zowel 1-jarige, 2-jarige en meer-jarige kokkels. Dit levert per gebied en per leeftijdsklasse een formule die de relatie tussen beginbestand en groei beschrijft. Voor ieder bestand kan voor iedere leeftijdsklasse de toename in gram versgewicht worden bepaald door invulling van de formule. Omdat de relatie tussen gewichtstoename van kokkels en het kokkelbestand niet significant was in de Westerschelde (Fig. 4.7) is geen formule voor de Westerschelde bepaald.

Figuur 4.8 geeft de relatie tussen het beginbestand en de groei in gram versgewicht voor de kokkels in de Waddenzee. De relatie is voor alle leeftijdsklassen gelijkvormig en significant voor de 1-jarige kokkels. Hij is ook significant voor meer-jarige kokkels, maar dan tegenovergesteld aan de verwachting: positief i.p.v. negatief. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door het feit dat grote bestanden van kokkels vaak bestaan uit 3-jarige kokkels, terwijl kleine bestanden vaak uit echt oude kokkels bestaan, die niet meer groeien. In figuur 4.9 staan de resultaten voor de Oosterschelde. Hierbij is de relatie niet gelijkvormig voor alle leeftijdsklassen en alleen significant voor de 1-jarige kokkels. Omdat niet alle relaties significant zijn is deze methode ongeschikt voor het schatten van de groei in de periode 1 mei tot 1 september.

Een combinatie van het gebruik van de begin gewicht methode voor alle leeftijdsklassen en de significante relaties uit de begin bestand methode is wel mogelijk. Dit wordt besproken in paragraaf 4.2.3.

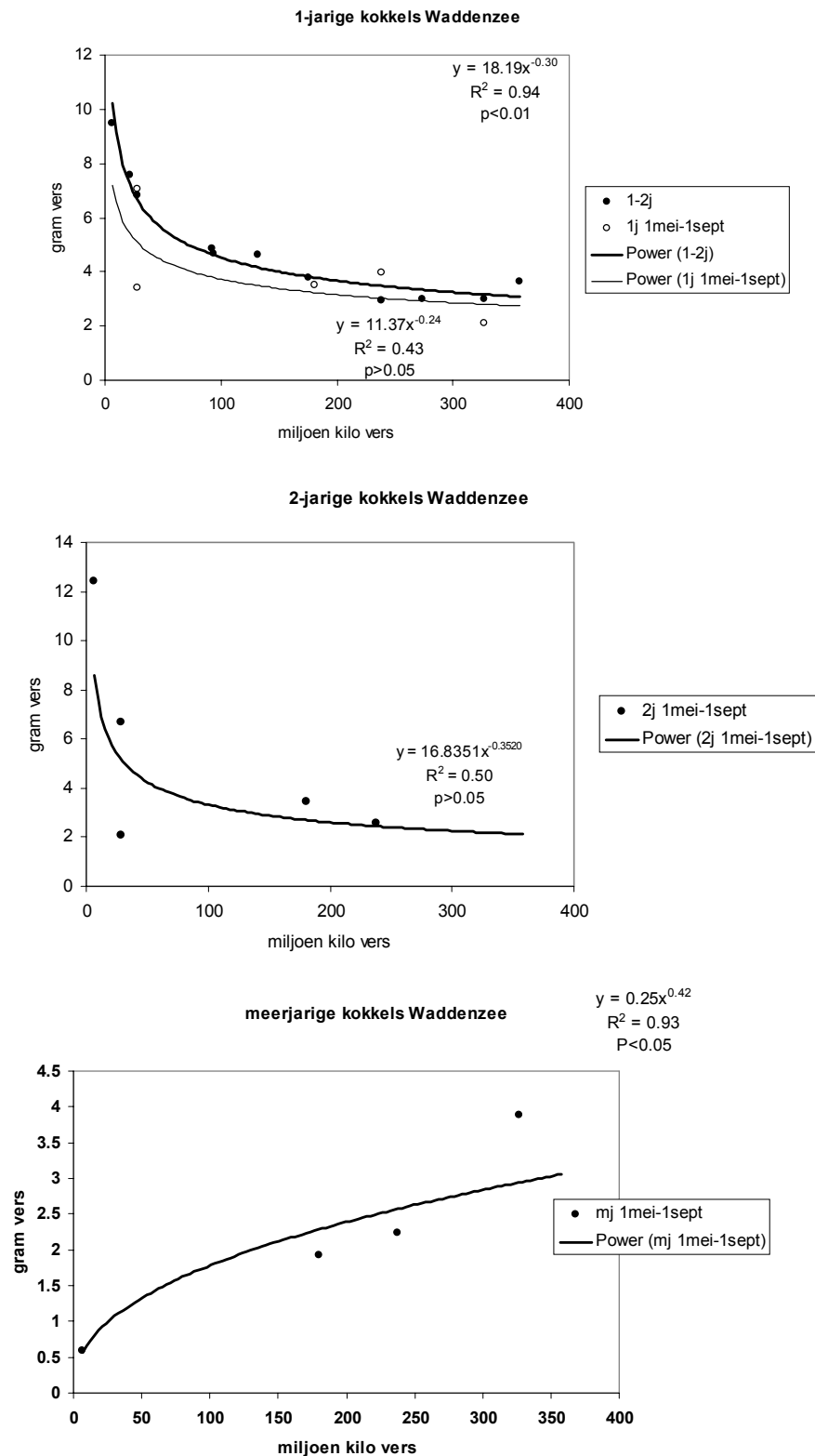


Fig. 4.8. De toename in grammen versgewicht van kokkels van voorjaar tot voorjaar (1-jarig: 1-2j) en van voorjaar tot najaar (3 jaarklassen: 1mei-1sept) in de Waddenzee als functie van de omvang van het kokkelbestand in het voorjaar in miljoen kg versgewicht (data uit de voorjaarsinventarisaties).

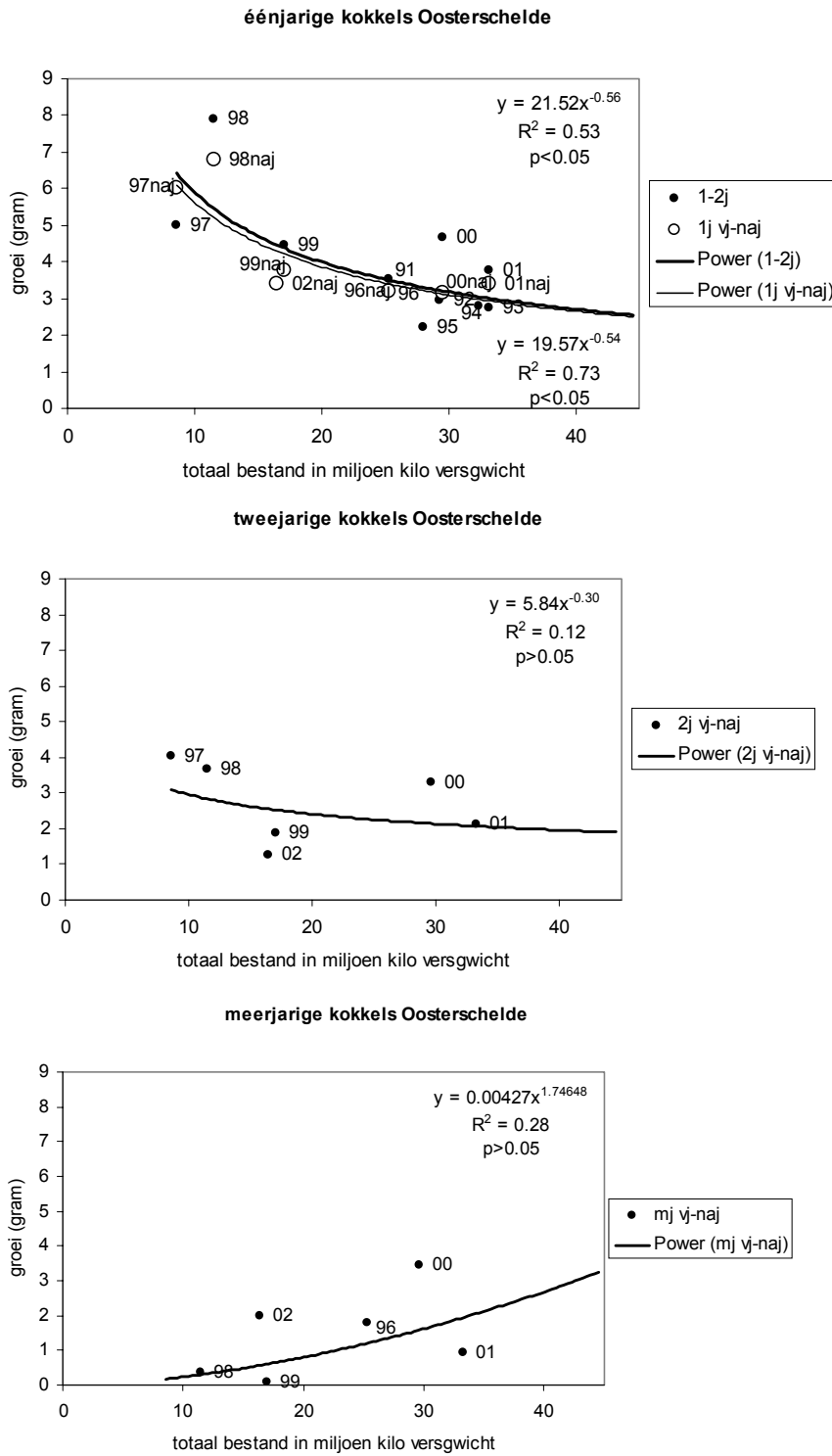


Fig. 4.9. De toename in grammen versgewicht van kokkels van voorjaar tot voorjaar (1-jarig: 1-2j) en van voorjaar tot najaar (3 jaarklassen: 1mei-1sept) in de Oosterschelde als functie van de omvang van het kokkelbestand in het voorjaar in miljoen kg versgewicht (data uit de voorjaarsinventarisaties).

#### 4.2.3. Gecombineerde methode voor schatten van groei

Een derde optie voor verbetering van de methode om het bestand op 1 september te schatten is een combinatie van de twee eerder genoemde methoden (4.2. de begin-gewicht methode en 4.3. de begin-bestand methode). Bij de combinatie is de begin-gewicht methode voor 1 jarige kokkels uitgebreid met een correctie factor voor het begin-bestand.

De correctie voor begin bestand is alleen voor de 1-jarige kokkels in de Waddenzee en Oosterschelde uitgevoerd, omdat de andere jaarklassen en gebieden geen significante relatie of geen verklaarbare relatie tussen groei en begin bestand liet zien. Voor de Waddenzee is bij de begin-gewicht methode uitgegaan van de herbemonsteringen in 2001 en 2002. Bij het bepalen van een correctiefactor voor bestand is daarom het gemiddelde bestand in 2001 en 2002 ingevuld in de formule die de relatie tussen bestand en groei beschrijft (zie Fig. 4.5 voor formule). De aldus verkregen groei is op 1 gesteld. In de Oosterschelde is de begin-gewicht methode gebaseerd op de groei van kokkels in de vakken in de jaren 1992 tot en met 2001. Het gemiddelde bestand van die periode is ingevuld in de formule (zie Fig. 4.6 voor formule). De aldus verkregen groei is op 1 gesteld.

