Spisula subtruncata als voedselbron voor zee-eenden in Nederland

Beleidsgericht ecologisch onderzoek van de Noordzee/Waddenzee

BEON

IBN-DLO
RIVO-DLO
RWS-DNZ
RWS-RIKZ

IZWO
Instituut voor Zeewetenschappelijk Onderzoek (vzw)
Institute for Marine Scientific Research
VICTORIALAAN 3 - B - 8400 OOSTENDE BELGIUM
Tel. +32-(0)59-321045 – Fax: +32-(0)59-3211 2

Spisula subtruncata als voedselbron voor zee-eenden in Nederland

717

Mardik F. Leopold (IBN-DLO)

November 1996

BEON Rapport nr. 96-2

BEON project IBN 95 V 29

ISSN 0924-6576

Inhoud:

Nederlandse Samenvatting

English Executive summary

pagina:

1 ... Inleiding: de opbouw van dit rapport

2 ... Achtergrond

4 ... Zeeëenden in Nederland: aantallen, verspreiding en status
4 ..... 1. Geschiedenis: de periode vóór 1986
5 ..... 2. De huidige situatie: 1986-95

9 ... Andere soorten eenden in de kustzone

11 ... Het voorkomen van Spisula in Nederland
11 ..... 1. Algemeen: het voorkomen van *Spisula subtruncata* in de zuidoostelijke Noordzee
14 ..... 2. Recent NIOZ/IBN/BEON onderzoek aan *Spisula subtruncata*
14 ..... Methoden bodembemonstering
15 ..... Resultaten
15 ..... een voorstudie in de Voordelta in 1988
16 ..... Kwalitatieve studies in 1990/91 bij Schiermonnikoog, Terschelling, Holland en Schouwen
20 ..... Vergelijkend, kwalitatief onderzoek bij Terschelling in 1992
21 ..... Kwantitatief onderzoek bij Terschelling in 1993
24 ..... Bemonstering van de hele kustzone van Hoek van Holland tot Rottum in 1994
36 ..... Bemonstering van de kustzone van Holland en van Terschelling-Rottum in 1995

41 ... Groei van *Spisula subtruncata* in Nederlandse wateren

46 ... Alternatieve prooien in 1995

47 ... Is bewezen dan zeeëenden *Spisula* eten?

48 ... Het belang van *Spisula* voor andere Noordzee-organismen

49 ... De visserij op *Spisula* en het beleid ten aanzien van deze visserij: Twee modellen voor beheer van de *Spisula*-voorraad

51 ... Dankwoord

52 ... Geraadpleegde literatuur

Nederlandse Samenvatting

De bestaande kennis van de verspreiding en de aantallen van de Zwarte Zeeëend *Melanitta nigra* in ons land, alsmede die van zijn belangrijkste prooidier, de Halfgeknotte Strandschelp, wordt in dit rapport samengevat. Dit wordt gedaan aan de hand van tellingen van eenden vanuit vliegtuigen (Rijkswaterstaat), vanaf schepen (NIOZ en IBN) en vanaf de kust (Nederlandse Zeevogelgroep). Het rapport geeft een samenvatting van dit werk, voor een uitgebreide bespreking van de status van de Zwarte Zeeëend wordt verwezen naar Leopold *et al.* 1995.

De Zwarte Zeeëend is de meest algemene eendensoort in de Noordzee-kustwateren. Groepen, tot meer dan 100.000 vogels groot, bevonden zich de laatste jaren steevast in gebieden met een rijk aanbod aan *Spisula*. Naast deze ruimtelijke overlap in de verspreiding van prooi en predator, bevestigde maagonderzoek aan olieslachtoffers dat *Spisula subtruncata* de belangrijkste prooisoort voor de eenden was.

De hoofdmoot van dit rapport wordt gevormd door een verslag van alle werk aan *Spisula*, uitgevoerd door de auteur en zijn studenten in de jaren 1988-95. Dit werk startte verkennend en ontwikkelde zich tot een dekkende, gestructureerde bestandsopname van dit schelpdier langs de Hollandse en Waddenkust, met nadruk op de gebieden waar zich concentraties eenden bevonden. Om de ontwikkeling in het onderzoek, dat evalueerde met de gewonnen kennis te schetsen, wordt het onderzoek in chronologische volgorde besproken. Rijke banken *Spisula* werden in de onderzoeksperiode aangetroffen in de Voordelta, voor de kust van Noord-Holland en ten noorden van de Waddeneilanden. De banken bij Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog leken de voorkeur van de eenden te hebben, vermoedelijk omdat ze gedurende een reeks van jaren voorspelbaar aanwezig waren, en zich in relatief ondiep water bevonden.

De groei van individuele schelpen werd gevolgd aan de hand van jaarringen. De groeisnelheid van de jaarklasse van 1979 bleek niet wezenlijk verschillend van die van de jaarklasse van 1990, beide gemeten bij Terschelling. Een invloed van (verminderde) eutrofiëring van de kustwateren op de groei van deze schelpdieren is dus niet evident.

Broedval vindt niet ieder jaar plaats op de belangrijkste locaties. Banken die eenmaal zijn gevormd, verouderen hierdoor in de loop der jaren. Zonder visserij kan een *Spisula* bank ongeveer vijf jaar lang aanwezig zijn, en kunnen de overwinterende eenden meerdere jaren ervan gebruik maken. De recente visserij op *Spisula* concurreert met de eenden en verstoort deze ook, wanneer de visserij plaatsvindt op plaatsen waar de eenden zich bij voorkeur ophouden.

De beleidsrelevantie betreft dan ook het verstandig omgaan met de habitat 'Kustzone oostelijke Noordzee'. Het werk is verricht in het kader van BEON-Speerpunt **'Verstoring Habitats'**, met relevantie voor het Speerpunt **'Effecten Visserij'**. De kustzone heeft een eigen avifauna, waarin de Zwarte Zeeëend een prominente plaats inneemt en dit zeker al sinds eind vorige eeuw heeft gedaan. De visserij op *Spisula* is een recente ontwikkeling, zowel in Nederland als in de

andere landen langs de Noordzee waar de zeeëenden massaal overwinteren. Aanbevelingen voor toekomstig onderzoek worden gedaan aan de hand van mogelijke bescherming van de eenden door de visserij te beperken tot een bepaald quotum of door gebieden die door de eenden worden geprefereerd, te vrijwaren van visserij op schelpdieren.

English Executive summary

This report summarises our existing knowledge on the distribution and numbers of seaduck, particularly the Common Scoter *Melanitta nigra* in The Netherlands, in relation to its primary food species, the Common Trough Shell *Spisula subtruncata.* This is done to aid the further development of a policy to deal with the developing fishery for this bivalve. Obviously, fishermen and birds may compete for the same resource, rich banks of *Spisula*, and this may result in a conflict between economical and conservation objectives. Research on both seaduck and *Spisula* has been carried out by the author and co-workers since 1988, and an overview is presented here.

Common Scoters have been found by at least the tens of thousands in our coastal waters since the late 19th century. In the 1990's, flocks of our 100,000 birds were present over the *Spisula*-banks, and the birds have been shown to take this species in any yearclass. *Spisula subtruncata* is potentially a very common species in the coastal zone, but may show very large numerical fluctuations in abundance, both in place and in time. Numbers of seaduck in our waters show similar fluctuations. From the ducks' point of view, fisheries and birds do not mix very well. The mere activity of fishing causes considerable disturbance, and it may decimate the only food source available to the ducks. On the other hand, the ducks do not seem to use all available *Spisula*-banks, so there is room for both fishermen and ducks, providing that more banks are available.

Two avenues for future policy seem possible to develop a sustainable fishery, while at the same time conserve the ducks in our country. The size of the whole *Spisula* resource may be assessed yearly, after which a quotum may be given to the fishing industry, in the fashion of the shellfish policy currently used in the Wadden Sea. Alternatively, the fishery could be closed in the area that the ducks use, whilst it is opened in all other areas. The latter policy requires a yearly assessment of numbers and whereabouts of the birds, but this may also be used for other purposes, such as monitoring and increasing the effectiveness of combatting oil pollution.

Inleiding: de opbouw van dit rapport

Dit rapport geeft een overzicht van de bestaande kennis over de biologie en het voorkomen van het tweeklepppige schelpdier *Spisula subtruncata* en zijn belangrijkste vogel-predator, de Zwarte Zeeëend *Melanitta nigra*. *Spisula subtruncata* heeft in het Nederlands meerdere namen. In schelpdiergidsen het de soort Halfgeknotte of Gewone Strandschelp, vissers kennen *Spisula* als Nonnen en het Ministerie van LNV spreekt ook over Nonnetjes. Het Nonnetje is echter ook de Nederlandse naam voor een andere soort die in de kustzone voorkomt, *Macoma balthica*. Om verdere verwarring te voorkomen, wordt *Spisula* in dit rapport nog slechts bij zijn Latijnse naam genoemd.

Het rapport richt zich met name op de kennis die door de auteur en zijn studenten is opgedaan terwijl zij werkten voor het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) en het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), beide op Texel. Onderdelen van het werk aan *Spisula* zijn gepubliceerd in interne NIOZ en IBN verslagen, het meer recente werk is nog niet gepubliceerd. Omdat ook het gepubliceerde werk weinig toegankelijk is, wordt in dit rapport een overzicht gegeven van alle deelstudies, om zo deze kennis voor beleidsmakers beschikbaar te maken. Hiertoe zijn de bestaande interne rapporten (Offringa 1991, den Hollander 1993) en publicaties (Leopold 1988, 1993, Offringa & Leopold 1991, Offringa 1993, Leopold *et al.* 1995) opnieuw bewerkt. De gegevens uit deze studies worden hier in samenhang met die uit latere studies (Plat & Drees, ongepubliceerd) gepresenteerd.

Het werk aan zeeëenden en *Spisula* is vanuit het NIOZ gestart in 1987, en langzamerhand overgegaan naar het IBN. Er is steeds contact geweest met het RIKZ in Middelburg over het aantalsverloop en de verspreiding van de Zwarte Zeeëend in Nederland. Dit heeft geresulteerd in een gezamenlijke overzichtspublicatie over de Zwarte Zeeëend in Nederland (Leopold *et al.* 1995). Een belangrijk deel van het meer recente werk is gefinancierd door BEON (Beleidsgericht Ecologisch Onderzoek Noordzee/Waddenzee). Dit rapport geeft nu een overzicht van de kennis, opgedaan in de jaren 1987-95. Na een overzicht van de huidige beleidsvoornemens voor het beheer van *Spisula* wordt eerst verslag gedaan van de ontwikkeling in aantallen en verspreiding van Zwarte Zeeëenden en andere zeeëenden in Nederland (tot en met winter 1994/95). Vervolgens worden de onderzoeksresultaten van het werk aan *Spisula* gepresenteerd en wordt nagegaan in hoeverre dit schelpdier van belang is voor de zeeëenden in Nederland. Het belang van *Spisula* voor andere Noordzee organismen wordt kort behandeld, evenals het belang van de soort voor de Nederlandse schelpdiervisserij. Tenslotte worden verschillende scenarios voor beleid ten aanzien van de visserij op en het (natuur)beheer van de *Spisula* in Nederland geschetst.

Achtergrond

Spisula staat sinds kort op de lijst van beviste soorten in Nederland en daarmee op de politieke agenda. De soort werd al in de jaren 80 incidenteel in de Voordelta bevist (Boddeke 1988; Craeymeersch 1990). Tot in het begin van de jaren 90 werd de soort gezien als een product met een geringe marktwaarde, dat echter in tijden van schaarste aan kokkels kon dienen als een "kostendekkend alternatief voor de kokkelvissers" (Visserijnieuws 12, nr 29). In korte tijd heeft de *Spisula* zich echter een plaats verworven op de markt, met name door export naar zuid Europa (Revier 1995). Hierdoor werd de visserij op *Spisula* structureel. De aanlanding van *Spisula* wordt voornamelijk bepaald door de grootte van de markt. Gezien de huidige overcapaciteit van de kokkelvloot, die zou kunnen vissen op *Spisula* (Produktschap Vis en Visprodukten 1994) is er geen beperking ten aanzien van het de fysieke middelen om op *Spiusla* te vissen. Op de markt concurreert de aanvoer van *Spisula subtruncata* met die van andere tweekleppigen die door de sector worden aangeboden, met name kokkels *Cerastoderma edule* en een grotere *Spisula*-soort, *S. solida*. Kokkels worden bevist in de Nederlandse Waddenzee en in de Delta, *Spisula solida* wordt niet in Nederland bevist, maar wel in Duitse en Deense wateren, onder andere door Nederlandse vissers (Kristensen 1994, Borchardt 1995, Revier 1995, eigen waarn.).

De visserij was aanvankelijk niet gebonden aan regels, die voortkwamen uit overwegingen van een duurzaam beheer van de *Spisula*-stand, of die rekening hielden met andere natuurwaarden. Dit gemis werd gesignaleerd in de Structuurnota Zee- en Kustvisserij (Bukman 1993), die onder andere gericht is op (p. 37):

"het waarborgen van visbestanden en van het minimaliseren van mogelijke schade aan natuurlijke populaties van andere organismen (..., vogels)".

Deze nota signaleert op pagina 62/63: **"Er is in de kustwateren en visserijzone een groeiende belangstelling voor de beroepsmatige visserij op "nieuwe schelpdiersoorten" (b.v. *Spisula*, nonnetjes). Deze vormen van visserij zullen worden beoordeeld op hun effecten... op grond van de huidige regelgeving en beleid zal de visserij met de kokkelkor op andere schelpdiersoorten onder voorwaareen worden toegestaan.".**

Het te ontwikkelen beleid ten aanzien van de *Spisula*-visserij is verwoord in beleidspunt 33 van de Structuurnota: **"Wanneer de beoordeling van de effecten van overige nieuwe schelpdiervisserijen op natuurwaarden en visbestanden beperkingen noodzakelijk maken zullen deze visserijvormen aan een vergunning met daarbij behorende voorwaarden worden gebonden. Om dit mogelijk te maken zullen, waar nodig, de betreffende regelingen van de Visserijwet worden aangevuld."**

Deze beleidsvoornemens zijn ook terug te vinden in de Ministeriele verklaring van de zevende trilaterale regeringsconferentie over de bescherming van de Waddenzee (van Aartsen *et al.* 1994). In dit document wordt onder punt 54 vastgesteld dat het noodzakelijk is om: **"het schelpdierbestand (bijvoorbeeld *Spisula*) en de effecten van de visserij op de bodemfauna buiten de eilanden te**

onderzoeken, en deze afhankelijk van de resultaten op trilaterale basis te bespreken met het doel de voedselvoorraad voor vogels te waarborgen."

Verder geldt als "doel voor de kustwateren" (p. 46 van bovengenoemde Ministeriele verklaring gedefiniëerd als: de wateren tussen de gemiddelde laagwaterlijn en de 3-zeemijlslijn): **"een goede voedselvoorraad voor vogels"**

Eenzelfde gedachte klinkt door in het Integraal beleidsplan Voordelta (Bestuurlijk Overleg Voordelta 1993), waarin de vissers bij het beleid worden betrokken (p. 16): **"Om verstoring van zeehonden en grote concentraties zeeëenden te voorkomen worden in overleg met de sector gedragsregels voor de visserij opgesteld (actie D4)."**

In ruimer verband heeft de Rijkswaterstaat de hele Nederlandse kustzone opgenomen in de zogenaamde milieuzone, gedefiniëerd als (Directie Noordzee - Dienst Getijdewateren 1992): **"een gebied waarin, door het stellen van scherpere voorschriften, aan verontreiniging en verstoring door bepaalde gebruikersfuncties, een bijzonder beschermingsniveau geboden wordt, teneinde daarmee een bijdrage te leveren aan bescherming, herstel en ontplooiing van het gehele watersysteem Noordzee."** In het vervolgproject MILZON*ECO wordt de kustzone aangemerkt als één habitat voor de Zwarte Zeeëend en 'indicatorsoort' *Spisula subtruncata*. Bij wijze van voorbeeld wordt gesuggereerd om beide soorten op te nemen in MILZON-RAM (Asjes 1995).