In beide wateren is de groei van de verschillende jaren bepaald door invulling van het bestand in dat jaar in de formule. Deze groeiwaarden zijn vervolgens gerelateerd aan de groei die op 1 is gesteld om te komen tot een groeifactor voor dat specifieke jaar. De gewichtstoename van 1-jarige kokkels van 1 mei naar 1 september is vermenigvuldigd met de groeifactor uit de relatie met het bestand (formule 7).

$$B_{\text{sept}} = B_{\text{mei}} (aF_c G)^d \quad (\text{formule 7})$$

$B_{\text{sept}}$  = Biomassa (versgewicht) per m<sup>2</sup> op 1 september

$B_{\text{mei}}$  = Biomassa (versgewicht) per m<sup>2</sup> op bemonsteringsdatum in het voorjaar

$a$  = factor voor dagelijkse sterfte, afhankelijk van leeftijd (gebaseerd op tabel 3.1)

$F_c$  = groeifactor uit relatie tussen gewichtstoename en beginbestand voor 1-jarige kokkels in de Waddenzee en Oosterschelde (gebaseerd op Fig. 4.5 en Fig. 4.6)

$G$  = groeiformule, afhankelijk van begingewicht (relatie uit tabel 4.2)

$d$  = aantal dagen tussen bemonsteringsdatum en 1 september

$F_c$  is bepaald door het gemiddelde bestand ( $x_1$ ) in 2001 en 2002 (Waddenzee) of in de periode 1992-2001 (Oosterschelde) in te vullen in de verkregen relaties tussen bestand ( $x$ ) en groei ( $y$ ):

$y = 18.19 x^{-0.30}$  voor de Waddenzee en  $y = 21.52 x^{-0.56}$  voor de Oosterschelde (Fig. 4.5 en Fig. 4.6).

De aldus verkregen groei  $y$  is  $G_1$ . Vervolgens is het bestand van het voorjaar van bemonstering ( $x_2$ ) in gevuld in de formule  $y = 18.19 x^{-0.30}$  voor de Waddenzee en  $y = 21.52 x^{-0.56}$  voor de Oosterschelde. De aldus verkregen groei  $y$  is  $G_2$ .  $F_c$  is dan  $G_2/G_1$

### 4.3. Resultaten en discussie

De voorjaarsinventarisaties zijn doorgerekend naar september schattingen met beide alternatieve methoden voor het schatten van de groei en de oude sterfte percentages (Waddenzee Fig. 4.10 en Oosterschelde Fig. 4.11). De combinatie methode laat zien dat het totale bestand in september in de meeste jaren in de Waddenzee iets hoger uitvalt dan de begin gewicht methoden (Fig. 4.10). In de Oosterschelde wordt het bestand met combinatie methode juist vaker lager dan met de begin gewicht methode (Fig. 4.11). De verschillen tussen de twee methoden zijn in beide wateren echter zeer klein. De nieuwe schattingen zijn vervolgens vergeleken met de herbemonsteringen (Fig. 4.12, Tabel 4.3).

*Tabel 4.3. Standaard deviatie van verschil tussen berekende en herbemonsterde biomassa (residuele waarde) en 95% betrouwbaarheidsinterval van in miljoen kg versgewicht. Voor uitleg sd van residuele waarde en 95% zie tabel 3.5.*

Gebied	n (aantal jaar)	gemiddelde biomassa in herbemonsteringen	sd van residuele waarde begin gewicht methode	95% begin gewicht methode	sd van residuele waarde combinatie methode	95% combinatie methode
Waddenzee	3	69.5	5.1	10.0 (= 14%)	3.8	7.5 (= 11%)
Oosterschelde	4	29.5	3.7	7.4 (= 25%)	4.9	9.6 (= 32%)
Westerschelde	3	6.2	1.0	2.0 (= 32%)	xxx	xxx



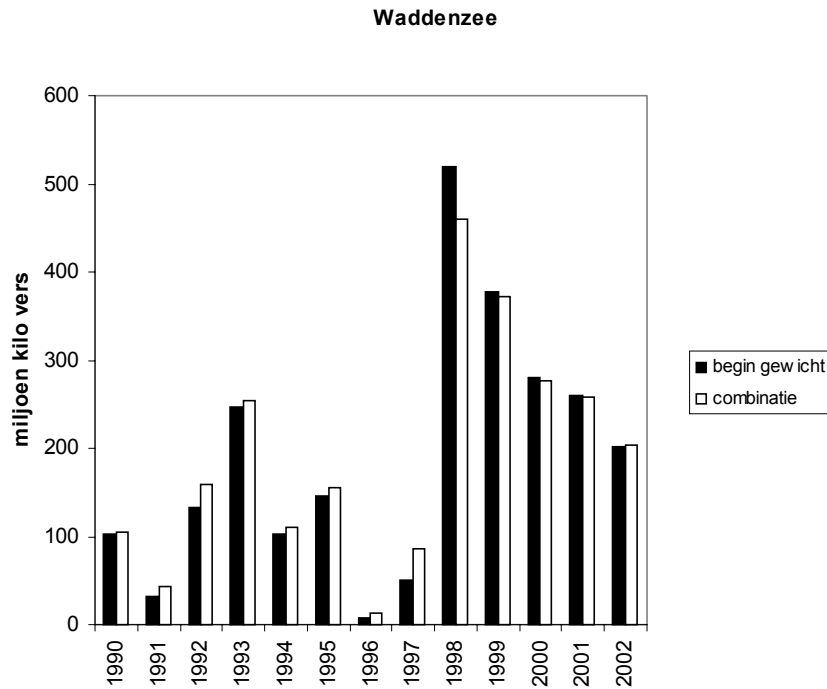


Fig. 4.10. Het geschatte kokkelbestand in miljoen kilo versgewicht op 1 september in de Waddenzee berekend uit de voorjaarsinventarisaties volgens de begingewicht berekening en de combinatie berekening (sterfte in alle berekeningen 28%).

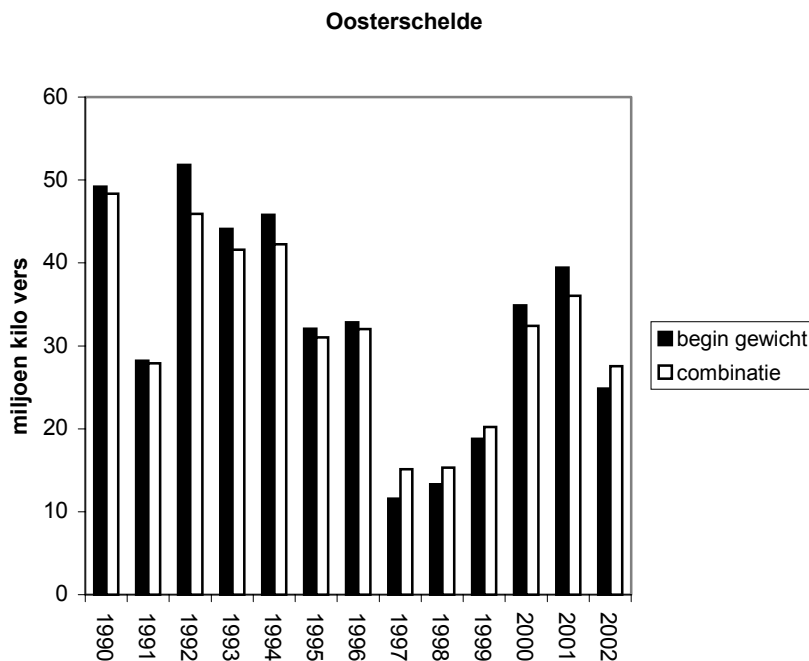


Fig. 4.11. Het geschatte kokkelbestand in miljoen kilo versgewicht op 1 september in de Oosterschelde berekend uit de voorjaarsinventarisaties volgens de begingewicht berekening en de combinatie berekening (sterfte in alle berekeningen 28%).

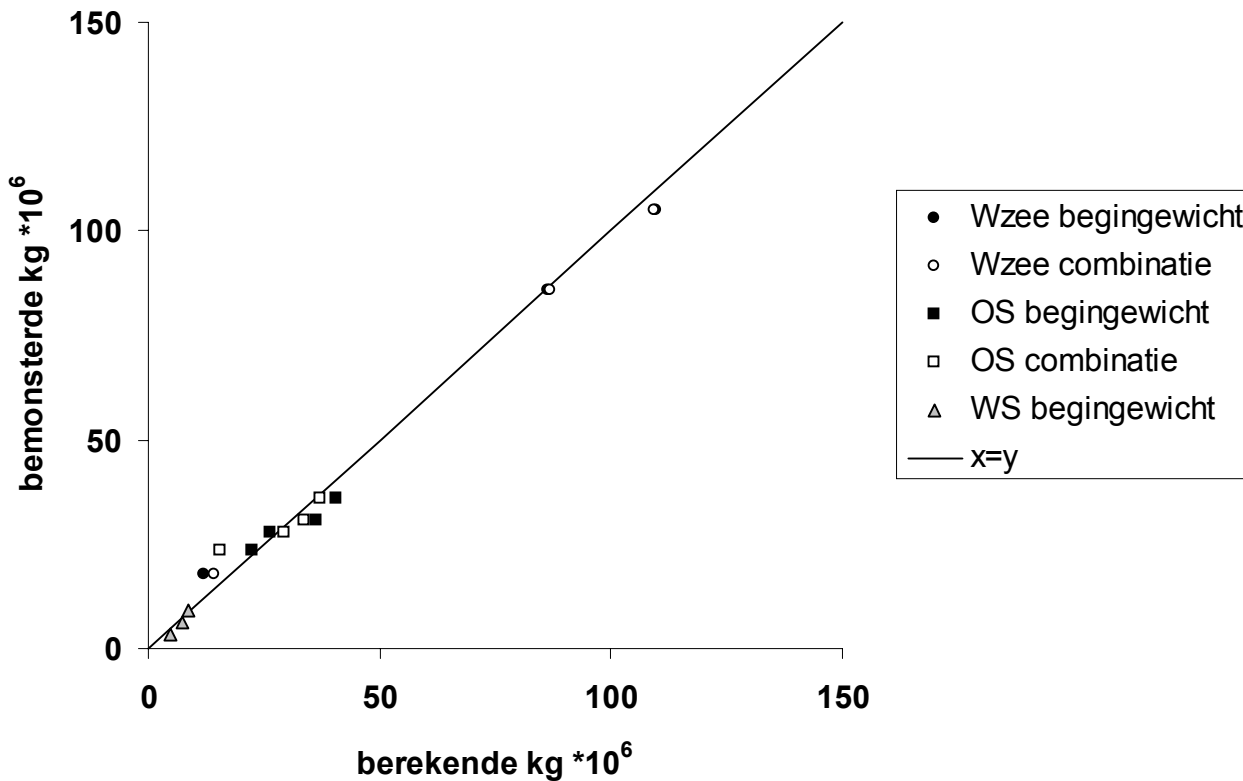


Fig. 4.12. Miljoen kg versgewicht van kokkels in de Oosterschelde, Westerschelde en Waddenzee zoals berekend met de begin-gewicht methode en de combinatie methode voor het moment van de herbemonstering en de aangetroffen biomassa bij de herbemonstering aan het einde van de zomer in 1996 (alleen OS), 1997 (alleen Wzee), 2000 (OS en WS) 2001, (OS, WS, Wzee) 2002 (OS, WS, Wzee).

In alle drie de wateren geven de nieuwe schattingen bestanden die veel dichter in de buurt van de herbemonstering liggen dan de oude schattingen (Vergelijk met Fig. 3.5 en Tabel 3.5). De variatie in verschil tussen berekende en bemonsterde waarden is veel kleiner (Tabel 3.5: 95% betrouwbaarheidsintervallen van 37-61% met de oude methode en Tabel 4.3: 95% betrouwbaarheidsintervallen van 11-32% met de nieuwe methoden). De beide alternatieve methoden geven zeer vergelijkbare resultaten. De begin gewicht methode is voor de Oosterschelde en de Westerschelde gebaseerd op gegevens van een groot aantal jaren (Fig. 4.2). Hier zitten zowel jaren tussen met een hoog bestand als jaren met een laag bestand. Voor de Waddenzee zijn slechts gegevens van twee jaren met een relatief hoog bestand gebruikt (Fig. 4.3). Bij de combinatie methode wordt de groei van 1-jarigen in de Oosterschelde en Waddenzee gecorrigeerd voor jaren met een hoog of laag bestand. Deze uitbreiding maakt dat de combinatie methode voor de Oosterschelde en Waddenzee het beste alternatief is voor de huidige methode. Voor de Westerschelde is alleen de begin gewicht methode voorhanden als alternatief omdat er geen significant verband tussen bestand en groei werd gevonden.

#### 4.4. Consequenties van alternatieve extrapolatiemethode

De alternatieve methode van extrapolatie kan consequenties hebben voor het tot nu toe gevoerde beleid voor visserijvergunningen. Daarom zijn bestandsvoorspellingen van de hoeveelheid oogstbaar vlees voor de afgelopen jaren gemaakt met de alternatieve methode. Als alternatieve methode wordt de combinatie methode gebruikt voor Waddenzee en Oosterschelde (zie 4.2.3.) en de begingewicht methode voor de Westerschelde (zie 4.2.1). Voor de sterfte 28% aangehouden. Vanaf 1993 vindt voedselreservering plaats in de Waddenzee en Oosterschelde. Dit betekent dat een bepaalde hoeveelheid oogstbaar kokkelvlees niet opgevist mag worden. De bestandsvoorspellingen zijn afgezet tegen de hoeveelheden kokkels die in de verschillende jaren zijn opgevist en gereserveerd als voedsel voor vogels.

##### 4.4.1. Materiaal en methode

Voor de alternatieve methode van bestandsschatten is de hoeveelheid oogstbaar vlees berekend volgens Bult & Kesteloo (2002). Hierbij wordt het versgewicht omgerekend naar vlees door een percentage van 15% vlees aan te nemen. Verder worden alleen kokkelvoorkomens met dichtheden boven de 50 per m<sup>2</sup> in de berekening van het totale bestand betrokken.

##### 4.4.2. Resultaten en discussie

De bestandsschattingen, voedselreserverings- en vangst-hoeveelheden zijn weergegeven in tabel 4.4 en figuur 4.13, 4.14, en 4.15.

Tabel 4.4. Hoeveelheden oogstbaar kokkelvlees in miljoen kg die zijn geschat (met de oude en de alternatieve methode), opgevist en gereserveerd voor de vogels (vanaf 1993) in de verschillende jaren en wateren. In de Westerschelde vinden vanaf 1992 bestandsopnamen plaats. Er vindt geen voedselreservering plaats in de Westerschelde. De reservering en de vangst in de Waddenzee betreft tot 2000 alleen het litoraal. Tot die tijd werd geen voedsel gereserveerd in het sublitoraal. \* In 2001 en 2002 werd 10 miljoen kg gereserveerd in de vorm van mosselen en kokkels, de reservering van kokkels is de hoeveelheid na aftrek van de hoeveelheid litorale mosselen.

Jaar	Waddenzee				Oosterschelde				Westerschelde			
	oude methode	alternatieve methode	reser- vering	vang- st	oude methode	alternatieve methode	reser- vering	vangst	oude methode	alternatieve methode	vangst	
1990	6,84	5,40	X	5,54	4,57	4,06	X	0,93	X	X	X	
1991	1,66	2,56	X	X	2,56	1,94	X	0,48	X	X	X	
1992	22,39	14,43	X	1,85	9,16	5,03	X	1,29	0,96	0,58	0,3	
1993	33,97	25,83	7,56	3,97	5,21	4,06	2,04	0,27	2,16	1,52	0,8	
1994	11,08	8,11	7,56	2,13	6,26	4,41	2,04	3,32	1,14	0,84	0,8	
1995	14,64	10,48	7,56	2,99	3,94	2,45	2,04	1,02	1,71	1,10	0,7	
1996	0,23	0,27	7,56	X	3,37	2,74	2,04	0,84	0,24	0,23		
1997	5,48	5,30	7,56	X	0,77	0,78	2,04	X	0,78	0,52	0,25	
1998	119,03	55,06	7,56	9,00	1,06	0,84	2,04	X	4,39	3,62	0,62	
1999	50,81	40,43	7,56	7,73	2,26	1,36	5	X	1,00	1,17	0,36	
2000	36,98	27,92	7,56	2,59	4,89	3,21	4,1	X	0,28	0,28	0,04	
2001	31,92	23,73	6*	1,91	6,56	3,88	4,1	1,09	1,08	0,78	0,01	
2002	21,91	16,51	0*	1,77	3,35	2,43	4,1	X	1,19	1,07	0,05	

In de Waddenzee komt het geschatte bestand met de oude berekening in twee jaren (1996 en 1997) onder het niveau van de voedselreservering (Tabel 4.4 en Fig. 4.13). In deze jaren is niet gevestigd in het litoraal. Met de nieuwe berekeningen komt het bestand in de Waddenzee ook in 1994 en 1995 onder de waarde van voedselreservering en vangst tezamen (Tabel 4.4 en Fig. 4.13).

In de Oosterschelde komt het geschatte bestand met de oude berekening in drie jaar (1997, 1998 en 2002) onder het niveau van de voedselreservering (Tabel 4.4 en Fig. 4.14). In deze jaren is niet gevestigd. In de Oosterschelde leiden de nieuwe berekeningen ook in 1994, 1995, 1996 en 2001 tot een waarde onder de voedselreservering en vangst tezamen (Tabel 4.4 en Fig. 4.14).

In de Westerschelde wordt geen voedsel voor vogels gereserveerd. Tabel 4.4 en figuur 4.15 tonen het geschatte bestand en de vangst per jaar in de Westerschelde.

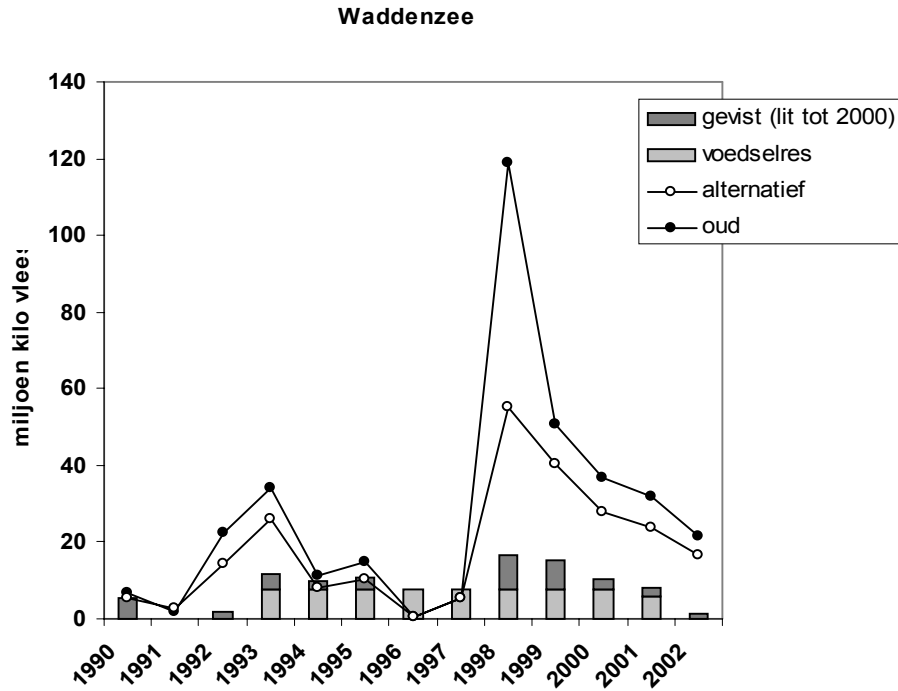


Fig. 4.13. Het geschatte kokkelbestand (2 methoden) in miljoen kilo oogstbaar vlees op 1 september in de Waddenzee en de hoeveelheid geviste en gereserveerde kokkels.

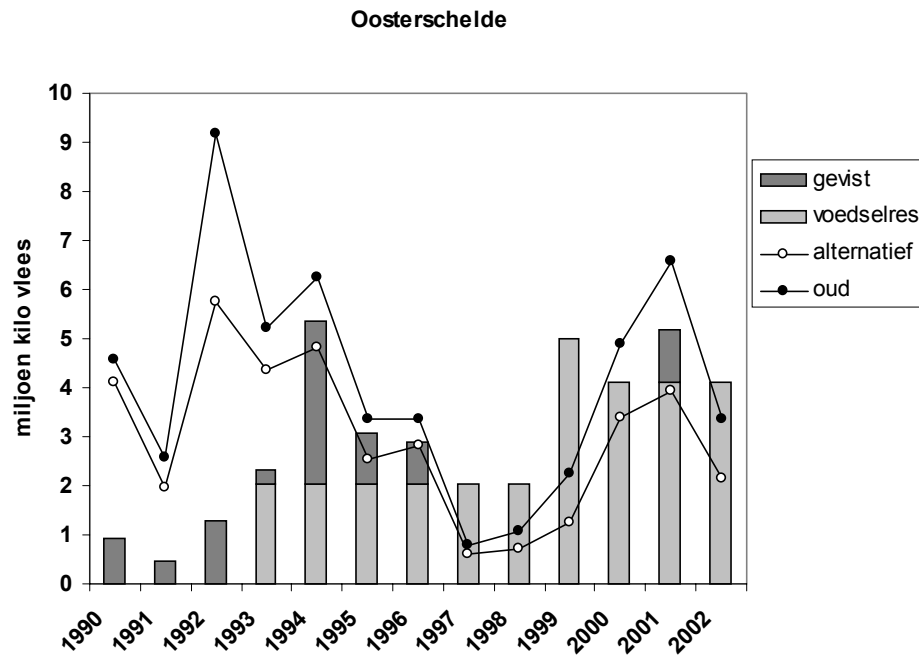


Fig. 4.14. Het geschatte kokkelbestand (2 methoden) in miljoen kilo oogstbaar vlees op 1 september in de Oosterschelde en de hoeveelheid geviste en gereserveerde kokkels.