Naast de overheid geeft ook het bedrijfsleven zich rekenschap van het voorkomen van *Spisula*-banken en zeeëenden. In het Milieu-effectrapport ten aanzien van de geplande gasboringen rond de oostelijke Waddeneilanden wordt gezocht naar het ecologisch minst kwetsbare seizoen en de ecologisch minst kwetsbare gebieden om de boringen uit te voeren (Haskoning 1995). *Spisula* en zeeëenden worden meermalen met name genoemd (bijvoorbeeld p 39, samenvatting): er wordt vastgesteld dat **"het zoekgebied ligt in een gebied met een rijke bodemfauna. In de winter komen er grote aantallen Zwarte Zeeëenden voor... in de periode van mei tot en met september ... is de verstoring van vogels het minst. Voordat het hefeiland op de locatie zal worden geplaatst moet onderzoek precies uitwijzen waar strandschelpbanken voorkomen. Lokale aantasting van deze strandschelpen kan dan zoveel mogelijk worden voorkomen."**

De *Spisula*-vissers zijn zich, gezien uitspraken (in Revier 1995) van de heer Seinen, directeur van één van de belangrijkste bedrijven in de sector, eveneens bewust van het feit, dat de zeeëenden, die van de *Spisula* leven, gezien worden als een belangrijke natuurwaarde: **"Laten we maar eens onderzoeken waar alles zit, en gezamenlijk met de onderzoekers bespreken hoe we de visserij kunnen reguleren. We willen best zo vissen dat we genoeg voor de eenden overlaten."**

Concluderend kan gesteld worden, dat er een brede belangstelling bestaat voor de driehoek *Spisula*-Zeeëenden-Menselijke activiteiten, zowel bij de overheid (LNV en V&W) als bij de gebruikers van de kustzone (NAM en schelpdiervissers). Daarnaast zijn de Waddenvereniging en Vogelbescherming geïnteresseerd.

Zeeëenden in Nederland: aantallen, verspreiding en status

De verspreiding van de soort in Nederland is grotendeels beperkt tot de kustzone (tussen de branding en de 20 m dieptelijn). Buiten deze strook komt de soort tegenwoordig niet in grote aantallen voor. Hoewel Zwarte Zeeëenden regelmatig de Noordzee oversteken, zijn concentraties hier nooit gevonden, ook niet op ondieptes zoals de Bruine Bank of de Doggersbank (Engelsman & Hulsmann 1974, Offringa 1993).

Sinds tenminste 1860 tot ongeveer 1970 was de soort 'zeer algemeen' in onze kustwateren, inclusief de Waddenzee. In de jaren (19)70 en begin jaren 80 was er een terugval. Eind jaren 80 herstelden de aantallen zich en in de jaren 90 werden record-aantallen in Nederland vastgesteld. Door de verbeterde teltechnieken zijn de huidige aantalsschattingen echter niet zonder meer te vergelijken met eerdere opgaven. Oude schattingen blinken uit door bloemrijk taalgebruik en niet door de exactheid van de telgegevens. Hierdoor is het moeilijk aan te geven hoeveel vogels er vroeger in onze kustwateren verbleven. Het is echter zeker, dat het om tenminste tienduizenden vogels ging.

De aanwezigheid van een concentratie Zwarte Zeeëenden in de kustwateren blijft vaak verborgen voor waarnemers aan land. Toen in de jaren 90 bekend werd, dat er een groep van meer dan 100.000 eenden ten noorden van de Waddeneilanden verbleef, bleek dat een dergelijke grote groep nauwelijks door kustwaarnemers wordt opgemerkt en de eenden werden vanaf de kust zelden adequaat geteld. Een oude waarneming van 'tienduizenden' eenden kan dus ook betekenen, dat er in dat gebied meer dan 100.000 eenden verbleven. Ook het 'langstrekken' van grote aantallen kan wijzen op de aanwezigheid van een concentratie in de buurt. Recente waarnemingen aan de 'trek' van de Zwarte Zeeëend heeft laten zien, dat rond een belangrijke concentratie eenden veelal vliegbewegingen, die tienduizenden vogels omvatten, te zien zijn. Blijkbaar verdriften de vogels door het getij en compenseren ze dit vliegend, of vliegen ze af en toe weg bij verstoring door bijvoorbeeld een naderend schip (Winter 1993). Massale 'trek' kan er dus op wijzen, dat er zich in de nabijheid een grote concentratie eenden ophoudt.

1. Geschiedenis: de periode vóór 1986

Vóór 1986 is in Nederland niet gericht gezocht naar het voorkomen van zeeëenden langs de hele kustlijn. Voor een beschrijving van de toestand in het verleden zijn we dus aangewezen op literatuur opgaven van toevallig gesignaleerde groepen en op onderzoek dat zich in bepaalde deelgebieden afspeelde, zoals de Waddenzee en de Voordelta. Een reconstructie van het voorkomen van de Zwarte Zeeëend in Nederland is uitputtend beschreven in Leopold *et al.* 1995. Voor detail-informatie wordt verwezen naar deze publicatie. Waarnemingen van grote groepen op zee sinds de vorige eeuw, en het algemene voorkomen als olieslachtoffer sinds ten minste de Eerste Wereldoorlog laten echter zien, dat de Zwarte Zeeëend in ons land zeer algemeen moet zijn geweest in de periode 1860-1970. Bedacht moet worden, dat niemand in die tijd een overzicht had van de situatie langs de hele kust en dat waarnemingen van troepen op zee

toevalstreffers waren.

Opvallend is de verandering in rol die de Waddenzee speelde in het voorkomen van de Zwarte Zeeëend in Nederland. Tot begin jaren 70 verbleven hier nog tienduizenden Zwarte Zeeëenden, terwijl dit aantal tegenwoordig beperkt blijft tot een paar honderd of een paar duizend vogels.

In de jaren 70 zette ook een daling in in het aantal zeeëenden in heel Nederland, met uitzondering van de Voordelta. In dit gebied overwinterden in de periode 1973-87 tussen de 9000 en 28.000 vogels. Tot in begin jaren 80 was het belangrijkste concentratiegebied de monding van het Haringvliet met een uitloper langs Goeree tot in het Brouwershavense Gat. Het gebied leek hiermee de functie van de Waddenzee over te nemen. Echter, uit de periode van vóór 1973 was zo goed als niets bekend over het voorkomen van de Zwarte Zeeëend in de Delta. Het is daarom niet duidelijke of de eenden uit de Waddenzee zich hebben verplaatst naar de (Voor)delta. Elders in Nederland zijn in de jaren 70 en de eerste helft van de jaren 80 nauwelijk Zwarte Zeeëenden gevonden. Alleen in in de winter van 1978/79 zat er een flinke groep voor de kust van Noord-Holland.

2. De huidige situatie: 1986-95

Vanaf 1986 werd de hele Nederlandse kustlijn vanuit een vliegtuig (Baptist & Wolf 1993) afgezocht. Ook werd gestart met min of meer systematische tellingen per schip (Camphuysen & Leopold 1994) en gingen zeetrekwaarnemers steeds meer gericht naar deze soort kijken. Voor een overzicht van alle tellingen en methoden wordt verwezen naar Leopold *et al.* (1995). De op schepen gehanteerde telmethode wordt beschreven in Offringa & Leopold (1991).

Van 1986 tot 1988 was de Voordelta nog een belangrijk gebied voor de Zwarte Zeeëend in Nederland, met een maximum van 22.500 overwinteraars. Hierbij komen nog 5260 vogels die vlak over de grens, in de Belgische kuststrook, overwinterden. Gezien de uitwisseling die er bestond tussen beide gebieden, kan het totaal als één overwinterende supergroep worden gezien. Samenvallend met de aanleg van een slibdepot aan de rand van de Maasvlakte en de daarmee samenhangende verstoring en geomorfologische veranderingen verdwenen de Zwarte Zeeëenden uit de Haringvlietmonding en namen de aantallen in de gehele Voordelta af (Baptist & Meininger 1984, 1992). Na 1988 kozen steeds kleinere aantallen eenden wisselende locaties in de Voordelta. Wellicht illustratief voor de onrust die ontstaan was, was het record aantal van 12.000 vogels dat in 1988 in België overwinterde (Maertens *et al.* 1990). In de jaren 90 nam het belang van de Voordelta verder af en werd een totaal aantal van 10.000 vogels nooit meer gehaald.

Elders in Nederland werden vanaf 1986 grote concentraties Zwarte Zeeëenden gevonden. Hierbij moet worden opgemerkt, dat dit aanvankelijk ging om toevalstreffers, maar dat door het steeds gerichter zoeken naar deze concentraties, een steeds completer beeld werd verkregen van de status van de soort in Nederland. Van jaar tot jaar was de situatie als volgt:

1986/87. In dit eerste jaar werden meteen een grote groep zeeëenden gevonden: in februari 1987 werden voor de kust bij **Zandvoort, met uitlopers naar IJmuiden en Noordwijk, 50-60.000** Zwarte Zeeëenden gezien (van Dijk 1987, Baptist & Camphuysen 1987).

1987/88. Noch langs de kust van Noord-Holland, noch elders werden grote groepen gezien. Mogelijk is er in deze winter een concentratie gemist **bij Ameland/Schiermonnikoog,** waar vanaf de eilanden bij een aantal gelegenheden groepen van **een paar duizend** vogels zijn gezien.

1988/89. Nergens grote groepen gevonden; grootste groep was **6000** eenden, in januari 1989 voor de kust van **Noord-Holland.**

1989/90. Ten noorden van de Waddeneilanden ontstaat in deze winter een nieuw overwinteringsgebied. Bij Ameland zagen de zeetrektellers al in september "duizenden" vogels op zee. In januari/februari verbleven hier minimaal 5-9000 vogels (M. Versluys, *in lit.*). In oktober 1989 arriveren **bij Schiermonnikoog 17.000** vogels en er blijven hier 10.000 vogels overwinteren. Mogelijk bleven er ten noorden van onze oostelijke Waddeneilanden vogels overzomeren, want in 1990 werden door zeetrektellers in iedere maand groepjes van enkele honderden vogels op zee ten noorden van Ameland gezien.

1990/91. In het najaar van 1990 kwamen de eenden terug **bij Schiermonnikoog.** Het aantal liep hier op tot **100.000** in januari 1991 (Offringa 1991, Swennen 1991b). Later in de winter viel de groep uiteen en verpreidden de eenden zich in sub-groepen over een gebied van Schiermonnikoog tot in Noord-Holland. In maart verbleef de hoofdmacht (48.000 Zwarte Zeeëenden) bij Terschelling. Er was nog veel beweging, want op 29 maart doken er plotseling bij noordpunt van Texel 80.000 vogels op. Deze groep heeft hier slechts korte tijd gezeten. In het voorjaar verlieten veel vogels de Nederlandse wateren, maar vooral bij Terschelling bleven grote aantallen achter om te overzomeren (12-13.000 vogels).

1991/92. In januari en februari 1992 werden op twee locaties zeer grote groepen aangetroffen: **75 000 vogels bij Terschelling en 50 000 bij Schiermonnikoog-Rottum.** Er bleek uitwisseling te bestaan met de kustzone van Borkum (Duitsland). In april en mei werden bij Terschelling en Schiermonnikoog samen 65.000 vogels aangetroffen en bij Borkum 40.000, zodat het totale aantal vogels in dit zeegebied ten opzichte van januari niet noemenswaardig was afgenomen. Het staat niet vast of er dit jaar in Nederland opnieuw veel vogels hebben overzomerd. Alleen bij Ameland zagen de zeetrektellers van mei tot juli af en toe 100 á 200 vogels zwemmen.

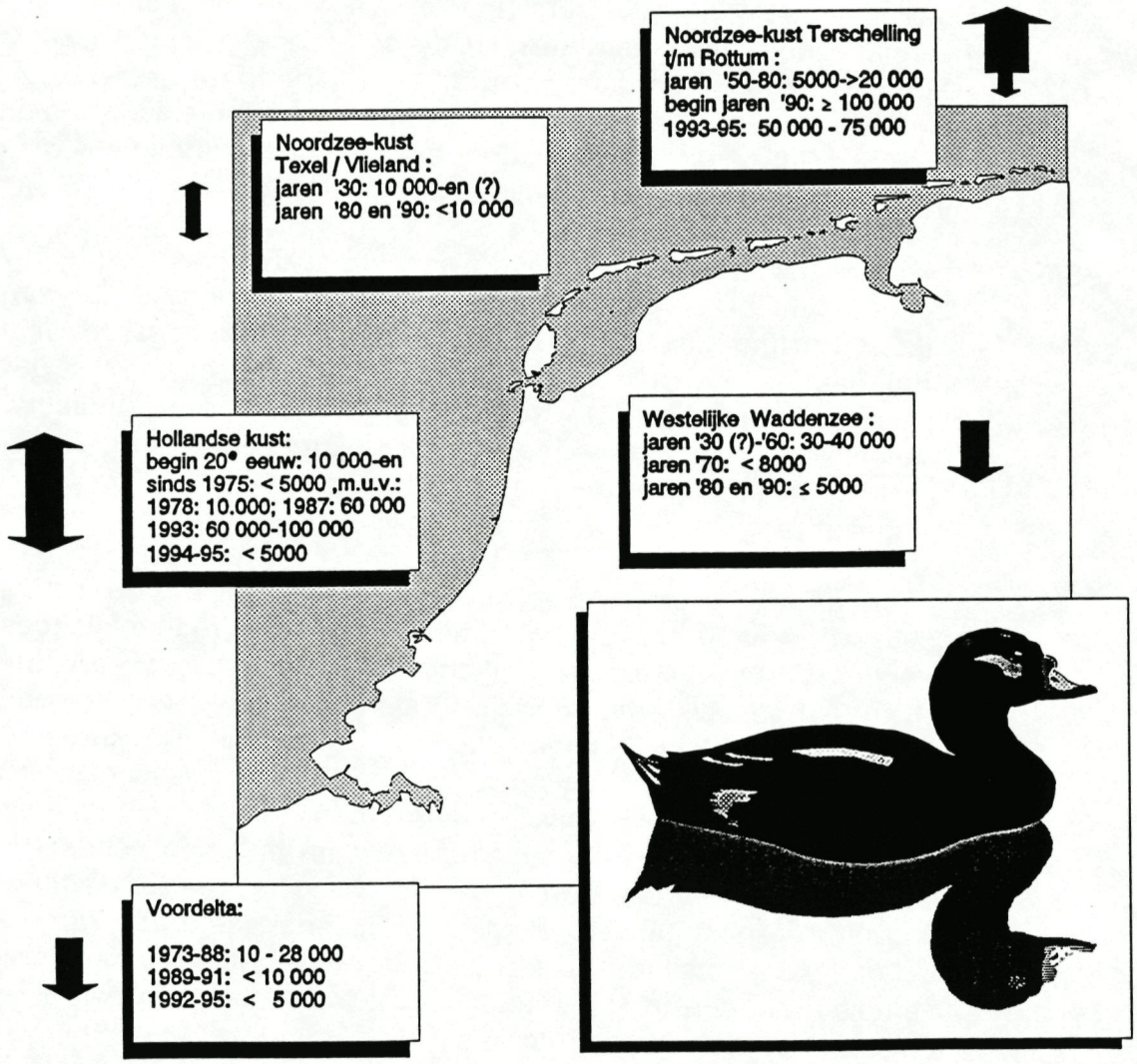
1992/93. In februari 1993 werden **bij Terschelling 125.000** Zwarte Zeeëenden; de grootste groep ooit in Nederland geteld, terwijl er ook **bij Schiermonnikoog** nog **10.000** Zwarte Zeeëenden werden aangetroffen. Hiermee was de verschuiving van Schiermonnikoog naar Terschelling, die een jaar eerder al was ingezet, een feit. De schelpenbank, waarop de eenden bij Terschelling verbleven, werd in februari door kokkelvissers bevist. Hiermee gepaard ging een verplaatsing van de eenden naar de oude locatie voor de kust van **Noord-Holland** ter hoogte van Camperduin. In maart verschenen hier de eerste duizend vogels en zeetrekwaarnemers schatten dat er **in april 60.000 tot 100.000** Zwarte Zeeëenden verbleven (N.F van der Ham, Club van Zeetrektellers, *pers. comm.*, Winter 1993).