## Westerschelde

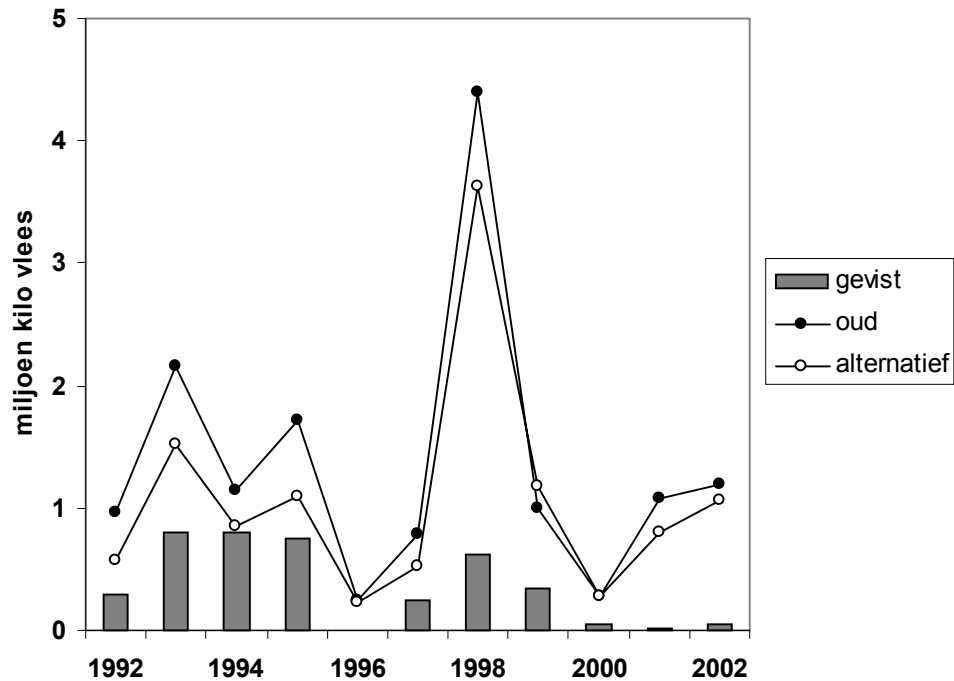


Fig. 4.15. Het geschatte kokkelbestand (2 methoden) in miljoen kilo oogstbaar vlees op 1 september in de Westerschelde en de hoeveelheid geviste kokkels.

Samengevat voorspellen de alternatieve berekeningen in de meeste jaren een lager bestand dan tot nu toe voorspeld. In jaren van schaarste leidt dit tot een schatting die onder de reservering uitkomt. In een aantal jaren was de vangst hierdoor hoger dan op grond van de alternatieve bestandsschattingen wenselijk was (Waddenzee: 1994-1.58 milj kg meer dan gewenst, 1995-0.07 milj kg; Oosterschelde 1994-0.95 milj kg, 1995-0.61 milj kg, 1996-0.14 milj kg en 2001-1.09 milj kg).

De schattingen gaan uit van een gemiddelde groei en sterfte. In werkelijkheid kan de sterfte bv lager en de groei hoger zijn geweest, waardoor het totale bestand ook hoger was. Hierdoor is nooit precies te achterhalen wat het werkelijke bestand in een bepaald jaar is geweest. Daarnaast wordt bij de bestandsberekeningen uitgegaan van een vleespercentage van 15% van het versgewicht rond 1 september. Dit vleespercentage kan in werkelijkheid ook anders geweest zijn. Het RIVO houdt sinds 1992 enquêtes onder de kokkelvisserij over de vangsten (EVA II A1 rapport, Kamermans et al). Uit deze gegevens is het % vlees in de periode augustus en september voor de jaren 1992 –2002 berekend (Tabel 4.5). In drie jaren dat vangst hoger was dan wenselijk op grond van de alternatieve bestandsschattingen was het percentage vlees ook hoger (Oosterschelde 1994, 1995 en Waddenzee 1994). Dit betekent dat er in werkelijkheid meer vlees aanwezig was dan de schatting aangeeft. In twee jaren dat vangst hoger was dan wenselijk op grond van de alternatieve bestandsschattingen was het percentage vlees lager (Oosterschelde 1996 en 2001). In die jaren was er in werkelijkheid minder

vlees aanwezig was dan de schatting aangeeft. De visserij corrigeert echter voor vlees percentages anders dan 15%. Hierdoor heeft een ander vlees percentage geen effect op de hoeveelheid vlees die over blijft voor vogels.

*Tabel 4.5. Het vleesgewicht van kokkels uitgedrukt als percentage van het versgewicht zoals in de maanden augustus en september opgegeven in enquêtes die het RIVO houdt onder de kokkelvisserij.*

jaar	Oosterschelde	Westerschelde	Waddenzee
1992	19.95		13.78
1993	15.58		17.46
1994	19.91	17.01	17.57
1995	19.50	14.75	17.45
1996	15.87		
1997		16.84	18.39
1998			18.93
1999		13.44	18.30
2000		16.17	16.12
2001	14.52	14.00	16.31
2002		14.64	15.69
gem	17.56	15.26	17.00



## 5. Conclusies en aanbevelingen

### 5.1. Conclusies

De in de inleiding genoemde vragen worden hieronder beantwoord.

#### Nauwkeurigheid van de schatting van het bestand in de Waddenzee in de periode vóórdat het RIVO bestandsopnamen uitvoerde

Het kokkelbestand op het Balgzand is onvoldoende representatief voor de rest van de Waddenzee. Gemiddeld komt de schatting voor de gehele Waddenzee met behulp van het bestand op het Balgzand 7% hoger uit dan de inventarisatie van de Waddenzee, met een spreiding van een factor 0.5 tot 4. Er is geen systematisch verband tussen het bestand op het Balgzand en in de rest van de Waddenzee. Hierdoor is de methode die is gebuikt om het kokkelbestand in de Waddenzee voor de periode 1971 – 1990 te schatten niet bruikbaar en zijn er dus geen goede gegevens voor deze periode beschikbaar.

#### Verschil en overeenkomsten tussen resultaten uit de inventarisaties die door de kokkelsector worden uitgevoerd en de bestandsopnamen van het RIVO

Over het algemeen geven de RIVO bestandsopnamen een groter oppervlak aan kokkelbanken dan de door de sector ingetekende banken. Gemiddeld 90% van het oppervlak van de RIVO inventarisaties wordt door de sector ingetekend. De sector geeft een systematisch lagere schattingen dan het RIVO in voor visserij de gesloten gebieden. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat sommige banken door de sector niet worden ingetekend. Voor een betrouwbare locatie indicatie van kokkelbanken wordt aangeraden om naast de kaarten van de sector ook de RIVO bestandsopnamen te gebruiken.

#### Schattingen van het bestand op 1 september

Zowel de groei als de sterfte van kokkels vertoont sterke jaarlijkse variaties. Het op 1 mei geven van een betrouwbare schatting voor de groei en sterfte voor de daaropvolgende 4 maanden is hierdoor problematisch. De huidige methode voor het extrapoleren van bestandsopnames in het voorjaar naar bestandsgroottes in het najaar is geëvalueerd met herbemonsteringen. Ondanks de grote bandbreedte vertoont de biomassaschatting een systematische afwijking van de bemonsterde waarden. De voorspelling is 4 tot 86%, gemiddeld 38%, hoger dan het werkelijk gevonden bestand. De methode dient dus verbeterd te worden.

### Verbetering extrapolatiemethode

Er zijn geen aanwijzingen dat de sterfte systematisch wordt onderschat of overschat, maar de groei wordt overschat. Dit komt omdat de groei van kokkels op de locaties die oorspronkelijk gebruikt zijn voor het opstellen van groei formules ten behoeve van de extrapolatie hoger is dan de gemiddelde groei van kokkels in alle drie de wateren. Gegevens uit groeimetingen in de Oosterschelde en de Westerschelde geven wel een goed beeld van het seizoenale en jaarlijkse verloop in versgewicht van kokkels in deze wateren. De beschikbare gewichtsgegevens van Balgzand, de Piet Scheveplaat en het Groninger Wad zijn minder geschikt om het gewicht van kokkels in de hele Waddenzee rond 1 september te voorspellen. Voor de gemiddelde groei is een alternatieve extrapolatie methode ontwikkeld. De methode betreft het gewicht van de kokkels aan het begin van het seizoen in de berekening van de groei. Voor de Oosterschelde en Westerschelde is de begin-gewicht methode gebaseerd op gegevens van 10-11 jaar. Voor de Waddenzee zijn slechts gegevens van de laatste 2 jaar gebruikt. Dit zijn juist jaren waar de groei van kokkels lager lag dan andere jaren. In alle drie de wateren geven de alternatieve schattingen bestanden die veel dichterbij de herbemonstering liggen dan de oude schattingen. De variatie in verschil tussen berekende en bemonsterde waarden is veel kleiner (95% betrouwbaarheidsintervallen van 37 tot 61% met de oude methode en van 11 tot 32% met de nieuwe methoden). Extrapolatie methoden houden echter altijd een onzekerheid in zich. Dit is alleen te ondervangen door zo kort mogelijk voor de visserij te inventariseren.

### Consequenties nieuwe extrapolatie methoden voor de bestandsvoorspellingen tot nu toe

De alternatieve berekeningen leiden in de meeste jaren een lager bestand dan tot nu toe geschat. In jaren van schaarste leidt dit tot een schatting die onder de reservering uitkomt. In de jaren 1996 en 1997 is niet gevist in de Waddenzee en in 1997, 1998, 1999, 2000, 2002 niet in de Oosterschelde. Er is wel gevist in de Waddenzee in 1994 en 1995 en in de Oosterschelde in 1994, 1995, 1996 en 2001. In die jaren was de vangst hoger dan op grond van de alternatieve bestandsschattingen toelaatbaar werd geacht. De schattingen gaan evenwel uit van een gemiddelde groei en sterfte. Hierdoor is nooit precies te achterhalen wat het werkelijke bestand in een bepaald jaar is geweest.

## 5.2. Aanbevelingen

De evaluatie van de huidige methode van bestand schatten laat zien dat het bestand wordt overschat. Dit is een gevolg van het overschatten van de groeisnelheid. Een alternatieve extrapolatie methode kan deze overschatting verminderen. Hiervoor is het wel noodzakelijk dat (1) de dataset van relaties tussen gewicht op 1 mei en op 1 september voor de Waddenzee wordt uitgebreid met gegevens uit andere jaren en (2) de herbemonsteringen in alle wateren worden gecontinueerd om de nieuwe methode te valideren. Een probleem hierbij is echter dat het om gemiddelde groei gaat. Jaarlijkse

fluctuaties in groei in de periode 1 mei tot 1 september zijn niet te voorspellen, omdat op 1 mei gegevens over temperatuur en voedselaanbod tot 1 september nog onbekend zijn.

Een alternatieve aanpak is om de bestandsopname dicht bij het tijdstip van aanvang van de visserij te laten plaatsvinden. Vooral in arme jaren is dit een optie, omdat dan een goede bestandsopname essentieel is. Hierbij is wel noodzakelijk dat de procedure bij het verlenen van een vergunning in het kader van de Natuurbeschermingswet wordt gewijzigd.

---

## Literatuur

- Beukema, J.J. 1976. Biomass and species richness of the macro-benthic animals living on the tidal flats of the Dutch Wadden sea. *Neth. J. Sea Res.* 236-261.
- Beukema, J.J. 1989. Long-term changes in macrozoobenthic abundance on the tidal flats of the western part of the Dutch Wadden Sea. *Helgolander Meeresunters.* 43: 405-415.
- Bult, T.P. & J.J. Kesteloo, 2002. Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren in 2002. RIVO rapport nr. C038/02, 44 pp.
- Bult, T.P., Baars, D., Ens, B.J., Kats, R.K.H. & Leopold, M.F. 2003. B3: Evaluatie van de meting van het beschikbare voedselaanbod voor vogels die grote schelpdieren eten. RIVO rapport.
- Brey, T. 2001. Population dynamics in benthic invertebrates. A virtual handbook. Version 01.2. <http://www.awi-bremerhaven.de/Benthic/Ecosystem/FoodWeb/Handbook/main.html>  
Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Germany.
- Dekker, R. 1992. Het macrobenthos op negen raaien in de Waddenzee en de Eems-Dollard in 1991. NIOZ- Rapport 1992-3, 44 pp.
- Dekker, R. 1993. Het macrobenthos op negen raaien in de Waddenzee en de Eems-Dollard in 1992. NIOZ- Rapport 1993-3, 42 pp.
- Dekker, R. 1994. Het macrobenthos op negen raaien in de Waddenzee en de Eems-Dollard in 1993. NIOZ- Rapport 1994-2, 42 pp.
- Dekker, R. 1995. Het macrobenthos op twaalf raaien in de Waddenzee en de Eems-Dollard in 1994. NIOZ- Rapport 1995-1, 53 pp.
- Dekker, R. 1996. Het macrobenthos op twaalf raaien in de Waddenzee en de Eems-Dollard in 1995. NIOZ- Rapport 1996-1, 53 pp.
- Dekker, R. 1997. Het macrobenthos op twaalf raaien in de Waddenzee en de Eems-Dollard in 1996. NIOZ- Rapport 1997-5, 53 pp.
- Dekker, R. & W. de Bruin, 1998. Het macrobenthos op twaalf raaien in de Waddenzee en de Eems-Dollard in 1997. NIOZ- Rapport 1998-3, 53 pp.
- Dekker, R. & W. de Bruin, 1999. Het macrobenthos op twaalf raaien in de Waddenzee en de Eems-Dollard in 1998. NIOZ- Rapport 1999-2, 53 pp.
- Herman, P. M. J., J. J. Middelburg, J. van de Koppel, C. H. R. Heip, 1999. Ecology of estuarine macrobenthos. *Advances in Ecological Research* 29: 195-240.
- Kesteloo, J.J. en M. van Riet, 2003. Leeftijdsoepaling van kokkels uit de Oosterschelde 1998 en 2000. RIVO-rapport C006/03.
- Kristensen, I., 1957. Differences in density and growth in a cockle population in the Dutch Wadden Sea. PhD thesis University of Leiden.
- Lammens, J.J., 1967. Growth and reproduction of a tidal flat population of *Macoma balthica* (L.). *Neth. J. Sea Res.* 3: 315-382.

- 
- LNV, 1993, Structuurnota Zee- en Kustvisserij.
- LNV, 1998, Evaluatie van de maatregelen in de kustvisserij gedurende de eerste fase (1993-1997), bijlage V.
- Stralen, M. R. van, 1990. Het kokkelbestand in de Oosterschelde en de Waddenzee in 1990. RIVO-rapport AQ 90 - 03.
- Stralen, M.R. van en J.J. Kesteloo-Hendrikse, 1991. Het kokkelbestand en de broedval van kokkels in de Oosterschelde en in de Waddenzee in 1991. RIVO Rapport AQ 92-05.
- Stralen, M.R. van en J.J. Kesteloo-Hendrikse, 1998. De ontwikkeling van het kokkelbestand in de Waddenzee (1971-1997) en Oosterschelde (1980-1997). RIVO Rapport C.005.98.
- SYSTAT 1998.SYSTAT version 9.0, SPSS Inc.
- Twisk, F., 1990. Groei en sterfte van overjarige kokkels in de Oosterschelde. Rijkswaterstaat DGW. Notitie GWWS-90.13093.
- Vlas, de 1982. De effecten van de kokkelvisserij op de bodemfauna van de Oosterschelde en de Waddenzee. RIN-rapport 82/19: 99 p.
- Williams, M. & Ens, B.J. 2003. The many ways to determine the weight of shellfish or their parts: an attempt to determine general conversion factors. Alterra werkdocument. Wageningen, Alterra .
- Zwarts, L. 1991. Seasonal variation in body weight of the bivalves *Macoma balthica*, *Scrobiclaria plana*, *Mya arenaria* and *Cerastoderma edule* in the Dutch Wadden sea. Neth. J. Sea Res. 28: 231-245.

## Bijlage A. Inventarisaties door de sector in de Waddenzee

### Locatie van banken

Het verschil in oppervlak tussen de inventarisaties van de sector en het RIVO kunnen voortkomen uit het feit dat de grootte van de banken verschilt, of dat de banken op andere locaties liggen. Om dit te onderzoeken is gekeken naar het aantal kokkelstations uit de RIVO inventarisaties dat binnen of buiten de contouren van een bank van de sector viel. Hierbij is een buffer van 50 meter rond de bank aangehouden. Ook is gekeken of de banken van de sector lagen op plaatsen waar de RIVO inventarisatie geen kokkelbank aantrof, d.w.z een kokkeldichtheid van kleiner of gelijk aan  $25\text{m}^{-2}$  (Tabel A1). Hieruit blijkt dat beide gevallen voorkomen. De sector tekende banken in op plaatsen waar het RIVO daarna geen kokkels aantrof en de RIVO inventarisaties vonden kokkelbanken buiten de door de sector ingetekende banken.

*Tabel A1. Het oppervlak van kokkelstations uit de RIVO inventarisaties die binnen een kokkelbank (inclusief 50 meter buffer) uit de sector inventarisaties vallen, maar waar de dichtheid kleiner of gelijk aan  $25\text{m}^{-2}$  is en het oppervlak van kokkelstations uit de RIVO inventarisaties die buiten een kokkelbank (inclusief 50 of 200 meter buffer) uit de sector inventarisaties vallen*

Jaar	Oppervlak (ha) van stations zonder kokkelbanken uit RIVO inventarisatie die <u>binnen</u> een kokkelbank uit de sector inventarisatie vallen		Oppervlak (ha) van kokkelbanken uit RIVO inventarisatie die <u>buiten</u> een kokkelbank uit de sector inventarisatie vallen	
	$n < 25\text{m}^{-2}$	$n > 25\text{m}^{-2}$	$n > 25\text{m}^{-2}$	$n > 50\text{m}^{-2}$
1998	12116	15171		10576
1999	12219	12835		7598
2000	19638	8522		4518
2001	18996	9832		4698
2002	13160	9687		4646

## Bijlage B. Berekening bestand op 1 september voor EVA II deelprojecten

Gedurende deelproject H2 werd duidelijk dat de tot nu toe gebruikte bestandsschattingen voor 1 september waarschijnlijk te hoog waren als gevolg van een overschatting van de groei. Om te voorkomen dat andere EVA II deelprojecten getallen zouden gebruiken waarvan bekend was dat ze een overschatting gaven zijn nieuwe september getallen beschikbaar gesteld. Project A1 (Visserij-inspanning) maakt gebruik van de nieuwe september schattingen voor de Oosterschelde, Westerschelde en Waddenzee, de projecten B1 (Voedselreservering scholekster Waddenzee) en B2 (Voedselreservering eidereend Waddenzee) en F7 (Draagkracht Waddensysteem) maken gebruik van de nieuwe september schattingen voor de Waddenzee, project D2 thema 1 (Voedselreservering voor scholeksters) maakt gebruik van de nieuwe september schattingen voor de Oosterschelde en de Waddenzee en project C1/3 (Verworming: effecten van kokkelvisserij op bodemfauna) van de nieuwe september schattingen voor de Waddenzee. De geleverde nieuwe september schattingen zijn echter berekend met de formules zoals ze op dat moment ontwikkeld waren. Deze “tussenstand” wordt in de voorliggende bijlage beschreven.

### B.1. Materiaal en methode

De “tussenstand” methode is vrijwel gelijk aan de begingewicht-methode zoals beschreven in 4.2. De relatie tussen het versgewicht op 1 mei en het versgewicht op 1 september wordt gebruikt om het versgewicht op 1 september te voorspellen. Hierbij wordt een sterfte voor de periode 1 mei tot 1 september van 28% aangehouden. Een verschil met de methode van 4.2 is dat onderscheid is gemaakt tussen de drie wateren (Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde) en in alle wateren onderscheid tussen de verschillende leeftijdsklassen (1-jarig, 2-jarig en 3- of meer-jarig). Daarnaast is de Westerschelde nog onderverdeeld in een westelijk en een oostelijk deel. Tabel B1 geeft de gebruikte formules weer.

Tabel B1. "Tussenstand" formules van relaties tussen versgewicht van kokkels op 1 mei en versgewicht van kokkels op 1 september (1-jarige, 2-jarige en meer-jarige of 3-jarige) uit de voorjaarsinventarisatie en herbemonstering van 2001 en 2002 in de Waddenzee en jaarklas 90-00 uit de vakken in de Oosterschelde en Westerschelde.