1993/94. Deze winter liet een terugval in het aantal overwinterende Zwarte Zeeëenden zien en een terugkeer van Terschelling naar **Schiermonnikoog/Rottum**. In februari werden hier 48.100 vogels (vliegtuig: data Baptist in van Roomen *et al.* 1995), respectievelijk **56.000** vogels (schip) geteld. De Noordhollandse kust bleek opnieuw een gebied waar niet gedurende meerdere jaren een grote groep kon overwinteren: er werden dit jaar nooit meer dan 2500 vogels aangetroffen.

1994/95. In januari en februari 1995 werden drie belangrijke groepen Zwarte Zeeëenden aangetroffen ten noorden van de Waddeneilanden: bij west en bij oost **Terschelling en bij Ameland** zaten groepen van 25.000 vogels elk, waarmee de totale Nederlandse winter-populatie op ongeveer **75.000** vogels kwam. De locatie Schiermonnikoog was dit jaar niet van belang. Wel was er hier een constante instroom van groepen eenden vanuit Duitsland. Mogelijk zat er dus vlak over de grens, in het uit vorige jaren bekende eenden-gebied Borkum-Nordeney, een concentratie. Deze locatie kon echter niet worden bezocht. Elders langs de Nederlandse kust zaten geen belangrijke aantallen. Al met al zijn in de laatste twee jaren de aantallen eenden in Nederland gedaald, en zijn de vogels mogelijk uitgeweken naar Duitse wateren.

Samenvattend: Sinds het einde van de vorige eeuw, dus in feite vanaf het begin van de ornithologische literatuur in ons land, wordt de Zwarte Zeeëend gezien als een algemene wintergast, die bovendien in zeer grote aantallen langs onze kusten vliegt. Normaal overwintert de soort met tienduizenden, en in goede jaren met ruim 100.000 exemplaren in ons land. Dit is circa 10% van de totale Europese populatie (Skov *et al.* 1995). De vogels komen in de regel zeer geconcentreerd, dus op slechts enkele locaties, voor. De ligging van deze concentratiegebieden wisselt. De Waddenzee heeft langzamerhand haar belang voor de soort verloren, tegenwoordig blijven de aantallen beperkt tot enkele duizenden, tegen een geschatte 40.000 in de jaren 60. In de afgelopen tien jaar heeft ook de Voordelta, waar aanvankelijk tot 25.000 eenden overwinterden, fors aan betekenis ingeboet. Nieuwe concentraties doken op bij Noord-Holland (inciden-

teel) en structureel in de kuststrook van Terschelling tot Nordeney. Waarnemingen uit de vorige eeuw maken aannemelijk, dat de soort toen in grote aantallen overzomerde in de Waddenzee. In de afgelopen 20 jaar werd overzomeren vermoed ten noorden van de Wadden, maar alleen in 1991 werd bij Terschelling een grote groep overzomeraars vastgesteld.



Figuur 1. Overzicht van het voorkomen van de Zwarte Zeeëend in Nederland, per deelgebied. De pijlen geven de trend weer; de dikte van de pijlen het relatieve belang van het gebied.

Andere soorten eenden in de kustzone

Drie andere schelpdieretende soorten, de Grote Zeeëend *Melanitta fusca*, de Toppereend *Aythya marila* en de Eidereend *Somateria mollissima* komen potentieel in grote aantallen voor in de Noordzee-kuststrook (Baptist & Wolf 1993, Camphuysen & Leopold 1994). Geen van deze soorten is echter even talrijk als de Zwarte Zeeëend. Bij strenge koude kunnen Grote Zeeëenden uit de Oostzee, hun belangrijkste overwinteringsgebied (Skov *et al.* 1995) worden verdreven. Zeetrektellingen laten onder deze omstandigheden verhoogde aantallen zien (Platteeuw *et al.* 1994). De aantallen pleisterende Grote Zeeëenden waren alleen verhoogd in de winter 1992/93 toen record-aantallen zich aansloten bij de (eveneens record-aantallen) Zwarte Zeeëenden en Eidereenden bij Terschelling (Leopold 1993). Vermoedelijk waren dit vogels, die werden aangetrokken door de aanwezigheid van de concentratie andere eenden, en het goede voedsel aanbod ter plaatse. In een normaal jaar zouden deze vogels vermoedelijk zijn doorgetrokken. In de internationale Waddenzee overwinteren al tientallen jaren lang ongeveer 200-250.000 Eidereenden (Swennen *et al.* 1989). Wanneer een deel van deze vogels door zware ijsgang naar buiten wordt gedwongen, is de kustzone van de Noordzee het eerst aangewezen uitwijkgebied. Toppereenden overwinteren massaal (tot maximaal 200.000 exemplaren; Platteeuw *et al.* 1994) in het IJsselmeer en aangrenzende westelijke Waddenzee. Bij strenge vorst kunnen deze vogels in grote problemen komen, waardoor ze de Noordzee niet eens bereiken (Leopold *et al.* 1986). Tijdens zeetrek worden nimmer echt grote aantallen gezien; er overwinteren er een paar duizend in de Voordelta, met een onregelmatig voorkomen van groepjes voor de kust van Zuid-Holland. Ook de aantallen Eidereenden en Toppereenden die tijdens tellingen op de Noordzee werden aangetroffen waren tot voor kort in de regel niet groter dan een paar honderd vogels (Baptist & Wolf 1993, Camphuysen & Leopold 1994)). Voor de Eidereend kwam hierin verandering in de winter 1990/91. Door optredende voedselschaarste in de Waddenzee (Beukema 1993, Smit 1994) doken toen opeens zeer grote aantallen Eidereenden op in de kustzone. Gezien de gelijktijdige terugval in aantallen overwinterende Eidereenden in de Nederlandse Waddenzee (Swennen 1991a) waren de vogels vooral uit dit gebied afkomstig. De aantallen Toppereenden waren niet merkbaar verhoogd in de jaren van schaarste in de Waddenzee: blijkbaar vonden deze eenden voldoende voedsel in 'hun' IJsselmeer. Een overzicht van de aantallen eenden, die werden gevonden tijdens onze gerichte zoektochten per schip in de jaren 90 wordt gegeven in tabel 1. Andere soorten schelpdiereters die massaal in ons (binnen)land overwinteren, zoals Kuif- en Tafeleenden *Aythya fuligula* en *A. ferina* of Brilduikers *Bucephala clangula* werden door ons nooit in grote aantallen op zee aangetroffen.

Tabel 1. Aantallen eenden, aangetroffen in de kustzone van de Noordzee, in recente winters.

Winter	Zwarte Zeeërend	Grote Zeeëend	Eidereend	Toppereend
1990/91	105.000 S	< 1000 *	11.000 T[1],H,V	2000 V
1991/92	130.000 T	< 2000 T	40.000 S,T,D	1000 V
1992/93	140.000 T	13.000 T	102.000 T	3000 M,V
1993/94	60.000 S	3500 S	< 1000	?V
1994/95	75.000 A,T	1200 T	12.000 T	?V

Aantallen gebaseerd op gerichte scheepstellingen NIOZ/IBN, behalve [1]: Swennen 1991b. S,T,M,D: belangrijkste locatie waar de eenden verbleven: S = Schiermonnikoog/Rottum, A = Ameland, T = Terschelling, H = Hollandse kust, V = Voordelta. In 1993/94 en 1994/95 zijn geen scheepstellingen in de Voordelta gedaan. Volgens Baptist en Wolf (*pers comm.*) van RIKZ het zaten daar, getuige hun vliegtuigtelligen, geen grote aantallen Zwarte Zeeëenden. *: Voor de Grote Zeeëend, en uitsluitend voor deze soort, kunnen de aantallen in de lente groter zijn dan in de winter. Zo was er in mei 1991 een groep van 4820 vogels bij Terschelling aanwezig.

Het voorkomen van Spisula in Nederland

1. Algemeen: het voorkomen van Spisula subtruncata in de zuidoostelijke Noordzee

Spisula subtruncata komt voor van Noorwegen tot Marocco (Tebble 1966). In de zuidoostelijke Noordzee is het één van de meest voorkomende en wijdverspreide soorten in het macrobenthos (Kristensen 1959, Eisma 1966, Petersen 1977, Ziegelmeijer 1978, van Scheppingen & Groenewold 1990, de Boer en de Bruyne 1991, Holtmann & Groenewold 1992). De soort beperkt zich in zijn verspreiding grotendeels tot de kustwateren, maar komt ook voor op ondieptes verder uit de kust, zoals de Doggersbank (Davis 1925, Petersen 1977). *Spisula* dringt slechts bij uitzondering door in de Waddenzee en wordt daar in de regel niet oud (Cadée & Hegeman 1975, R. Dekker & J. Beukema, NIOZ, *pers. comm.*). Daarentegen is de soort algemeen in de Oosterschelde en komt ook voor in de Grevelingen (R.H.D. Lambeck, *pers. comm.*).

Spisula vormt banken, die plotseling kunnen verschijnen en weer verdwijnen (Hagmeier 1930, Eisma 1966). De rijke banken van *Spisula* vormen een belangrijk voedsel voor een breed spectrum aan soorten, van garnalen en vis tot zeeëenden (Todd 1915; Hagmeier 1930; Pihl & Rosenberg 1984; Haver 1990; Durinck *et al.* 1993, Leopold *et al.* 1995). Over de groei en reproductie van *Spisula subtruncata* is nog slechts weinig bekend, evenals over de factoren die de vestiging van jong broed bepalen (Møhlenberg & Kiørboe 1981).

Over de verspreiding en hoeveelheid van *Spisula subtruncata* in Nederland was tot voor kort weinig bekend. Kristensen vatte de kennis (literatuur en ongepubliceerde waarnemingen van medewerkers van het Zoölogisch Station Den Helder) samen in 1959 en stelt op grond hiervan dat *Spisula subtruncata* in de kustzone een algemene soort is. De eerste, en lange tijd enige gepubliceerde monstername op zee werd verricht door Eisma in 1964, in een brede strook van Hoek van Holland tot aan Ameland (Eisma 1966). Helaas werden de soorten *S. subtruncata* en *S. elliptica* door hem, althans in zijn kaarten, niet onderscheiden. Wel stelt Eisma, dat *subtruncata* de soort is die domineert nabij de kust. Hij trof *Spisula* over een groot oppervlakte aan, maar vond slechts één echte bank: bij Scheveningen. Hier bereikten de dichtheden een waarde van 300 per m^2. Dit is naar huidige maatstaven niet bijzonder hoog (zie verderop in dit rapport). Eisma vermeldt ook, dat eerdere monsternames van het Zoölogisch Station (het latere NIOZ) fluctuaties in het *Spisula (subtruncata)* bestand aantoonden: in de jaren 1947-50 was de stand plaatselijk lager. Massastrandingen en sterke fluctuaties in de stand, zoals die tegenwoordig worden waargenomen, worden ook door Eisma genoemd als een in die tijd bekend fenomeen.

In het gebied dat zich later tot de Voordelta zou ontwikkelen was de soort talrijk in het begin van deze eeuw: in de bouwput en opslibbende geul van de Neeltje Jans werden oude banken van *Spisula* aangetroffen (R.H.D. Lambeck, *pers. comm.*) Van 1962 tot 1966 deed Wolff (1973) benthos onderzoek. *Spisula*

subtruncata werd door hem nauwelijks aangetroffen. Deze situatie constrasteerde sterk met die in de jaren 80. In de Voordelta is van 1984 tot 1988 in opdracht van DNZ-RWS door het toenmalige Delta Instituut en de RU Gent onderzoek gestart om de ecologische waarde van de Voordelta te beschrijven (Craeymeersch *et al.* 1990). *Spisula subtruncata* bleek een zeer algemene en wijd verspreide soort, met biomassa's oplopend tot meer dan 250 gram ADW per m^2 (aantallen niet gegeven). Van 1988 tot 1990 is het benthos onderzocht door het Delta Instituut in het mondingsgebied van het Haringvliet, om de gevolgen van de aanleg van de Slufter na te gaan (Craeymeersch 1992). *Spisula subtruncata* bleek opnieuw één van de dominante soorten, met een gemiddelde dichtheid van 4700 per m^2 in het sublitorale buitengebied (in 1988; dit betrof juvenielen van rond de 5 mm lengte. De hoogst gevonden dichtheid op een station was toen 37.000 per m^2). Gedurende de onderzoeksperiode nam de stand sterk af, tot 230 per m^2 in 1989 en tot 110 per m^2 in 1990. Deze snelle afname van de stand wordt geweten aan predatie of wegspoelen door het sterke getij. Bovendien was er in 1989 nauwelijks aanwas van een nieuwe jaarklasse.

Vanaf 1993 heeft het RIVO in het kader van het Beleidsplan Voordelta bestandsopnamen van *Spisula* gemaakt in de Voordelta, en in 1995 en 1996 ook langs de rest van de Nederlandse kust, in het kader van de Evaluatie Structuurnota. De resultaten van de opname van 1993 zijn beschreven door van Stralen & Kesterloo-Hendrikse (1993). Het bestand aan *Spisula* bleek relatief laag, met een gemiddelde biomassa die slechts éénzeventiende was van die in 1985/86 (in 1993: 0.40 gram ADW per m^2, tegen 6.76 gram in 1985/86). Toch kwamen op vier verschillende locaties binnen de Voordelta nog dichtheden van meer dan 1000 Spisula's per m^2 voor. Ondanks deze lokale rijkdom was *Spisula* niet langer de dominante soort in de Voordelta als geheel, deze positie was overgenomen door mesheften *Ensis spec.* In de jaren 1991 en 1992 zijn er geen bestandsopnamen geweest, maar informatie van de vissers liet zien, dat er toen 'behoorlijke hoeveelheden' *Spisula* moeten zijn geweest in de Voordelta. Dit wordt onderschreven door ons onderzoek (zie Offringa 1991). In 1995 was de hoeveelheid *Spisula* weer hoger, en was de soort weer dominant (M. van der Land, RIVO, pers. comm.).

Na het onderzoek van Eisma in 1964 langs de Hollandse en Waddenkust vond, afgezien van enkele studies met een lokaal karakter, pas in 1988 en 1989 opnieuw een inventarisatie plaats van de kustzone (van Scheppingen & Groenewold 1990, Holtmann & Groenewold 1992). *Spisula subtruncata* bleek een zeer talrijke soort (tot > 5000 per m^2), met banken op diverse locaties tussen Hoek van Holland en Petten en bij Ameland/Schiermonnikoog.

Aanvullende informatie komt vanaf het strand, waar zogenaamde 'strandwachten' aangespoeld materiaal bestuderen. Omdat *Spisula subtruncata* een soort is die dicht onder het strand leeft, zijn de aangespoelde aantallen (verse) dieren een maat voor de biomassa in zee ter plaatse (Gmelig Meyling & de Bruyne 1994). Vers aangespoelde *Spisula* is als zodanig goed herkenbaar en gezien de korte 'vervalduur van vers naar oud' van deze soort (de Bruyne *et al.* 1993) moeten verse aangespoelde dieren uit de onmiddelijke omgeving komen.

Oosterbaan (1991) analyseerde het 'Centraal Systeem van de Strandwerkgemeenschap' en de eerder gepubliceerde literatuur over dit archief op het voorkomen van onder andere *Spisula subtruncata*. Hij concludeert, dat de soort aan sterke schommelingen onderhevig is geweest. De soort spoelde massaal aan in de perioden 1930 (het beginjaar van dit archief) tot WO 2 en van 1981 tot 1990. Na het verschijnen van deze publicatie is de soort massaal blijven stranden; A. Oosterbaan *pers. comm.*, eigen waarn.). In de tussenliggende periode (1946-1980) was de soort niet algemeen op de stranden. Op het traject Katwijk-Noordwijk is het aanspoelen van *Spisula subtruncata* gevolgd sinds 1978. De soort was aanvankelijk algemeen, maar nam gestaag af in aantal tot in 1983. Hierna werd er blijkbaar een nieuwe bank (of banken) gevormd voor de kust, want in 1984 'sprongen' de aantallen sprongen weer terug tot het niveau van 1978. In de jaren 90 waren de aantallen nog iets hoger. Ook op de stranden van Den Haag, Katwijk-Noordwijk, Petten en Texel was *Spisula subtruncata* algemeen in de jaren 90 (Gmelig Meyling & de Bruyne 1994).

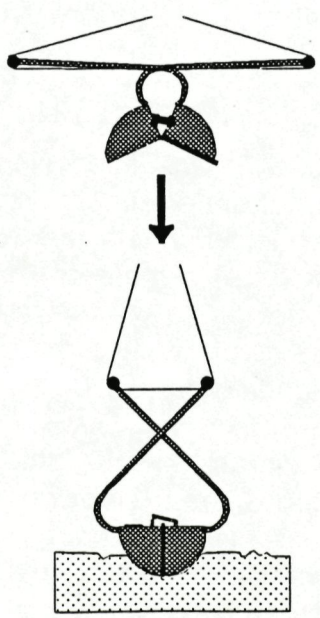
Sterke aantalsveranderingen werden ook gemeld van het strand van Terschelling (G. Doeksen *in litt.*). In de jaren zeventig spoelden er geen opmerkelijke hoeveelheden aan. In 1981 strandde deze soort voor het eerst vrij massaal. Vanaf 1984 spoelt *Spisula subtruncata* zeer algemeen aan op Terschelling en moet de soort dus in de kustzone algemeen zijn geweest. In 1984 ontstond een zeer sterke jaarklasse, waarvan nog jarenlang miljoenen dieren op het eiland aanspoelden. In 1989 was er opnieuw een goede broedval ter plaatse, want in 1990/91 spoelden miljoenen éénjarige dieren aan. Van dezelfde jaarklasse zijn ook in de jaren erna nog vele miljoenen op het strand aangetroffen (G. Doeksen, *in lit.*). In de winter van 1994/95 spoelden opnieuw miljoenen dieren aan op Terschelling, van opnieuw een nieuw jaarklasse (eigen waarn.). De 'invasie' van *Spisula* in de kustwateren van Terschelling is ook op zee opgemerkt door J. Beukema (NIOZ, *pers. comm.*). In het kader van lopend onderzoek naar het voorkomen van een andere tweekleppige vond hij in bodemmonsters ter plaatse in 1980 voor het eerst een dichtheid van de Halfgeknotte Strandschelp van meer dan 100 per m^2. Zoals reeds hierboven beschreven, was de soort weer verdwenen in 1989 (Holtmann & Groenewold 1992).

Samenvattend kan gesteld worden dat *Spisula subtruncata* in de Nederlandse kustwateren een algemene soort is. De aantallen kunnen echter zeer sterk wisselen, zowel in de ruimte als in de tijd. Belangrijke banken zijn achtereenvolgens gevonden langs de Hollandse kust (jaren 30 en in mindere mate begin jaren 60 bij Zuid-Holland); bij Noord-Holland vanaf het einde van de jaren 70; in de Voordelta in de jaren 80, waar de soort afwezig was in de jaren 60; bij de Waddeneilanden sinds de jaren 80, maar op wisselende locaties. De soort kende vermoedelijk relatief slechte tijden in de jaren 50, 60 en 70. De Bruyne *et al.* (1993) suggereren, dat er een samenhang tussen klimatologische omstandigheden en de toename van het *Spisula*-bestand in recente jaren. Door een toename van de frequenties van sterke winden zouden de leefomstandigheden van 'selectieve deposit-feeders' zoals *Spisula subtruncata* zijn verbeterd, ten koste van filterfeeders zoals de Kokkel, die dan ook grotendeels verdween langs de Hollandse en Waddenkust.

2. Recent NIOZ/IBN/BEON onderzoek aan *Spisula subtruncata*

Methoden bodembemonstering

Alle bodemmonsters werden genomen met een van Veen bodemhapper (figuur 2). Dit instrument wordt aan een kabel via een lier vanaf een schip in het water neer gelaten in geopende toestand. Tijdens contact met de bodem wordt de happer ontgrendeld, en bij het ophijsen sluit hij zich. Tijdens het sluiten wordt de onderliggende bodem bijéén geschraapt en dit sediment komt als monster naar boven. Voor dieper in de bodem levende soorten is de van Veen happer ongeschikt, omdat slechts een toplaagje van enkele centimeters wordt opgeschept. Voor soorten die op of vlak onder het oppervlakte leven is de happer wel geschikt. *Spisula subtruncata* heeft zeer korte siphonen (adem- en voedingsbuizen) en leeft dus ondiep in het zand. Soorten als het Nonnetje (*Macoma balthica*) en vooral mesheften zoals de tegenwoordig algemeen voorkomende Amerikaanse Zwaardschede *Ensis directus* leven meestal op te grote diepte om goed bemonsterd te kunnen worden met de happer. In het geval van *Ensis* is er een extra probleem: de soort kan zich zeer snel de bodem in trekken waardoor hij aan een neergekomen happer zou kunnen ontsnappen (Swennen *et al.* 1985). Na een eerste test serie met een kleine versie van de happer in 1988 werden van 1990 tot 1995 alle happen gedaan met een standaard van Veen happer. Van 1990 tot 1994 werd een happer van het NIOZ gebruikt met een opgegeven bemonsterd oppervlak van 0.2 m^2, in 1995 werd met een happer van DNZ gewerkt, die bij nameting een 'hapoppervlak' van 0.189 m^2 bleek te hebben. Deze maten zijn aangehouden bij het berekenen van de aanwezige hoeveelheden schelpdieren. Van 1990 tot 1993 werden steeds drie happen per monsterpunt genomen. Deze werden als een totaal verwerkt. Vanaf 1993 werd steeds één hap per monsterpunt genomen.



Figuur 2. Werking van de van Veen happer. Alle monsters, genomen in het kader van ons onderzoek, zijn met dit instrument genomen.

De bovengebrachte monsters werden aan boord uitgezeefd over een 1 mm zeef. Hierna werden de levende molluscen en ander potentieel eendenvoedsel met de hand uitgezocht en hetzij diepgevroren voor nader onderzoek in het lab, hetzij aan boord met een digitale schuifmaat opgemeten en weer overboord gezet (sub-monsters werden altijd meegenomen voor de bepaling van vleesinhoud en andere parameters). In principe werden alle potentiële prooien gemeten, alleen van kapotte schelpen (< 1% van het totaal) werd de lengte geschat. Een uitzondering vormde *Ensis*, waarvan vaak alleen de bovenste centimeter werd gevangen. Van deze 'koppen' werd de breedte bepaald, zodat door vergelijking met intakte dieren, de lengte en vleesinhoud geschat kon worden.

De maat voor vleesinhoud was het asvrij drooggewicht (ADW), dat werd bepaald door individuele dieren kort te koken (in latere jaren in een magnetron), het vlees te verwijderen en twee dagen in een droogstoof te drogen, te wegen en vervolgens te verassen in een moffeloven. Hierna werd het asgewicht gemeten en afgetrokken van het eerder bepaalde drooggewicht, met als resultaat het ADW. In 1990/91 was de methode afwijkend: toen werden groepen schelpdieren van gelijke lengtes samen verast, met schelp en al. Na berichten over de mogelijke onzuiverheid van deze methode (Beukema *pers. comm.*) werd deze verlaten. Regressie vergelijkingen tussen grootte (schelplengte) en ADW werden vanaf 1993 bepaald met een speciaal hiervoor ontwikkeld rekenprogramma "MUSSEL" (Brinkman 1993). Het algemene model: $Y = aX^b$ werd hierbij gebruikt waarin Y = ADW, X = schelplengte, en a en b zijn de te schatten parameters.

Resutaten

Een voorstudie in de Voordelta in 1988

De concentratie Zwarte Zeeëenden in de Voordelta, bekend van de vliegtuigtellingen van de toenmalige DGW, werd begin 1988 per schip bezocht. Hierbij werd door middel van vijftal van Veen happen (een kleine versie van dit apparaat, die met de hand vanuit een klein bootje werd bediend) een indruk verkregen van de bodemfauna ter plaatse. Er werden hoge dichtheden *Spisula subtruncata* gevonden. De preciese dichtheid werd niet bepaald, maar lag in de orde van enkele honderden per m^2. De grootte variëerde van 12-29 mm, met 95% tussen 16 en 21 mm (Leopold 1988). Een korte vistrek met een kleine kor leverde vooral veel zeesterren *Asterias rubens* op. Hoge dichtheden zeesterren werden later ook door van Stralen & Kesterloo-Hendrikse (1993) aangetroffen; deze dieren zijn mogelijke voedselconcurrenten van de eenden.

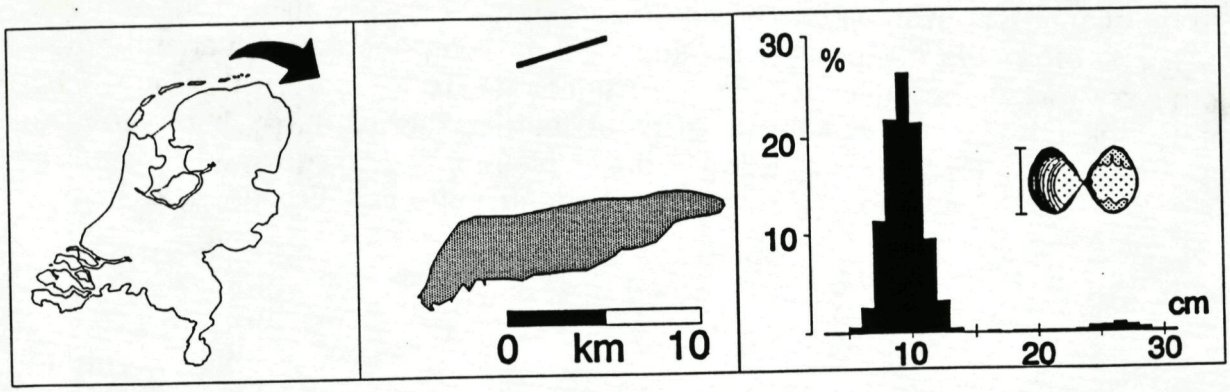
Kwalitatieve studies in 1990/91 bij Schiermonnikoog, Terschelling, Holland en Schouwen

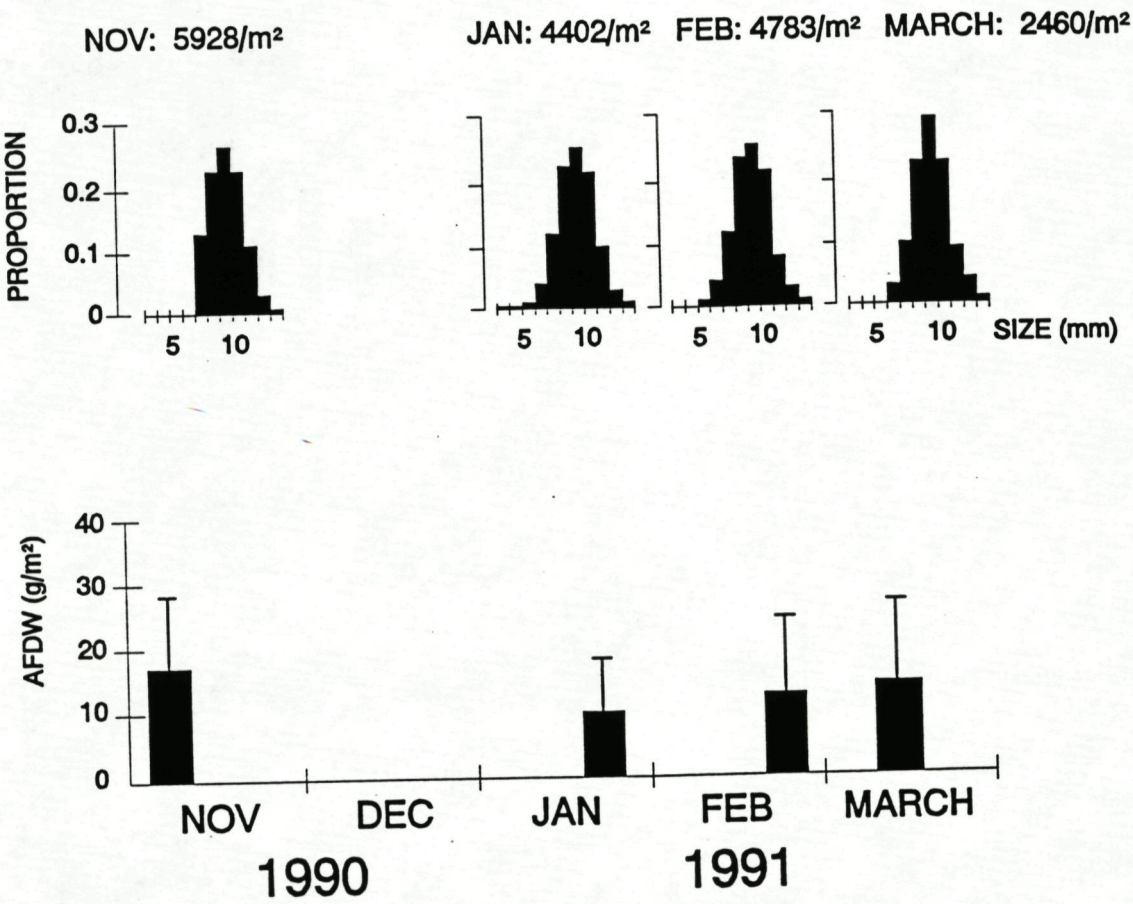
Henk Offringa (1991) beschreef het benthos bij Schiermonnikoog, waar zich in de winter van 1990/91 de hoofdmacht van de eenden bevond (maximaal 100.000 Zwarte Zeeëenden). Nadat geconstateerd was dat de eenden waren 'verhuisd' naar Terschelling, werd ook hier het benthos bemonsterd. Verder werd gemonsterd bij Schouwen (Voordelta) op een locatie die in eerdere jaren van groot belang was voor de zeeëenden, maar die nu zo goed als verlaten was. In april 1991 werden ook nog een zevental happen genomen langs de lijn Callantsoog-Scheveningen om een indruk te krijgen van het voorkomen van *Spisula* voor de Hollandse kust. Op alle locaties werd alleen gemonsterd met het doel een kwalitatief overzicht te krijgen van het benthos. Het was bij dit onderzoek niet het doel om bestandsopnamen te kunnen maken.

Bij **Schiermonnikoog** werd gemonsterd op 20 punten langs een raai evenwijdig aan de kust, op een gemiddelde diepte van 12 meter. De monsterpunten lagen circa 200-400 meter uit elkaar. De afstand van de raai tot de kust werd bepaald aan de hand van de eenden: er werd dwars over de locatie waar de vogels in november werden aangetroffen, gemonsterd. De raai werd, met uitzondering van de maand december, maandelijks bemonsterd, van november 1990 tot en met maart 1991. Plaatsbepaling moest nog met behulp van DECCA worden gedaan, en was daardoor niet zeer exact. Dit, en de locatie van de monsters ten opzichte van het zwaartepunt van de bank (onbekend) maakt een vergelijking van bijvoorbeeld dichtheden tussen verschillende maanden moeilijk.

De samenstelling van het benthos was van maand tot maand min of meer gelijk. *Spisula subtruncata* was de dominante soort, met 80-90% van de totale biomassa. Onder de *Spisula's* waren tenminste 2 jaarklassen. Er was een dominante klasse (99.8% van 6436 gemeten schelpen), verdeeld over lengtes van 5 tot 14 mm. Daarnaast was er een zeer beperkt aantal oudere dieren aanwezig, met lengtes van 24-31 mm (figuur 3). Alleen in januari werden enkele 'broedjes' van 3-5 mm aangetroffen. Lengtegroei binnen de dominante leeftijdsklasse was er niet in de periode december-maart (Kolmogorov-Smirnov test, $p > 0.05$). De mediane en meest voorkomende lengte klasse was 9-9.9 mm. De dichtheden waren hoog, met een dalende tendens over de tijd, van ongeveer 6000 per m^2 in november, tot 2500 per m^2 in maart (bedenk hierbij echter, dat de monsterlocaties niet steeds exact hetzelfde waren). De vleesinhoud (van de dominante klasse) had een tendens tot afname van november tot februari (bijna 30%) waarna het gemiddelde gewicht weer toenam (met circa 40% van medio februari tot medio maart). Het asvrijdrooggewicht werd echter slechts grofweg bepaald, door de dieren met schelp en al te verassen, dus deze getallen zijn slechts een benadering.