Waddenzee			
1 jr	$y = 4.75 x^{0.34}$	$R^2 = 0.23$	$P < 0.01$
2 jr	$y = 3.39 x^{0.50}$	$R^2 = 0.36$	$P < 0.01$
m jr	$y = 2.72 x^{0.66}$	$R^2 = 0.62$	$P < 0.01$

Oosterschelde			
1 jr	$y = 4.41 x^{0.45}$	$R^2 = 0.42$	$P < 0.01$
2 jr	$y = 3.22 x^{0.58}$	$R^2 = 0.56$	$P < 0.01$
3 jr	$y = 2.03 x^{0.77}$	$R^2 = 0.67$	$P < 0.01$

Westerschelde				
1 jr	West	$y = 4.12 x^{0.37}$	$R^2 = 0.22$	$P < 0.01$
	Oost	$y = 3.20 x^{0.38}$	$R^2 = 0.22$	$P < 0.01$
2 jr	West	$y = 2.70 x^{0.63}$	$R^2 = 0.56$	$P < 0.01$
	Oost	$y = 2.17 x^{0.69}$	$R^2 = 0.55$	$P < 0.01$
3 jr	West	$y = 2.06 x^{0.76}$	$R^2 = 0.73$	$P < 0.01$

## B.2. Resultaten en discussie

De als alternatief voorgestelde methode is voor de Oosterschelde en Waddenzee de combinatie methode (zie 4.2.3) en voor de Westerschelde de begin gewicht methode gebaseerd op resultaten voor Oosterschelde en Westerschelde en alle leeftijden tezamen In figuur B1 worden de tussenstand bestandsschattingen en de methode in Waddenzee, Ooster- en Westerschelde gepresenteerd. Verschillen tussen beide methoden zijn niet groot.



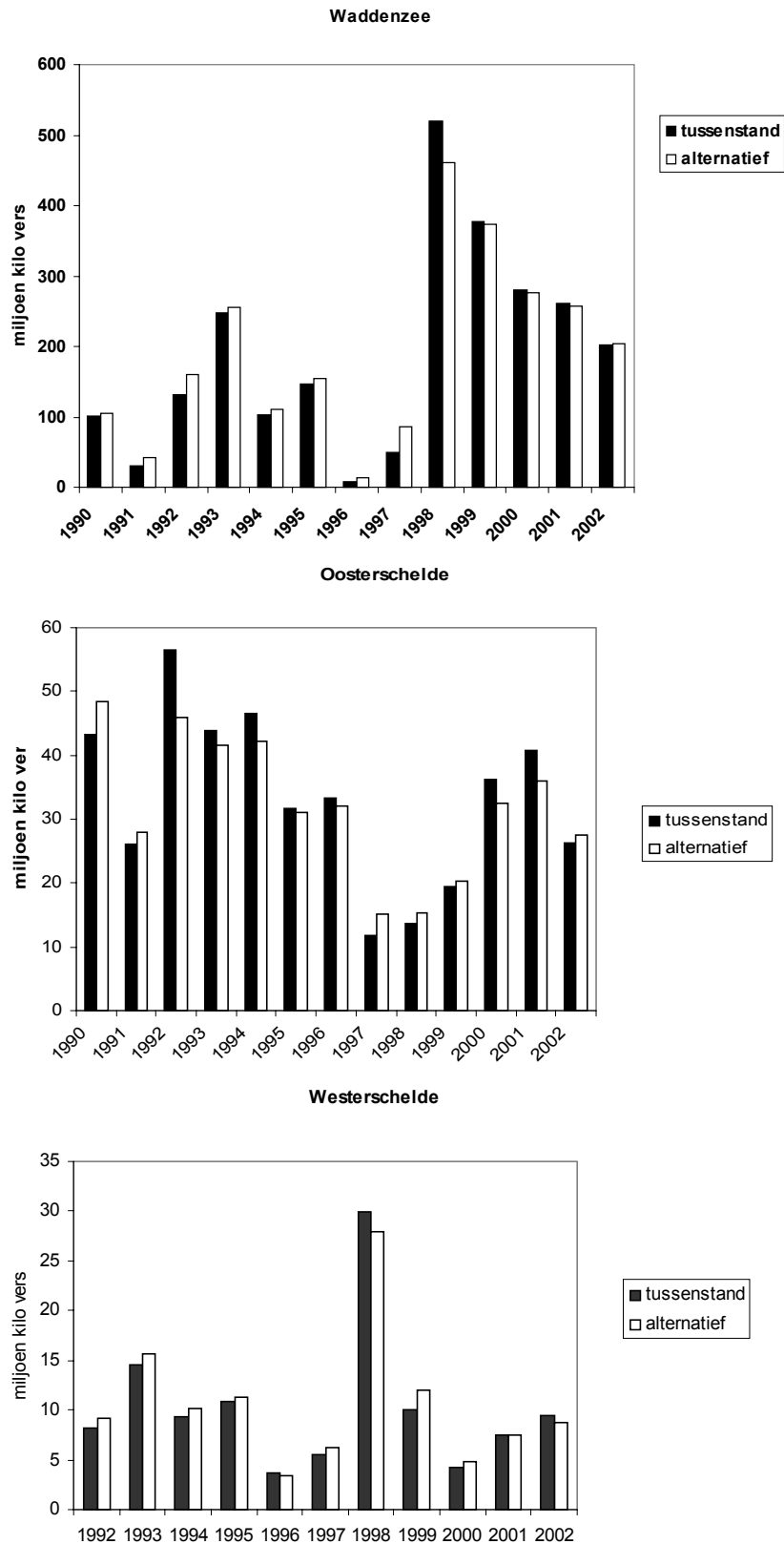


Fig. B1. Het geschatte kokkelbestand in miljoen kg versgewicht op 1 september in de Waddenzee, Ooster- en Westerschelde volgens de "tussenstand" en nieuwe berekening. De methode voor de Waddenzee is niet veranderd.

## Bijlage C. Evaluatie auditcommissie

De onderstaande tekst bevat de reactie van de auditcommissie op de concept-rapportage en hoe deze reactie is verwerkt in het eindrapport.

### 'EVALUATIE VAN DE GESCHATTE OMVANG EN LIGGING VAN KOKKELBESTANDEN IN DE WADDENZEE, OOSTER- EN WESTERSCHELDE'

Hoewel dit rapport stelt dat de centrale vraag van het onderhavige deelproject is: "Wat is de kwaliteit van de kokkelbestandsopnamen en –bestandsschattingen", wordt in werkelijkheid een veel breder pakket vragen behandeld waarbij met name van belang zijn de vragen of (1) vanuit gegevens over een beperkt gebied het bestand in een groter gebied kan worden voorspeld, en (2) of vanuit een bestandschatting op een bepaald moment in de tijd een betrouwbare schatting kan worden gemaakt van de omvang van hetzelfde bestand in de toekomst.

De auteurs hebben hun opdracht gewetensvol uitgevoerd en hun conclusies neergelegd in een goed gedocumenteerd rapport waarop slechts op één punt belangrijke wetenschappelijke kritiek valt te leveren. Dat wordt hierna uiteengezet.

Verder zijn er een aantal detailopmerkingen en een paar algemene opmerkingen te maken. Deze volgen onder het hoofd 'Detailopmerkingen' respectievelijk 'Algemene opmerkingen'.

#### Belangrijk punt van kritiek

De audit-commissie heeft problemen met een essentieel punt, namelijk de gebruikte berekeningsmethode voor de bestandsschattingen.

De auteurs concluderen dat de huidige methode leidt tot systematische overschatting van de beschikbare biomassa doordat de groei wordt overschat en stellen alternatieve schattingsmethodes voor. Deze conclusie kan wel correct kan zijn maar de commissie vindt toch dat het probleem wat formeler had kunnen behandeld worden door bv. de factoren die de groei bepalen wat beter in kaart te brengen. Er is ook geen gebruik gemaakt van de (omvangrijke) literatuur over groei en de verschillende modellen om groei te beschrijven (exponentieel, logistisch, Gompertz, Richards, von Bertalanffy enz.). Ook is er geen poging gedaan om de variantie tenminste gedeeltelijk te verklaren door factoren zoals bv. de gemiddelde watertemperatuur gedurende de groeiperiode en bv. extreme jaren wat grondiger te bekijken (komen pieken overeen met bv. warme zomers, strenge winters, overbevissing?). De hele analyse beperkt zich tot het beschrijven van de groei door middel van power functies  $y=ax^b$  wat in de literatuur niet gebruikelijk is.

De commissie begrijpt vooral de gebruikte formules voor de extrapolatie van mei tot september niet. Deze methodes berekenen de biomassa in september uitgaande van de aantallen en het gemiddeld gewicht in mei. De aantallen worden vermenigvuldigd met twee of meer parameters waarvan de berekeningswijze onduidelijk is (bv. p.20. overleving per dag, hoe berekend?, wordt tot een macht verheven gelijk aan het aantal dagen tussen mei en september? De overleving wordt op p.40 als een percentage uitgedrukt, is dit ook op p.20 het geval? Wordt dit percentage bekomen door de aantalsverschillen te delen door het aantal dagen?). De formules blijken dimensioneel ook niet te kloppen.

De oorspronkelijke en gecorrigeerde schattingen zijn gebaseerd op analoge vergelijkingen. Alle vergelijkingen kunnen vereenvoudigd worden (noteer dat in al deze vergelijkingen de aantallen in mei tegen elkaar wegvallen en dus uit de formule kunnen gelaten worden):

$$B_{\text{sep}} = B_{\text{mei}} (ab)^d \quad (\text{p. 20})$$

$$B_{\text{sep}} = B_{\text{mei}} (aG)^d \quad (\text{p. 48})$$

$$B_{\text{sep}} = B_{\text{mei}} \cdot (a \cdot F_c \cdot G)^d \quad (\text{p.58})$$

Hierin zijn a, b, Fc, G en d vaste parameters die uit verschillende meetcampagnes gehaald worden. a is in de drie gevallen hetzelfde (maar, opnieuw, hoe berekend?). b (een groeifactor, opnieuw niet duidelijk hoe berekend) wordt vervangen door G en FcG resp. in de gecorrigeerde methodes.

Het dimensioneel probleem is het duidelijkst te illustreren aan de hand van de eerste vergelijking. a = mortaliteit (aantallen per oppervlakte en per dag OF per dag), b = groei (mm of mg per dag, tenzij het relatieve groei betreft, en dan per dag) en d = tijd (dagen). Dus dimensie is in het tweede geval (het eerste is helemaal een draak):  $(d^{-1} \cdot d^{-1})^d$ . Uiteraard moet de factor dimensieloos zijn, dus tenzij de commissie het volkomen mis heeft, kan dit niet.

Verder: voortgaande op tabel 4.2 is G gebaseerd op een power functie die het verband tussen de gewichten in mei en september weergeeft voor verschillende leeftijdsklassen, maar opnieuw is niet gegeven hoe G wordt berekend. Dit geldt ook voor Fc. Omdat deze beide parameters geschat zijn voor een groot aantal jaren leidt het gebruik ervan wellicht inderdaad tot een betere eindschatting, zeker voor de jaren waar ze effectief zijn bepaald.

Kortom: de commissie kan het niet goed beoordelen omdat zij niet terugvinden hoe de berekeningen gebeurd zijn, maar intuïtief worden dit vreemde (onjuiste?) formules gevonden die toelichting behoeven gezien het grote belang ervan. Er moet dus een betere definitie van de variabelen en parameters gegeven worden en de berekeningsmethoden moeten duidelijk zijn.