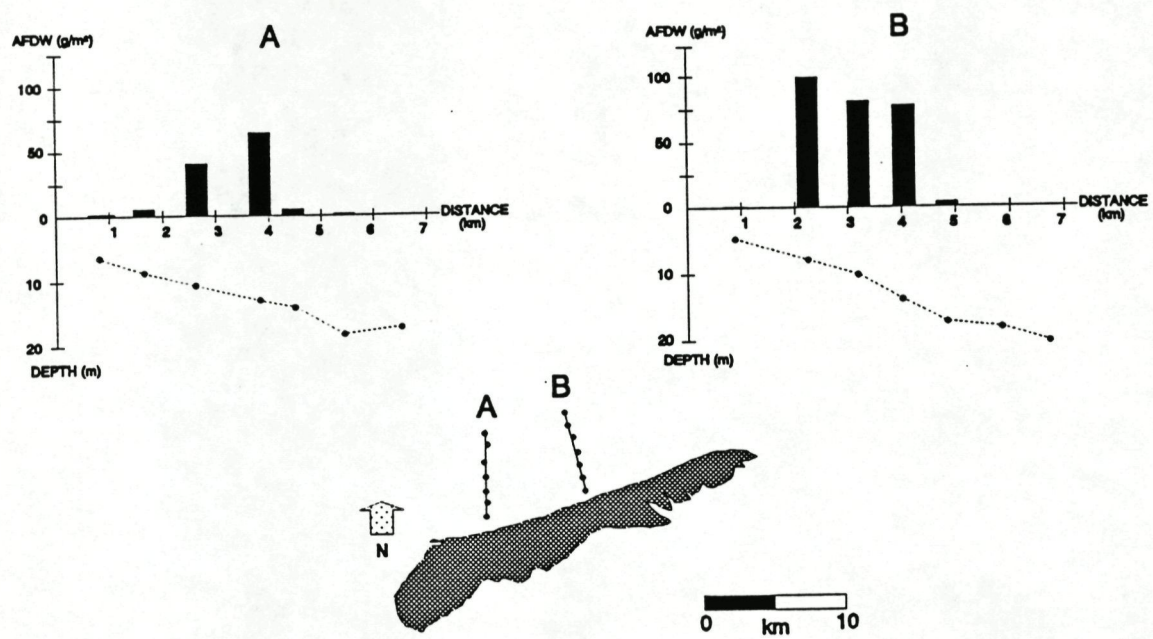
De **conclusie** van dit deel van het onderzoek was, dat ter plaatse een rijke, nog jonge *Spisula*-bank lag. Het leek aannemelijk, dat de eenden hierop foerageerden, gezien het dominante voorkomen van *Spisula*. Blijkbaar is *Spisula* van rond de 1 cm lengte voldoende groot voor consumptie door Zwarte Zeeëenden.





Figuur 3. Monsterlocatie (lijn in paneel midden-boven) en lengte-frequentie verdeling van de dominante klasse van de *Spisula's*, aanwezig bij Schiermonnikoog van november 1990 tot maart 1991 (midden). Onderste paneel: de gemiddelde biomassa in gram ADW per m^2 van de dominante klasse *Spisula subtruncata* in de winter 1990/91. Naar: Offringa 1991.

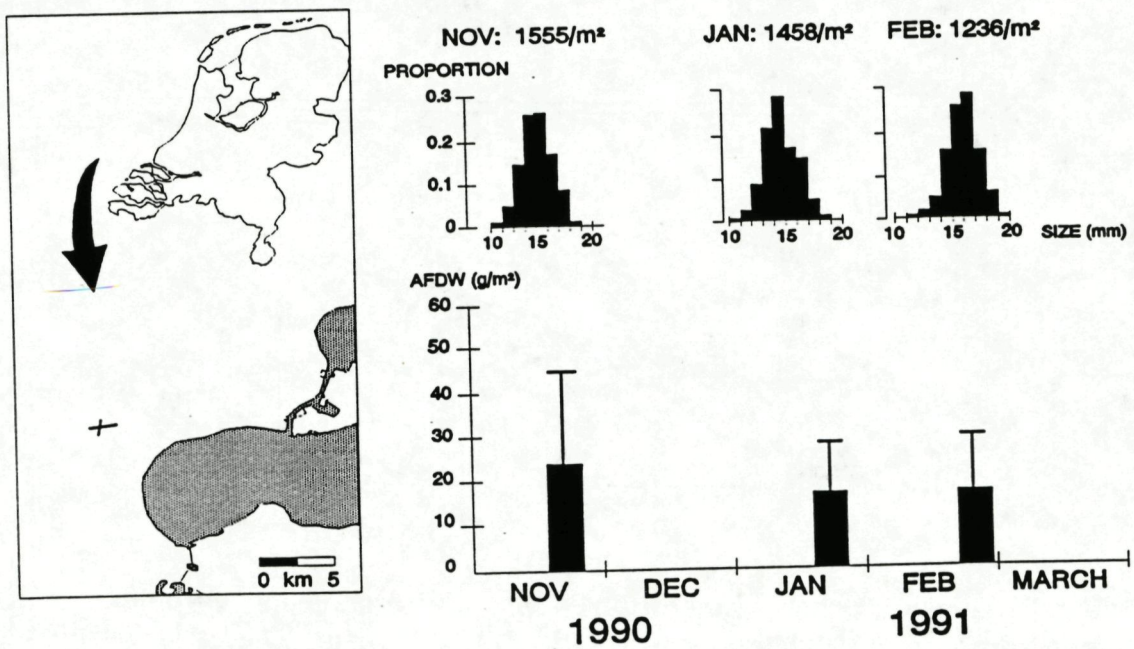
Ten noorden van **Terschelling** werd gemonsterd langs twee raaien, loodrecht op de kust, op 19 juni 1991. De Zwarte Zeeëenden gingen deze locatie in de loop van de winter verkiezen boven die bij Schiermonnikoog. Ook bij Terschelling was *Spisula subtruncata* de dominante soort in het benthos (79% van de totale biomassa, met dichtheden oplopend tot ongeveer 100 g ADW/m^2). De *Spisula* kende ook bij Terschelling een dominante leeftijdsklasse, maar hier waren de schelpen groter. De lengteverdeling had een piek bij de klassen 16-17.9 mm. Er was een piek in het voorkomen op een afstand van circa 2.5 tot 4 km uit de kust (zie figuur 4).



Figuur 4. Biomassa van *Spisula subtruncata* langs twee raaien (A en B) de de kustzone van Terschelling in juni 1991 (naar Offringa 1991).

Het macrobenthos **voor de kust van Noord- en Zuid-Holland** werd in 1991 slechts éénmaal, op 15 april, bemonsterd door het nemen van 7 happen tussen Camperduin (Hondsbossche Zeewering) en Scheveningen. De eerste en de laatste hap leverden hoge dichtheden *Spisula* op (78 en 50 gram ADW/m^2). De *Spisula* bij Camperduin was van dezelfde grootteklasse als die bij Schiermonnikoog, die bij Scheveningen was ouder. Op de tussenliggende stations werd geen *Spisula* aangetroffen. Bij Camperduin verbleef die winter een grote groep Eidereenden, die zoals bleek uit faeces op de dijk, leefden van *Spisula.* De **conclusie** was dus, dat er voor de Hollandse kust zowel rijke als arme plekken voorkwamen en dat er banken van verschillende leeftijd lagen. Deze werden nauwelijks benut door Zwarte Zeeëenden, maar wel door Eidereenden.

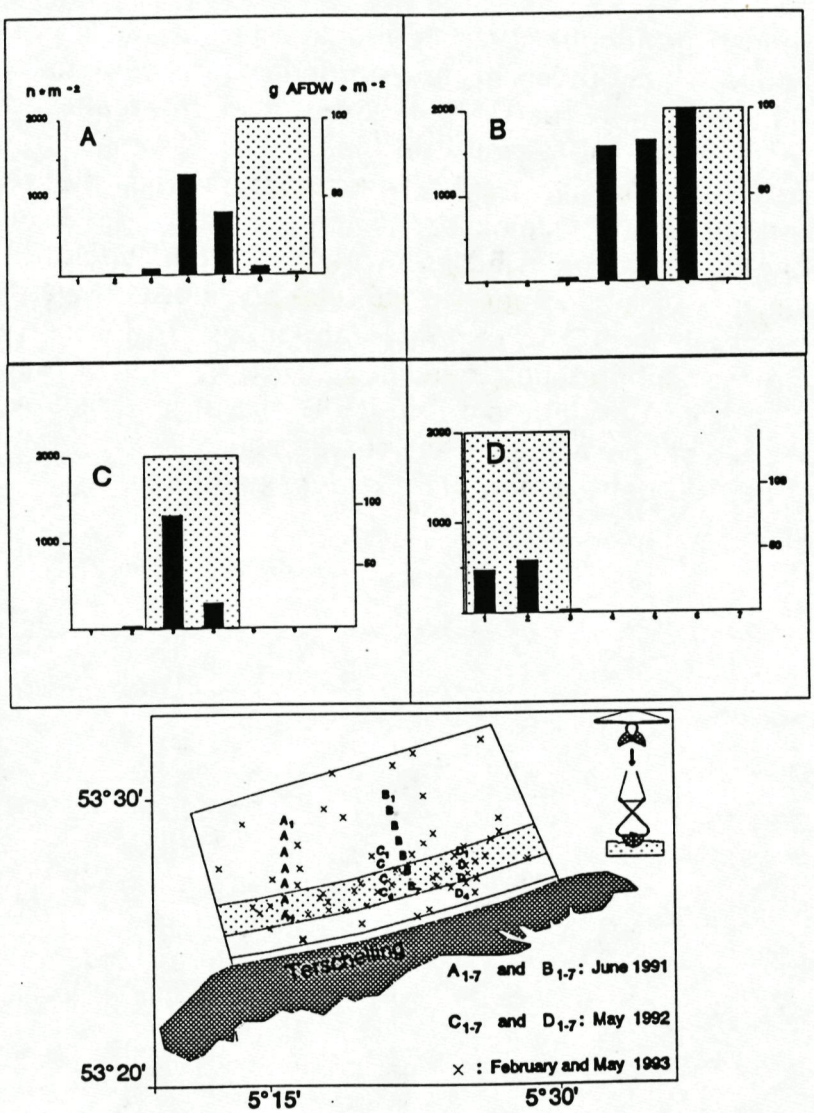
De door de eenden grotendeels verlaten locatie (in dit jaar en in de jaren sindsdien) bij de kop van **Schouwen in de Voordelta** werd bemonsterd in november 1990 en in januari en februari 1991. *Spisula subtruncata* was ook hier de dominante soort (circa 80% van de aanwezige biomassa). De dominante leeftijdsklasse kwam qua grootte het best overeen met die van Terschelling, maar de dieren waren iets kleiner (mediane klasse 15-15.9 mm). Biomassa's varieerden van 1 gram tot ruim 50 gram ADW/m^2 (gemiddeld 26 g/m^2, of 1555 individuen per m^2) in november. In januari en februari was de gemiddelde biomassa afgenomen tot 16.4 gram/m^2. Van januari tot februari was er wel een toename in de vleesinhoud per individu van 15%, dus bij een gelijkblijvende totale biomassa moet de dichtheid met 15% zijn afgenomen in die maand. De **conclusie** van deze studie was, dat het onwaarschijnlijk was, dat het vertrek van de eenden uit de Voordelta is veroorzaakt door een (totaal) gebrek aan *Spisula*.



Figuur 5. Monsterlocatie, lengte-frequentie verdeling en biomassa van de dominante klasse van *Spisula subtruncata* bij Schouwen in 1990/91.

Vergelijkend, kwalitatief onderzoek bij Terschelling in 1992

Bij Terschelling werd een klein aantal monsters genomen langs twee raaien C en D in juni 1992. Raai C lag tussen de raaien A en B in van 1991; raai D lag ten oosten van B (figuur 6). Het kiezen van de locaties van de raaien C en D was opportunistisch, ingegeven door de aanwezigheid van een groep van circa 5000 Grote Zeeëenden, een record aantal voor Nederland op dat moment. Er was nog steeds één dominante leeftijdsklasse, nu met een piek in de lengtefrequentieverdeling bij 23 en 24 mm. De aantallen langs raai C waren nauwelijks lager dan langs de raaien A en B aan weerszijden een jaar eerder. Ook lagen de meeste *Spisula's* op de zelfde afstand tot de kust als in het jaar daarvoor (zie figuur 6).

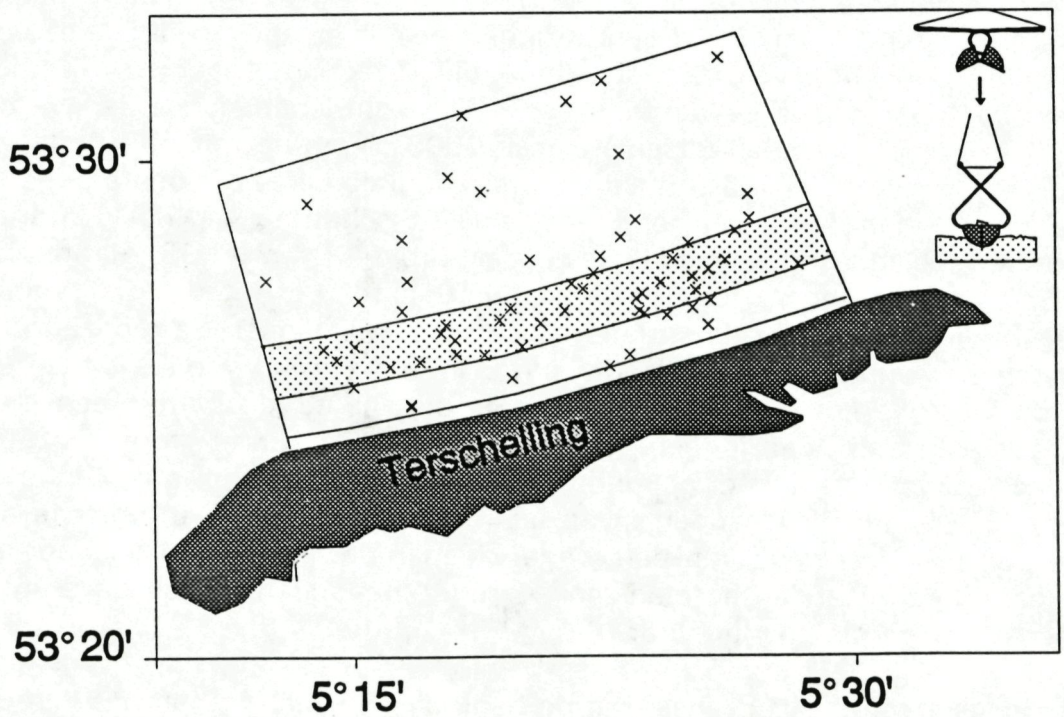


Figuur 6. De dichtheid *Spisula subtruncata* bij Terschelling vergeleken voor de vroege zomer van 1991 (raaien A en B) en 1992 (raaien C en D). De grijze band geeft de afstand tot de kust aan, waar in 1993 de hoogste dichtheden *Spisula* werden verwacht (zie onderste paneel voor alle monsterlocaties van 1991-93).

Kwantitatief onderzoek bij Terschelling in 1993

In februari en mei 1993 is getracht de *Spisula*-bank bij Terschelling, waar dat jaar een ongekende concentratie eenden zat (125.000 Zwarte Zeeëenden, 13.000 Grote Zeeëenden en 55.000 Eidereenden) op een kwantitatieve manier te bemonsteren. Doel van dit onderzoek was om de predatie-druk van een dergelijk groot aantal eenden te kwantificeren (den Hollander 1993). Door de visserij op *Spisula*, die deze winter voor het eerst plaatsvond ten noorden van de Waddeneilanden (Leopold 1993), kon dit onderzoeksdoel niet worden verwezenlijkt. Wel maakte dit onderzoek een beschrijving mogelijk van de toestand van de bank vóór en na het (eenden- en vis-) seizoen. Nadat was geconstateerd dat de eenden tijdens de visserij op *Spisula* naar Noord-Holland uitweken, is daar ook gemonsterd (in maart 1993).

Bij Terschelling werden zowel in februari als in mei 60 monsters genomen. De ruimtelijke verdeling van de monsterlocaties werd bepaald volgens een gestratificeerde, random methode (Krebs 1989). Hiertoe werd het te bemonsteren gebied, op grond van voorkennis uit 1991 en 1992, verdeeld in drie stroken: een kust-, een midden- en een buitenstrook (zie figuur 7). In de middenstrook werd de hoogste dichtheid *Spisula* verwacht, dus hier was de dichtheid monsterpunten het hoogst. De verdeling van de monsterpunten was: 10, 30 en 20 voor kust-, midden- en buitenstrook, waarbij bedacht moet worden dat de buitenstrook een veel groter oppervlakte had dan de twee andere.



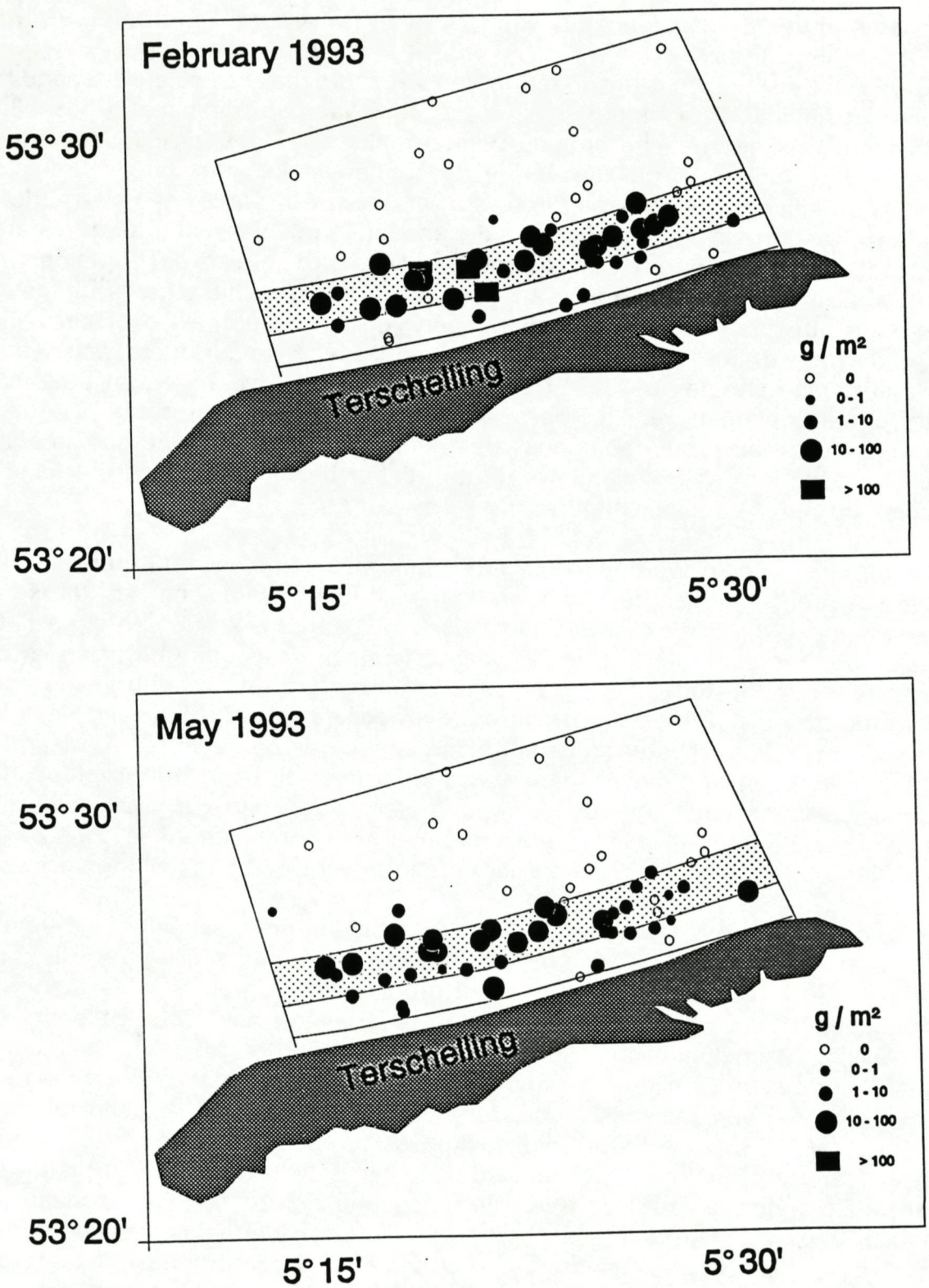
Figuur 7. Het bemonsterde gebied in februari en mei 1993, met daarin aangegeven de ligging van de kust-, midden- en buitenstrook en de 60 random monsterpunten (naar: Den Hollander 1993).

De locaties van de monsterpunten werden bepaaald aan de hand van een lijst random gekozen X en Y getallen tussen 0 en 1. De kleinste en grootste Oosterlengtes en Noorderbreedtes werden bepaald van het te bemonsteren vak, en genormaliseerd tot 0 en 1 in zowel de X als de Y richting. Vervolgens werd de lijst met random punten omgerekend tot geografische posities binnen het vak. Uit de aldus verkregen lijst werden de eerste 10, 30 en 20 punten genomen die binnen de bewuste deelstroken vielen. Op ieder punt werd zowel in februari als in mei één hap genomen. Zie den Hollander (1993) voor een uitgebreide beschrijving van de berekening van de hoeveelheid *Spisula* op grond van deze monsters.

Spisula subtruncata bleek ook in 1993 de dominante soort te zijn in de kustzone van Terschelling. De dichtheden per monsterpunt variëerden van 0 tot 655 per m^2. Er was één leeftijdsklasse en deze schelpen waren nu gegroeid tot een mediane grootte van 28 mm (geen verschil tussen februari en mei). Bij deze lengte hadden de dieren een vleesinhoud van 0.1963 gram ADW in februari en 0.1995 gram in mei. Voor februari werd het totaal aantal *Spisula's* berekend op 8.153 miljard, waarvan de meerderheid (74%), zoals verwacht, zich bevond in de middenstrook (zie figuur 8). Drie maanden later was de stand tot 3.647 miljard afgenomen, een afname van 55% In de, voor eenden én vissers, meest profijtelijke middenstrook was de afname met 62% het hoogst, in de kustzone bedroeg deze 48% en in de buitenzone 27%

Aangezien kennis over de kust van Noord-Holland nog ontbrak, werd hier random gemonsterd, op 50 punten tussen 52°35' en 52°46' Noord en tussen de kust en 4°33' Oost. Deze begrenzingen waren ingegeven door het voorkomen van de eenden en de beschikbare tijd. Ook in dit gebied was *Spisula subtruncata* de dominante benthos soort. De dichtheden variëerden van 0 tot circa 100 per m^2, met één uitschieter van 2000 dieren per m^2. Deze uitschieter, en het feit dat de *Spisula*-dichtheid niet afnam op de diepere monsterpunten -het einde van de bank was niet bereikt- maakt een schatting van het aantal *Spisula's* in het gebied lastig. Inmiddels is door de Bruyne *et al.* (1993) gerapporteerd, dat *Spisula subtruncata* ter hoogte van Petten tot ver uit de kust voorkomt, zeker in vergelijking met de situatie bij Terschelling. Binnen de grenzen van het door ons bemonsterde gebied lagen zo'n 5 miljard *Spisula's*, maar dit is dus een minimum. Er waren drie lengte-klassen. De dominante klasse had een mediane lengte van 28 mm. Een jongere garde was rond de 20 mm groot. Deze dieren werden vrijwel uitsluitend gevonden op het punt met de afwijkende, hoge dichtheid. Dit punt lag midden in de bank oudere *Spisula's* en vormde als het ware een kleine enclave van een jongere generatie. Er werden ook nog dieren van een derde jaarklasse (mediaan 13 mm) gevonden, maar deze kwamen nergens in hoge dichtheden voor.

De **conclusie** van dit werk was, dat de bank bij Terschelling aan het verouderen was. De voorraad nam af door natuurlijke sterfte, predatie en visserij. Er waren geen tekenen van nieuwe aanwas. Samenvallend met, en vermoedelijk onder invloed verstoring door de visserij op de schelpdieren, weken de eenden uit naar een locatie bij Noord-Holland, waar ze ook een ruime *Spisula* voorraad aantroffen, zij het in dieper water.



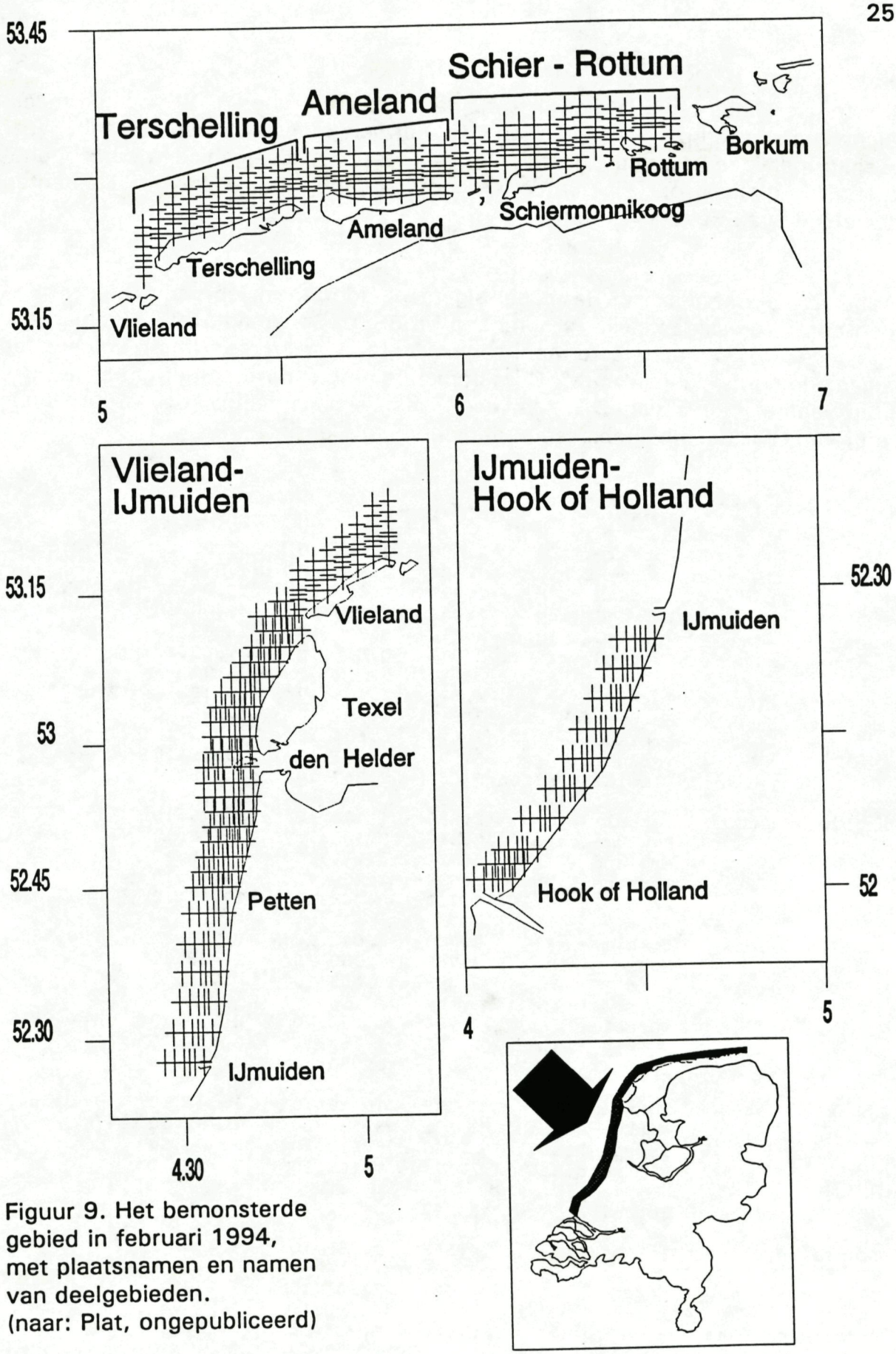
Figuur 8. Biomassa (gram ADW per m^2 van *Spisula subtruncata* ten noorden van Terschelling in februari en mei 1993 op 60 random monsterpunten (naar: den Hollander 1993).

Bemonstering van de hele kustzone van Hoek van Holland tot Rottum in 1994

In februari 1994 werd, met uitzondering van de Voordelta, het hele Nederlandse 'zeeëenden gebied' bemonsterd, om na te gaan waar *Spisula*-banken beschikbaar waren. Ook alternatieve prooien werden bekeken. Doel van dit onderzoek was inzicht te krijgen in de keuzes die de eenden maken om in een bepaald gebied te verblijven. De vraag hierbij was of er alleen *Spisula* (of een alternatief) aanwezig was op de locatie(s) waar de eenden verbleven, of dat er elders onbenutte voorraden waren. Hiertoe werd de kuststrook, van de branding tot circa 9 km uit de kust, van Hoek van Holland tot aan de Duitse grens intensief bemonsterd. In totaal werden er 481 happen genomen, verdeeld over circa 80 raaien, die min of meer loodrecht op de kust liepen. Langs iedere raai werd steeds één hap genomen op 0.5, 1.5, 2, 2.5, 3.5 en 4.5 zeemijlen uit de kust. In het 'primaire eenden gebied', de strook van de Duitse Grens tot aan Petten (NH) lagen de raaien op onderlinge afstanden van 1.5 mijl. Het gebied van Petten tot aan Hoek van Holland werd van minder belang geacht en hier lagen de raaien op 3 mijl uit elkaar (figuur 9).

Alle potentiële prooien werden in dit onderzoek meegenomen, te weten: a) alle bivalven tot een schelplengte van 4 cm bij min of meer ovale schelpen (dit is de maximale maat die fysiek door een Zwarte Zeeëend kan worden ingeslikt, bepaald door keelgat metingen bij olieslachtoffers); b) *Ensis* van 0-2 jaar oud; c) alle gastropoden; d) Zeeklitten *Echinocardium cordatum* tot een doorsnede van 22 mm (de maximale grootte van een bol die door een Zwarte Zeeëend keelgat kan). Kleine krabben, zeesterren en anemonmen werden ook genoteerd, maar de biomassa van geen van deze groepen was ook maar bij benadering voldoende voor de zeeëenden, en zijn bij de uitwerking niet verder betrokken. Dit gold ook voor de enige worm die werd meegenomen, het Goudkammetje *Pectinaria koreni*, dat evenals mollusken in een hard omhulsel leeft, en banken kan vormen.

Voor de uitwerking werden verschillende deelgebieden onderscheiden (zie figuur 9) om te kunnen nagaan of de kwaliteit langs verschillende secties van de kust verschilde, in termen van prooiaanbod en prooikwaliteit (grootte, vleesinhoud). Per deelgebied werden monsters van iedere soort verzameld voor de bepaling van ADW en schelpgewicht. Van iedere soort werden dagelijks schelpen bewaard die 's avonds, als het schip stillag werden gekraakt. Deze experimenten dienden om de verschillende soorten onderling te kunnen vergelijken (c.f. Piersma *et al.* 1993). De kracht die nodig was om schelpen van verschillende soort en grootte te kraken werd bepaald door een schelp tussen twee platen te plaatsen. De onderste van deze twee platen bevond zich op een weegschaal, de bovenste was voorzien van een hefboom. Door middel van deze hefboom konden de platen, met daartussen een schelpdier, langzaam naar elkaar toe worden bewogen, waarbij de toenemende kracht op de weegschaal kon worden afgelezen. De kraakkracht (in Newton) werd bepaald als de kracht waarbij de schelp uiteindelijk brak. Deze werd berekend als het afgelezen aantal kilo's, vermenigvuldigd met de valversnelling van 9.81 $m.s^{-1}$.



Figuur 9. Het bemonsterde gebied in februari 1994, met plaatsnamen en namen van deelgebieden.
(naar: Plat, ongepubliceerd)

De onderstaande tabel (Tabel 2) geeft de parameters voor ADW voor de meest algemene soorten per deelgebied en voor het hele monstergebied (Totaal). Waar weinig individuen zijn gevonden in de monsters zijn deelgebieden samengenomen: Noord staat voor alle punten ten noorden van Petten, Zuid voor alle punten ten zuiden van Petten.