### Reactie op oordeel van audit commissie

Gebruikte berekeningsmethode voor de bestandsschattingen

De groei van kkokels wordt berekend met behulp van power functies  $y=ax^b$ . Een alternatief is de *Gompertz groeicurve*:

$$W = W_{\text{inf}} \exp(-b \cdot \exp(-k \cdot t))$$

waarin  $W_{\text{inf}}$  het gewicht op leeftijd oneindig (asymptotisch gewicht), en b en k parameters. De log-functie is:

$$\ln(W(t+dt)) = (1 - e^{-k \cdot dt}) \ln W_{\text{inf}} + e^{-k \cdot dt} \cdot \ln(W(t)).$$

t is het tijdstip van bemonstering

t+dt is 1 september

In benedenstaande figuur worden beide methoden met elkaar vergeleken.

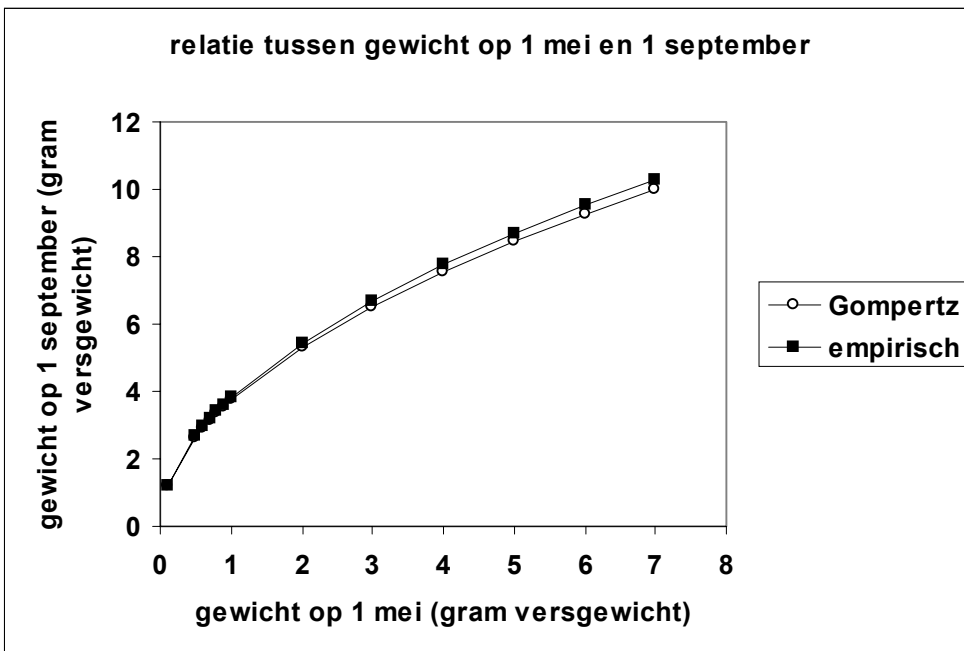
Hieruit blijkt dat de beide formules vrijwel overeenkomen. De Gompertz groeiformule heeft als voordeel dat je niet hoeft terug te rekenen naar 1 mei. Deze formule zal bij de volgende inventarisatie gebruikt kunnen worden.

De formule voor bepaling van het bestand is dan als volgt:  $B_{\text{sept}} = B_{\text{mei}} (a)^d (F_c W_{t+dt})$

a en d zijn hetzelfde als in formule 2b

$W_{t+dt}$  is het gewicht op 1 september volgens de Gompertz groeiformule

De formules geven zeer vergelijkbare, maar geen identieke resultaten. Vervanging van de power functies door de Gompertz curve zou veel rekenwerk, maar geen andere conclusies opleveren. Daarom is besloten om in het rapport de power functies te handhaven.



De gebruikte formules voor de extrapolatie van mei tot september kunnen inderdaad vereenvoudigd worden zoals voorgesteld door de commissie. Deze vereenvoudigde formules zijn nu toegevoegd in het rapport. De beschrijving van de berekening van overleving en groei is nu verduidelijkt:

*Formule 2b op blz 20*

De formule is nu als volgt:  $B_{\text{sept}} = B_{\text{mei}} (ab)^d$

Met a, de overleving per dag, wordt de factor voor dagelijkse sterfte bedoeld, b.v. voor 1-jarige kokkels is dat  $(1.00-0.28)^{1/122}$ , waarbij 122 het aantal dagen tussen 1 mei en 1 september is en 0.28 gelijk is aan 28% sterfte in de periode 1 mei tot 1 september.

Het percentage sterfte voor de periode 1 mei – 1 september is berekend met de volgende formule:  $\{\text{dichtheid op 1 september} / \text{dichtheid op 1 mei}\} * 100$

Met b, de groei per dag, wordt de factor voor dagelijkse groei bedoeld, b.v. voor 1-jarige kokkels is dat  $5,3^{1/122}$ , waarbij 122 het aantal dagen tussen 1 mei en 1 september is en 5,3 gelijk is aan 530% groei in de periode 1 mei tot 1 september.

Het percentage groei voor de periode 1 mei – 1 september is berekend met de volgende formule:  $\{\text{versgewicht op 1 september} / \text{versgewicht op 1 mei}\} * 100$

d = het aantal dagen tussen de bemonsteringsdatum en 1 september

*Formule 5 op blz 48*

De formule is nu als volgt:  $B_{\text{sept}} = B_{\text{mei}} (aG)^d$

a en d zijn hetzelfde als in formule 2b

Met G, de groei per dag, wordt de groei formule bedoeld. De groei wordt als volgt bepaald:

Voor de periode 1 mei tot 1 september bestaat de relatie  $y = Ax^B$

y = gewicht op 1 september

x = gewicht op 1 mei

A en B zijn constanten

Een kokkel bemonsterd op een bepaalde dag tijdens de monstercampagne heeft gewicht  $z$  (dit is bepaald uit  $B_{\text{mei}}/N_{\text{mei}}$  in formule 5). Dit gewicht wordt vervolgens teruggerekend naar het gewicht op 1 mei ( $x$ ) m.b.v. de volgende formule:

$$z = x\{[x - Ax^B]/x\}^{d/122}$$

Hierbij is  $d$  het aantal dagen tussen 1 mei en de monsterdatum. In bovenstaande formule zijn  $z$ ,  $A$ ,  $B$  en  $d$  bekend, dus kan  $x$  berekend worden. Vervolgens wordt  $x$  ingevuld in de formule  $Ax^B$  en is het gewicht op 1 september bekend.

*Formule 7 op blz 58*

De formule is nu als volgt:  $B_{\text{sept}} = B_{\text{mei}} (aF_c G)^d$

$a$ ,  $G$  en  $d$  zijn hetzelfde als in formule 5

$F_c$ , de groeifactor uit de relatie tussen gewichtstoename en beginbestand, is bepaald door het gemiddelde bestand ( $x_1$ ) in 2001 en 2002 (Waddenzee) of in de periode 1992-2001 (Oosterschelde) in te vullen in de verkregen relaties tussen bestand ( $x$ ) en groei ( $y$ ):

$y = 18.19 x^{-0.30}$  voor de Waddenzee en  $y = 21.52 x^{-0.56}$  voor de Oosterschelde

De aldus verkregen groei  $y$  is  $G_1$ .

Vervolgens is het bestand van het voorjaar van bemonstering ( $x_2$ ) in gevuld in de formule  $y = 18.19 x^{-0.30}$  voor de Waddenzee en  $y = 21.52 x^{-0.56}$  voor de Oosterschelde (Fig. 4.5 en Fig. 4.6). De aldus verkregen groei  $y$  is  $G_2$ .

$F_c$  is dan  $G_2/G_1$

#### **Detailopmerkingen auditcommissie**

p. 8: In de beschrijving van de monsternamen worden door elkaar breedte- en lengteminuten gebruikt. Dit behoeft enige toelichting.

**p. 8. De onduidelijkheid is nu verholpen.**

P. 9: de beschreven monsterapparatuur ("speciaal ontwikkeld monstertuig" en "stempelkor") verdient een betere beschrijving. Illustraties zouden waarschijnlijk veel verduidelijken.

**p. 9. Illustraties toegevoegd.**

p. 11. Hoe is versgewicht gedefinieerd? Is dit inclusief schelp en zeewater in de schelp? Hoe betrouwbaar is de gehanteerde conversie van AFDW naar FW? Mag men de maartgetallen ook voor andere maanden gebruiken? Laatste zin: de berekening geeft het bestand **op de platen** van de Waddenzee.

**p. 11. Versgewicht is schelp + vlees + water tezamen, dus inclusief zeewater in de schelp, dat laatste is nu toegevoegd. De conversie van AFDW naar FW zoals die wordt gepresenteerd in het rapport van Williams en Ens (in prep) is gebaseerd op gegevens van Zwarts (1991) en Zwarts & Blomert (1992). Hierbij zijn regressielijnen bepaald voor de relatie tussen schelplengte en versgewicht { $\ln(\text{mg FW}) = -1.226 + 3.0234 \ln(\text{mm})$ ;  $n=320$ ;  $r=0.999$ } en tussen schelplengte en as-vrij drooggewicht { $\ln(\text{mg AFDW}) = -6.263 (\text{se } 0.768) + 3.480 (\text{se } 0.235) \ln(\text{mm})$ ;  $n=4$ ,  $r>0.99$ }. Maart getallen kunnen niet voor andere maanden worden gebruikt. Op de platen is toegevoegd.**

p.13. Het zou "opvallend" zijn dat pas in 1993 het bestand verkregen door extrapolatie van het Balgzand wordt overschat terwijl daar al in 1992 niet meer werd gevestigd. Tenzij deze zin verkeerd wordt begrepen, is dit niet opvallend omdat niet vissen in 1992 pas in 1993 effect kan hebben op de bestandsopname.

**p. 13. De commissie heeft gelijk dat pas in 1993 een effect van niet vissen in 1992 wordt verwacht. In de tussentijd is echter bekend geworden dat er sinds 1991 niet meer is gevestigd.**

**Hierdoor blijft de overschatting opvallend, vooral omdat men verwacht dat de overschatting ook na 1995 zou blijven bestaan. De extra informatie is toegevoegd.**

p. 14: er zouden geen vergelijkingen van Waddenzee en Balgzand mogelijk zijn voor de periode 1971 –1989. Is hierbij gekeken naar de gegevens van Beukema (1976)?

**p. 14. Uit de studie van Beukema (1976) blijkt dat het Balgzand relatief rijk was. Deze opmerking met verwijzing is nu toegevoegd.**

p. 14. Fig. 2.3. Er staat een vierkantje op  $x = 10$   $y = 230$  dat er kennelijk niet thuis hoort.

**p. 14. Vierkantje stond daar inderdaad per abuis en is nu verwijderd. De correlaties zijn opnieuw uitgerekend en de conclusie blijft hetzelfde.**

p. 17. In de gesloten gebieden vindt de sector systematisch minder kokkelbanken dan het RIVO. Dit wekt sterk de indruk dat de sector daar minder moeite heeft gedaan om nauwkeurig te inventariseren. Dit zou niet verbazingwekkend zijn want ze mogen daar toch niet vissen.