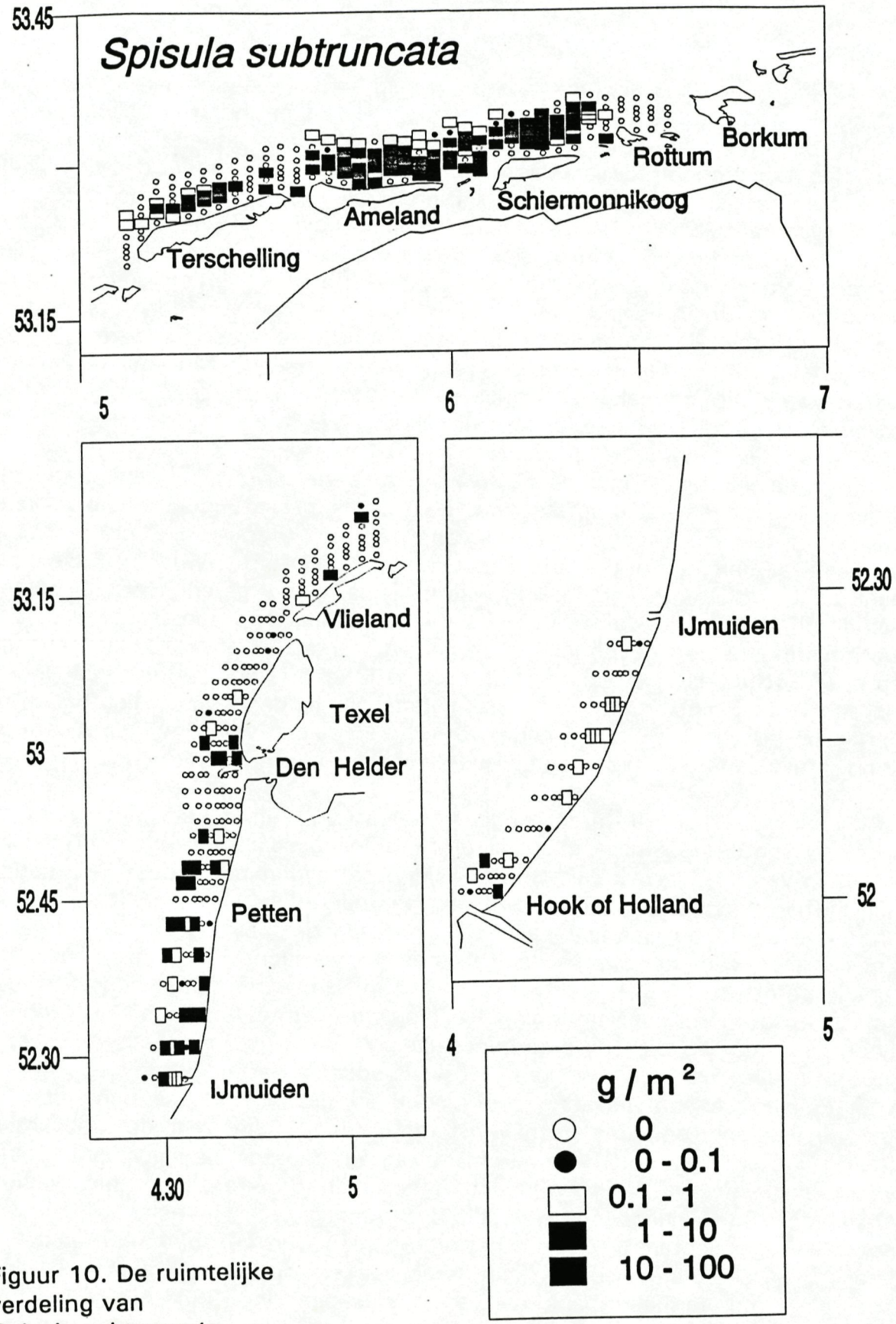
Tabel 2. Parameters voor de meest algemene soorten in februari 1994, verkregen door regressie analyse (programma MUSSEL, Brinkman 1993). Biomassa Y (gram ADW) is gerelateerd aan schelplengte of diameter (mm) volgens de algemene vergelijking: $Y = aX^b$. De parameters a en b zijn iteratief gefit, met een startwaarde voor b van 2.8. Met een F-test is nagegaan of de vergelijkingen voor verschillende deelgebieden onderling verschillen.

Soort	area	b	a	RSS	F-test: P
Spisula subtruncata	Totaal	2.686	$2.515.10^{-5}$	$61.87.10^{-2}$	P=0.0000***
	Rottum-Schier	2.654	$2.824.10^{-5}$	$1.564.10^{-2}$	
	Ameland	2.320	$7.825.10^{-5}$	$13.03.10^{-2}$	
	Terschelling	3.063	$0.685.10^{-5}$	$4.400.10^{-2}$	
	Vliel-IJmuiden	3.292	$0.380.10^{-5}$	$15.63.10^{-2}$	
	Schev-H.off Hol	3.071	$0.616.10^{-5}$	$0.505.10^{-2}$	
Macoma baltica	Totaal	2.872	$1.105.10^{-5}$	$34.16.10^{-3}$	P=0.0165
	Rottum-Schier	2.810	$1.291.10^{-5}$	$6.599.10^{-3}$	
	Ameland	3.074	$0.634.10^{-5}$	$5.889.10^{-3}$	
	Terschelling	2.898	$1.026.10^{-5}$	$13.95.10^{-3}$	
	Vlieland-Petten	2.604	$2.347.10^{-5}$	$6.075.10^{-3}$	
Angulus fabulus	Totaal	2.695	$1.174.10^{-5}$	$8.379.10^{-3}$	P=0.0000***
	Rottum-Schier	2.347	$2.863.10^{-5}$	$1.107.10^{-3}$	
	Ameland	2.322	$3.719.10^{-5}$	$1.239.10^{-3}$	
	Terschelling	2.659	$1.264.10^{-5}$	$1.749.10^{-3}$	
	Zuid	3.250	$0.244.10^{-5}$	$2.719.10^{-3}$	
Angulus tenuis	Totaal	2.708	$1.042.10^{-5}$	$7.213.10^{-3}$	P=0.6898
	Noord	2.748	$0.950.10^{-5}$	$2.438.10^{-3}$	
	Zuid	2.698	$1.055.10^{-5}$	$4.719.10^{-3}$	
Abra alba	Totaal	2.794	$1.074.10^{-5}$	$8.276.10^{-4}$	P=0.9859
	Noord	2.771	$1.152.10^{-5}$	$3.557.10^{-4}$	
	Zuid	2.827	$0.980.10^{-5}$	$4.712.10^{-4}$	
Donax vittatus	Totaal	2.135	$11.89.10^{-5}$	$10.45.10^{-2}$	P=0.0647
	Rottum-Ameland	2.521	$3.253.10^{-5}$	$2.732.10^{-2}$	
	Terschelling	2.343	$5.516.10^{-5}$	$3.936.10^{-2}$	
	Vlieland-Petten	2.171	$1.161.10^{-5}$	$3.351.10^{-2}$	
Spisula solida	Totaal	2.647	$3.372.10^{-5}$	0.149	
Mactra coralina	Totaal	4.588	$1.866.10^{-8}$	0.488	
Ensis directus	Totaal	2.407	$7.343.10^{-2}$	1.253	
Euspira poliana	Totaal	3.600	$1.216.10^{-2}$	$1.228.10^{-3}$	
Echinocardium cordatum	Totaal	3.465	$0.202.10^{-5}$	0.812	

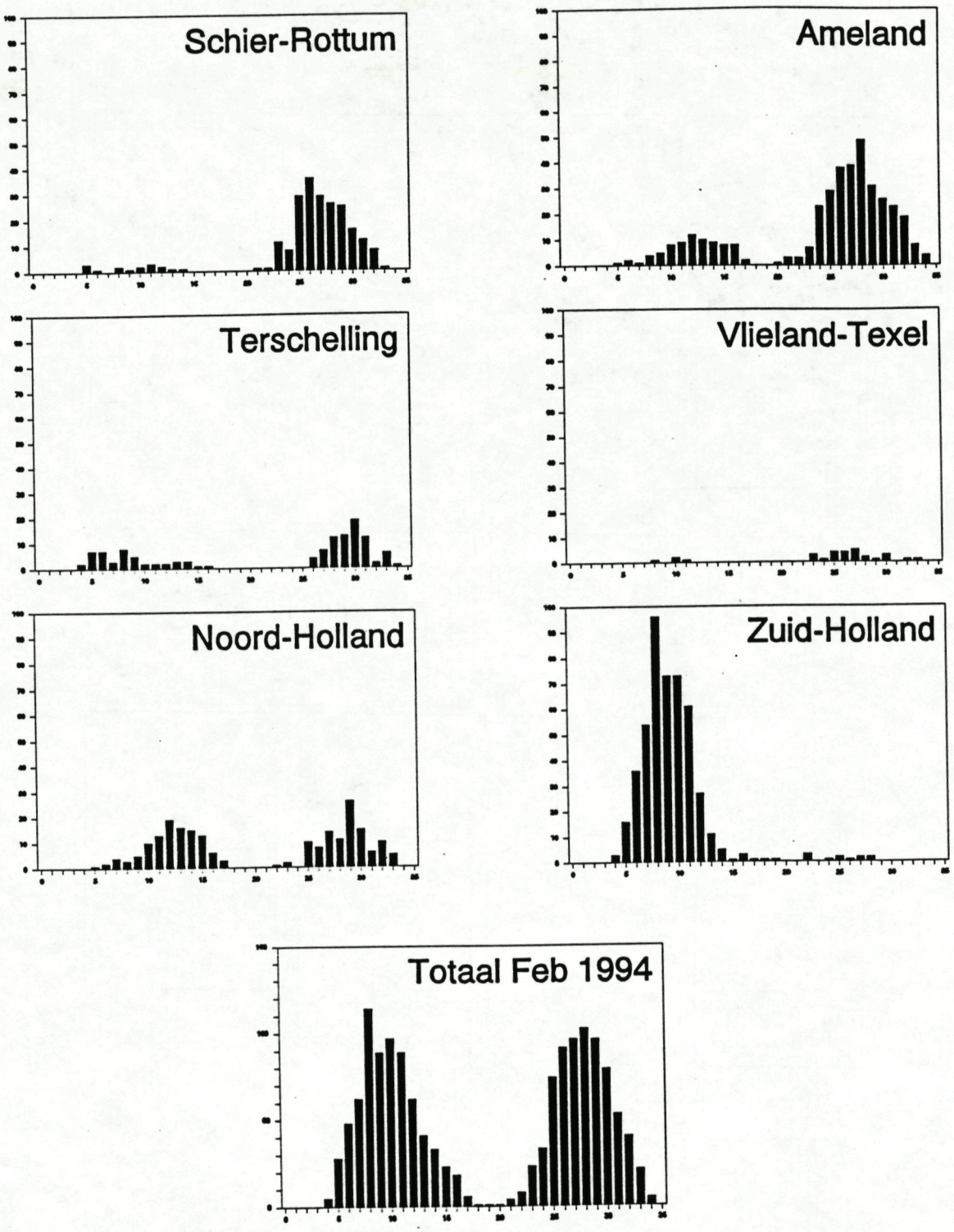
Spisula subtruncata was, ook na de visserij in voorgaande jaren, nog een belangrijke soort in het benthos (figuur 10). Wel was er sprake van 'vergrijzing' van het bestand, met name ten noorden van de Waddeneilanden. Hier werden in feite slechts dieren van de jaarklasse van 1990 gevonden, nu met een gemiddelde lengte van zo'n 28 mm (figuur 11). Dieren van 1 cm of kleiner werden alleen in enige aantallen voor de kust van Zuid-Holland gevonden (zie ook figuur 12b, paneel rechtsonder). Dit betrof slechts één monsterpunt: een hap vlak bij de noordpier van Hoek van Holland, waarin 346 broedjes werden gevonden. Bij Noord-Holland en Ameland werden nog enkele dieren van een iets grotere lengteklasse (circa 12 mm) gevonden, maar hun aantal was zeer gering (figuur 11). Er leken in de Nederlandse kuststook dus drie jaarklassen voor te komen: resten van de oude bekende jaarklasse uit 1990 en schelpen van de twee volgende, maar zeer zwakke jaarklassen.

Ondanks de vergrijzing leverde *Spisula subtruncata* van alle soorten potentiële prooien nog steeds het grootste aandeel in de biomassa (Figuur 12a,b). Alleen deze soort bereikte lokaal biomassa's van meer dan 10 gram ADW per m^2, maar de biomassa bereikte in geen enkel monster de 100 gram ADW per m^2. De oude bank ten noorden van Terschelling was nu bijna tot nul gereduceerd. Schelpen van dezelfde oude jaarklasse werden verder oostelijk, ten noorden van Ameland en Schiermonnikoog gevonden. In dit gebied waren ook enkele kokkelschepen op deze *Spisula* aan het vissen. Ook bij zuid-Texel en voor de kust van Noord-Holland werd *Spisula subtruncata* gevonden, waarbij de hoogste dichtheden bij Petten, in diep water werden aangetroffen. Ten zuiden van IJmuiden kwam de soort, afgezien van de broedjes bij Hoek van Holland, vrijwel niet voor.

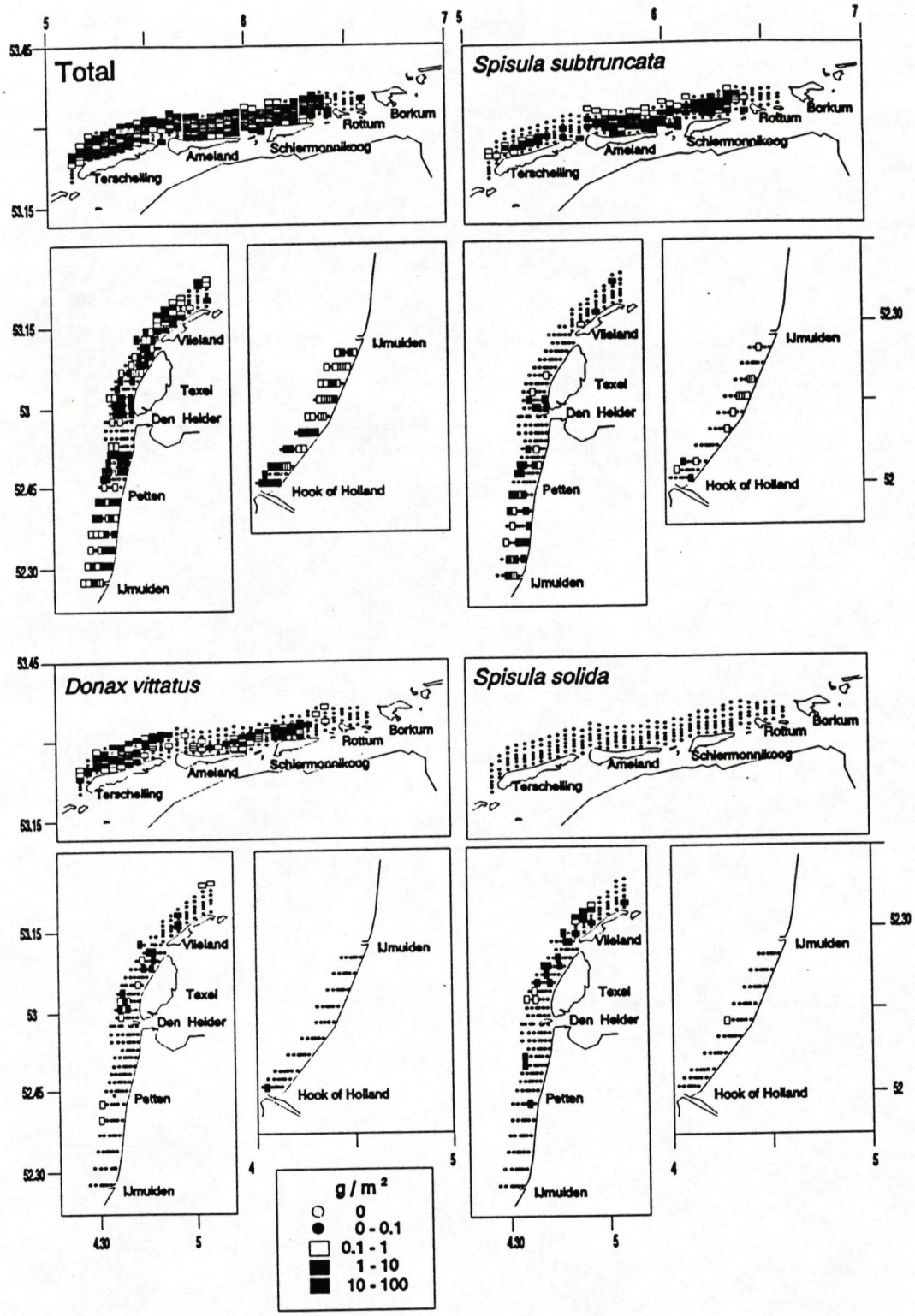
De berekende regressievergelijkingen tussen ADW en schelplengte variëren (licht) tussen de verschillende deelgebieden voor *Spisula subtruncata* (Tabel 2). Afgezien van de lijn voor Zuid-Holland, die wordt gedomineerd door de broedjes van de hap bij Hoek van Holland, liggen de andere lijnen zeer dicht opeen, en kruisen elkaar in een aantal gevallen. Voor de relatie schelpgewicht/lengte geldt, dat de lijnen voor de diverse deelgebieden vrijwel identiek zijn, en een zelfde 'shape parameter' b van rond de 2.7 hebben. Omdat de lijnen voor ADW en schelpgewicht ten opzichte van schelplengte dezelfde kromming hebben (vergelijk figuur 13 a en b) is de hoeveelheid ADW per gram schelp voor iedere grootte gelijk. Als het verwerken (doorvoer door de darm) van het schelpgruis voor de eenden een belasting zou zijn, levert de selectie van een bepaalde grootte van schelpen dus geen winst op. Anders is het met de kraakkracht (figuur 14): de lijnen voor deze parameter ten opzichte van de vleesinhoud lopen veel vlakker (vrijwel recht). Hierdoor levert een grotere schelp per Newton kraakkracht meer vlees op. Het lijkt dus gunstig voor de eenden om grote schelpen te selecteren. Gezien het voorkomen van *Spisula subtruncata* in banken van één jaarklasse, zou een dergelijke selectie het makkelijkst zijn door het selecteren van een bank met grote schelpen. In 1994 was dit binnen Nederland niet mogelijk, want er was slechts één jaarklasse in voldoende mate beschikbaar. Een aanwijzingen voor een voorkeur voor een bank met grotere schelpen is wel gevonden in 1990/91, toen de eenden de bank van Terschelling (met grotere *Spisula*) uiteindelijk verkozen boven die van Schiermonnikoog.