**p. 17. De verklaring van de commissie dat de sector minder moeite heeft gedaan om nauwkeurig te inventariseren is opgenomen, hoewel tegelijkertijd kan worden vastgesteld dat de sector er wel baat bij heeft om ook de gesloten gebieden nauwkeurig te inventariseren, daar deze kokkels meedoen bij de voedselreservering.**

p. 19-21. Paragraaf 3.2. Als eerste zin ware toe te voegen dat de huidige methode hier uitsluitend wordt beschreven en dat er hier geen commentaar wordt geleverd.

**p. 19-21. De titel van paragraaf 3.2. luidt “Beschrijving van de huidige methode”, maar de zin dat het hier uitsluitend een beschrijving betreft is als eerste zin toegevoegd.**

p. 23. “kokkelschepje”

**p. 23. Kokkelschelpje is veranderd in kokkelschepje.**

p. 24. “Wieringer Wad” = “Wierumer Wad”?

**p. 24. “Wieringer Wad” is veranderd in “Wierumer Wad”.**

p. 25. Ontbreekt Fig. 3.2.a?

**p. 25. Ja, fig. 3.2.a ontbreekt en is nu toegevoegd.**

p. 30. “De afwijking van de voorspelling ....met een gemiddelde van 38% (Tabel 3.5).” is een zeer onduidelijke zin. Beter is: “De voorspelling is 4 tot 86%, gemiddeld 38%, hoger dan het werkelijk gevonden bestand.”

**p. 30. Zin veranderd zoals voorgesteld.**

p. 39. Laatste zin. Deze boodschap is niet relevant tenzij te verklaren is waarom dat ‘de laatste jaren’ het geval is.

**p. 39. Laatste zin verwijderd.**

p. 41. Tabel 3.9 Ondanks verwijzing naar bijschrift tabel 3.5 (bedoeld wordt 3.6) is betekenis 95% niet geheel duidelijk. Met getallen zoals die er staan zouden waarden boven 100% en onder 0% komen.

**p. 41. Verwijzing naar tabel 3.5 veranderd in 3.6. De waarde die bij het gemiddelde moet worden opgeteld of afgetrokken geeft het 95% betrouwbaarheidsinterval. Dat getal kan worden uitgedrukt als percentage van het gemiddelde (bv in tabel 3.6:  $961/8798 = 0.11 = 11\%$ ). De waarde is nooit hoger dan het gemiddelde dus wordt het percentage ook nooit hoger dan 100%. De voorbeeldberekening is toegevoegd aan de tabel.**

p. 42/43. Is er een correlatie tussen de percentages overleving en het totale bestand?

**p. 42/43. Er is geen correlatie tussen de percentages overleving in de periode 1 mei tot 1 september, zoals berekend uit de survey gegevens van de Oosterschelde en Westerschelde, en het totale bestand in het voorjaar (OS  $n=7$ ,  $r=0.24$ , ns; WS  $n=7$ ,  $r=0.38$ , ns). De sterfte gegevens van de vakken geven ook geen significante correlatie met het totale bestand in het voorjaar (OS  $n=11$ ,  $r=-0.07$ , ns, WS  $n=11$ ,  $r=0.38$ , ns).**

p. 44. De gewichtsgegevens van Balgzand etc. gelden voor bepaalde gebieden en zijn (**daarom?**) minder geschikt om het gewicht voor de hele Waddenzee te voorspellen. De Ooster- en Westerschelde gegevens komen echter ook van beperkte gebieden en die kunnen de gewichten in deze zeearmen wel goed voorspellen. Hier is toelichting nodig waarom dit verschilt.

**p. 44. De verhouding tussen de grootte van het totale gebied en het aantal monstergebieden verschilt tussen de Oosterschelde/Westerschelde (klein gebied met 16-18 ongeclusterde monsterplaatsen) en de Waddenzee (groot gebied met 8 monsterplaatsen in 4 clusters). Dit is nu toegevoegd.**

p. 45. “Hierbij wordt aangenomen dat er geen interactie is tussen groei en sterfte”. Dit lijkt geen correcte aanname. Groei blijkt volgens dit rapport gecorreleerd te zijn met dichtheid en sterfte zou ook heel goed gecorreleerd kunnen zijn met dichtheid. Dat zou kunnen betekenen dat groei en sterfte ook gecorreleerd zouden moeten zijn.

**p. 45. De zin is inderdaad verkeerd geformuleerd. Hier wordt niet beweed dat er geen interactie is, maar dat met een eventuele interactie geen rekening is gehouden. De zin is veranderd.**

p. 45. Laatste zin. Uit de genoemde figuren is het genoemde goede beeld niet af te leiden. Verkeerde nummering figuren 3.10 en 3.11.

**p.45. Nummering verbeterd.**

p. 46. “aselecte steekproef” moet zijn “selecte steekproef”.

**p. 46. Veranderd in geen aselecte steekproef.**

p. 47 e.v. Het verdient aanbeveling de gebruikte statistiek in een appendix toe te lichten. Op pag. 47 wordt gesteld dat verschil in groei tussen sublitoraal en litoraal in de Waddenzee niet significant is, terwijl in de volgende zin een  $R^2$  wordt gegeven van 0.55, hetgeen er op wijst dat beide voor slechts 55% met elkaar en dus voor 45% met andere factoren correleren.

**p. 47. Er is meer informatie over de gebruikte statistiek toegevoegd. Met de beide zinnen “het verschil in groei tussen sublitoraal en litoraal in de Waddenzee is niet significant” en “een correlatie van groei in litoraal en sublitoraal van 0.55” wordt bedoeld dat wanneer de kokkels goed groeien in het litoraal, ze dit ook doen in het sublitoraal. Deze zin is nu toegevoegd.**

p. 48 .. fig 4.2, 4.3 .. “de gepresenteerde regressies gaven de hoogste  $R^2$  waarden.” Waaraan is dit ‘hoogste’ gerelateerd?

**p. 48. De  $R^2$  waarden van verschillende soorten regressies zijn vergeleken (lineair, exponentieel, logaritmisch, etc.). Deze zin is nu toegevoegd.**

p. 48. Catching-up phenomenon: kan hier een grotere mortaliteit van kleine individuen ook/tevens een rol spelen?

**p. 48. Een grotere mortaliteit van kleinere individuen kan tevens een rol spelen. Met de huidige dataset zijn individuele groei en sterfte niet te traceren, omdat niet individuen maar populaties worden gevolgd. Voor het voorspellen van het bestand in september maakt dat echter niet uit.**

p. 49. Tabel 4.1 zie boven opm. p. 47. Deze tabel vraagt meer toelichting.

**p. 49. Er is meer informatie over de gebruikte statistiek toegevoegd.**

p. 50. Tabel 4.2: wat is se? Tabel 4.2: de  $R^2$  voor alle jaarklassen samen in Ooster- en Westerschelde laat een hogere waarde zien dan voor ieder van de individuele jaarklassen in de Waddenzee. Voor een vergelijking van beide gebieden is aan te bevelen ook voor de jaarklassen samen in de Waddenzee de  $R^2$  te berekenen.

**p. 50. se is de standaard error van de schatting van A en B zoals die kan worden afgelezen in Systat.**

p. 53. Voedselconcurrentie speelt zich op de schaal van een geheel gebied af. Hier ware naar Herman et al. (1999) te verwijzen.

**p. 53. Verwijzing toegevoegd.**

p. 53-54. Met name voor fig 4.5 is de hoge correlatie zeer verrassend, omdat men zou verwachten ook het mossel- (en oester)bestand een rol zou spelen.

**p.53-54. Dit is inderdaad verassend. Er zijn nog geen correlaties met mossel- en oesterbestanden gemaakt.**

p. 58. De groeifactor  $F_c$  wordt hier alleen aan kokkelbiomassa gerelateerd. Besproken zou moeten worden of niet ook rekening moet worden gehouden met mossel- en oesterbiomassa.

**p. 58. Mossel- en oesterbestanden zijn hier niet bij betrokken. Deze kunnen mogelijk ook een rol spelen. Deze zinnen zijn nu toegevoegd.**

p. 60. fig. 4.10, 4.11. Wellicht informatief ook de bij de herbemonstering gemeten waarden per 1 sept. in deze figuren op te nemen.

**p. 60. Omdat de herbemonstering maar een deel van de Waddenzee beslaat zijn die getallen hier niet in opgenomen, maar ze zijn te zien in Fig. 4.12.**

Fig. 4.12 betreft zelfde getallen als 4.10, 4.11 of ziet de commissie dat verkeerd? Waddenzee 2000 in fig. 4.10 is bijna 300 milj. Kg vers, terwijl in fig. 4.12 de maximale waarde ca. 100 milj. Kg. Is. Waarom niet alle waarden van figs. 4.10 en 4.11 ook in fig. 4.12 opgenomen?

**p. 61. De commissie ziet het verkeerd. Fig. 4.10 en 4.11 betreffen de voorjaarsinventarisaties en fig. 4.12 de herbemonsteringen. De aanvulling voorjaarsinventarisaties is toegevoegd aan fig. 4.10 en 4.11.**

p. 65. Hier wordt gesteld dat men ook het vleespercentage van de kokkels in de voorspellingen zou moeten meenemen. Maar zit het vleespercentage niet al ingebouwd in de combinatieschattingen?

**p. 65. De combinatieschatting maakt gebruik van het versgewicht van kokkels, niet het vleesgewicht.**

p. 67. Zie opmerking blz. 30.

**p. 67. Zie antwoord blz 30.**

p. 69. Het gestelde over wetgeving etc. hoort niet thuis in dit rapport.

**p. 69. De zinnen "Momenteel ... bieden" zijn verwijderd.**

### **Algemene opmerkingen audit commissie**

Alle voorspellingen hebben een zekere mate van onbetrouwbaarheid die tot op zekere hoogte ook te kwantificeren valt. Men dient zich daarom af te vragen of het beleid zich zou moeten baseren op de berekende voorspelling of dat ook rekening zou moeten worden gehouden met de grootte van het betrouwbaarheidsgebied daar omheen. Populair gezegd: wie krijgt het voordeel van de twijfel: de vogels of de vissers (of wordt het samen gedeeld)?

Een ander punt van overweging betreft het gebied waarop de voedselreservering en dus de voorspelling betrekking heeft. Een aanname bij het oorspronkelijke voedselreserveringsbeleid was dat schelpdieretende wadvogels vrij zijn in de keuze van hun voedselgebied. Dat blijkt niet het geval en dat leidt tot een verschillende voedselsituatie voor de vogels in de gesloten en in de voor de visserij opengestelde gebieden. Men zou daarom het voedselreserveringsbeleid alleen moeten betrekken op de voor de visserij opengestelde gebieden. Dit aspect valt weliswaar buiten de opdracht aan de onderzoekers in het huidige project maar het zou in de eindrapportage van EVA II zeker aan de orde moeten komen. De wetenschappelijke literatuur biedt daarvoor voldoende aanknopingspunten.

14 augustus 2003

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