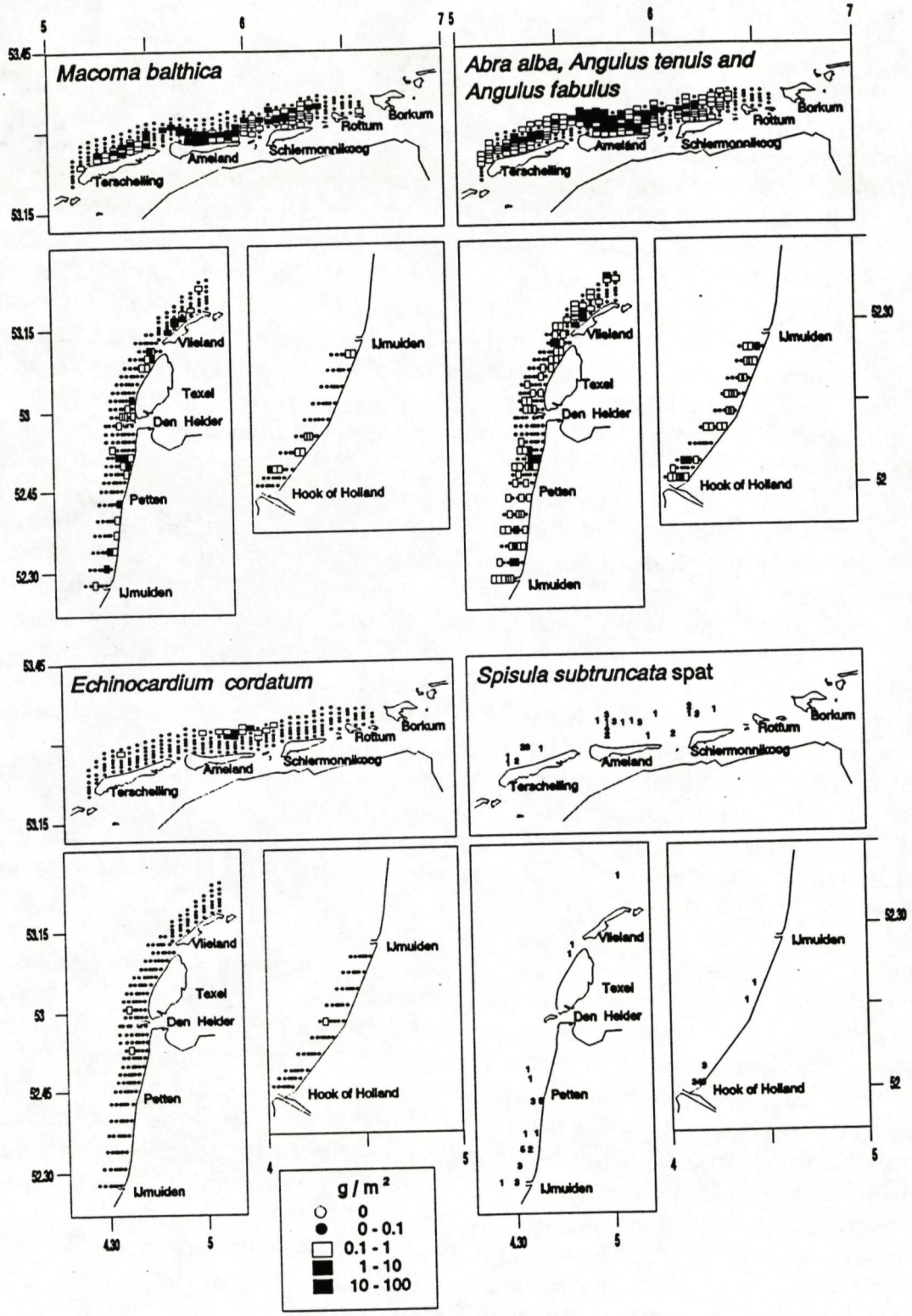
Figuur 10. De ruimtelijke verdeling van *Spisula subtruncata* in februari 1994. (naar: Plat, ongepubliceerd)



Figuur 11. De grootteverdeling (mm schelplengte) van alle bemonsterde *Spisula subtuncata* per deelgebied in februari 1994.



Figuur 12a. Ruimtelijke verdeling van alle beschikbare biomassa (gram ADW/m²) in februari 1994 (linksboven) en de individuele verspreiding van drie belangrijke soorten: *Spisula subtruncata*, *Donax vittatus* (het Zaagje) en *Spisula solida*. Naar: Plat, ongepubliceerd.



Figuur 12b. De verspreiding van Nonnetjes (linksboven), andere kleine bivalven (rechtsboven), Zeeklitten (linksonder) en de aantallen gevonden broedjes van *Spisula subtruncata* (rechtsonder). Naar: Plat, ongepubliceerd.

Van de alternatieve prooisoorten was er niet één, die zelfs lokaal, een alternatief bood voor een rijke *Spisula*-bank (figuur 12a,b): op geen enkel monsterpunt werd een biomassa van meer dan 10 gram gehaald door deze soorten. Het Zaagje *Donax vittatus* werd vooral op *Spisula* locaties gevonden (Terschelling, Ameland/Schiermonnikoog en bij Texel). Opvallend was de relatieve hoge dichtheid bij Terschelling: blijkbaar had deze (slanke en gladde) soort de *Spisula* visserij goed overleefd. *Spisula solida* vormde in Nederland geen alternatief voor eenden of vissers. De soort werd vrijwel alleen gevonden in het grofzandige sediment bij Vlieland/Texel, en dan nog in lage dichtheden. Voor een strandsuppletie op Texel werd later een grote hoeveelheid van dit sediment opgezogen en op het strand van Texel gedeponeerd, hierbij kwamen ook grote aantallen *S. solida* aan hun einde (*pers. obs.*). Het bestand is hierdoor vermoedelijk aanzienlijk verkleind.

Een aantal kleinere bivalven, Nonnetjes, Witte Dunschalen en Tere en Rechtsgestreepte Platschelpen (respectievelijk *Macoma balthica, Abra alba, Angulus tenuis* en *A. fabulus* in figuur 12b) kwamen wijd verspreid, maar niet met hoge biomassa's voor. Echte banken waren dus afwezig. *Echinocardium* werd in de kustzone niet in hoge dichtheden gevonden en veel exemplaren in de monsters waren bovendien te groot om door een zeeëend te worden ingeslikt; deze zijn niet opgenomen in figuur 12. De resterende soorten waren dermate schaars dat ze alleen zijn opgenomen in het overzicht van de totale beschikbare biomassa aan potentiële prooidieren (figuur 12a, linksboven). Deze laat zien, dat de eenden ten zuidwesten van Terschelling nauwelijks nog foerageermogelijkheden hadden. Van Vlieland tot aan IJmuiden was nog wel enige biomassa aanwezig (verdeeld over meerdere soorten), maar ten zuiden van IJmuiden was de bodem vrijwel leeg.

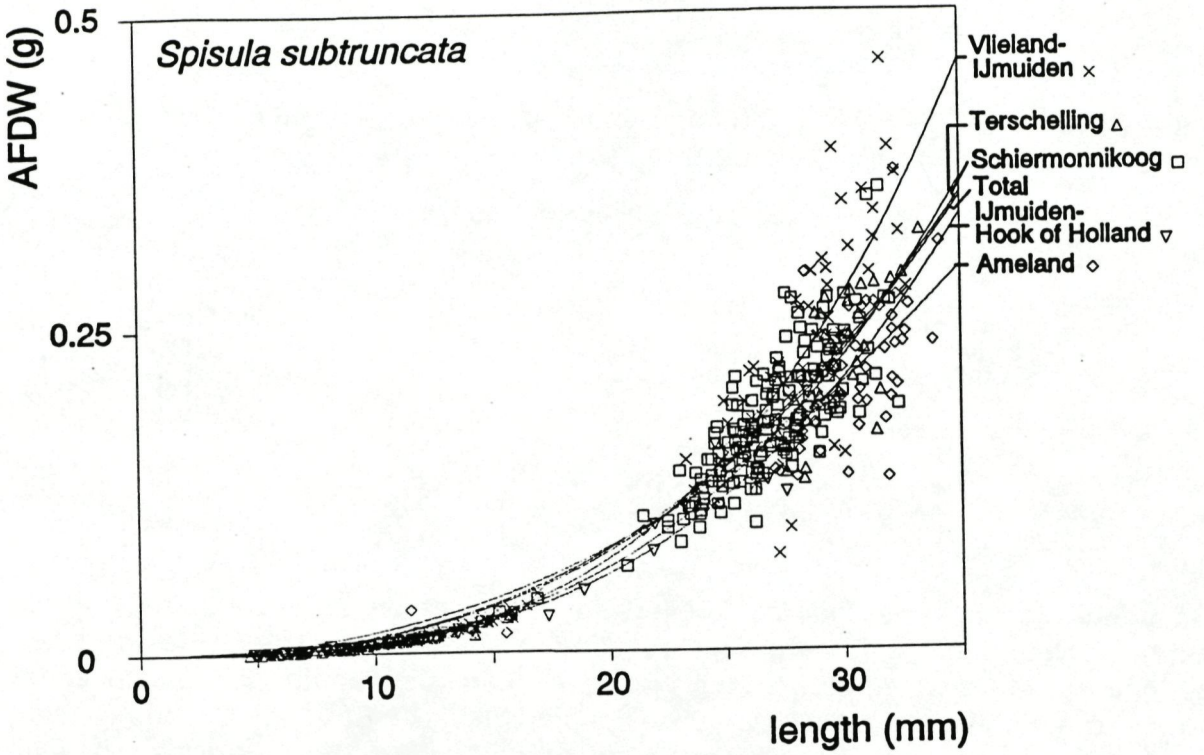
Vergelijken we de verschillende soorten schelpdieren onderling, in termen van opbrengst per inspanning, ofwel vleesinhoud (gram ADW) per benodigde kraakkracht, dan blijken de meest voorkomende bivalven in twee groepen uiteen te vallen (*Ensis* is vanwege de afwijkende vorm niet meegenomen in deze vergelijking). Bij bijvoorbeeld een schelplengte van 20 mm, die binnen de range van diverse soorten valt, is de opbrengst per Newton bij *Angulus, Mactra* en *Abra* relatief hoog, en de opbrengst van *Spisula*, *Donax* en *Macoma* relatief laag (Tabel 3). Dit wordt veroorzaakt door een groot verschil in de benodigde kraakkracht tussen de twee groepen. Tegen foerageren op dieren uit de eerste groep pleit echter, dat de opbrengst per individueel schelpdier laag is, waardoor er een groter aantal moet worden gegeten. Voor *Angulus* en *Abra* geldt bovendien, dat schelpen met een lengte van 20 mm of meer zeldzaam zijn.

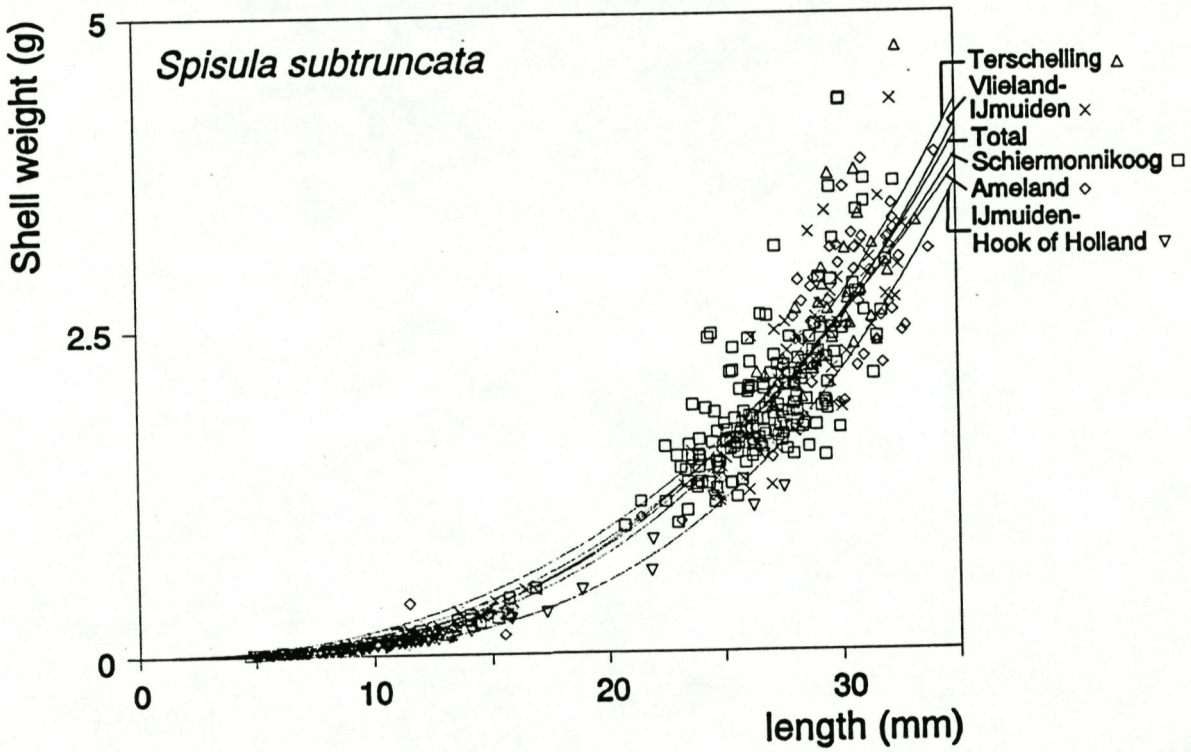
In andere studies zijn aanwijzingen gevonden, dat Zwarte Zeeëenden in onze streken wel op kleine schelpdieren kunnen foerageren. Offringa (1991) vond, dat de eenden in het begin van de winter 1990/91 op kleine *Spisula subtruncata* foerageerden. Van Steen (1978) vond bij een vergelijking tussen benthos en het voorkomen van Zwarte Zeeëenden in België, dat de vogels hier eind jaren zeventig vermoedelijk vooral *Abra alba* en *Angulus fabulus* aten.

Tabel 3. ADW van de vleesinhoud en benodigde kraakkracht bij een schelplengte van 20 mm voor acht bivalven uit de kustzone.

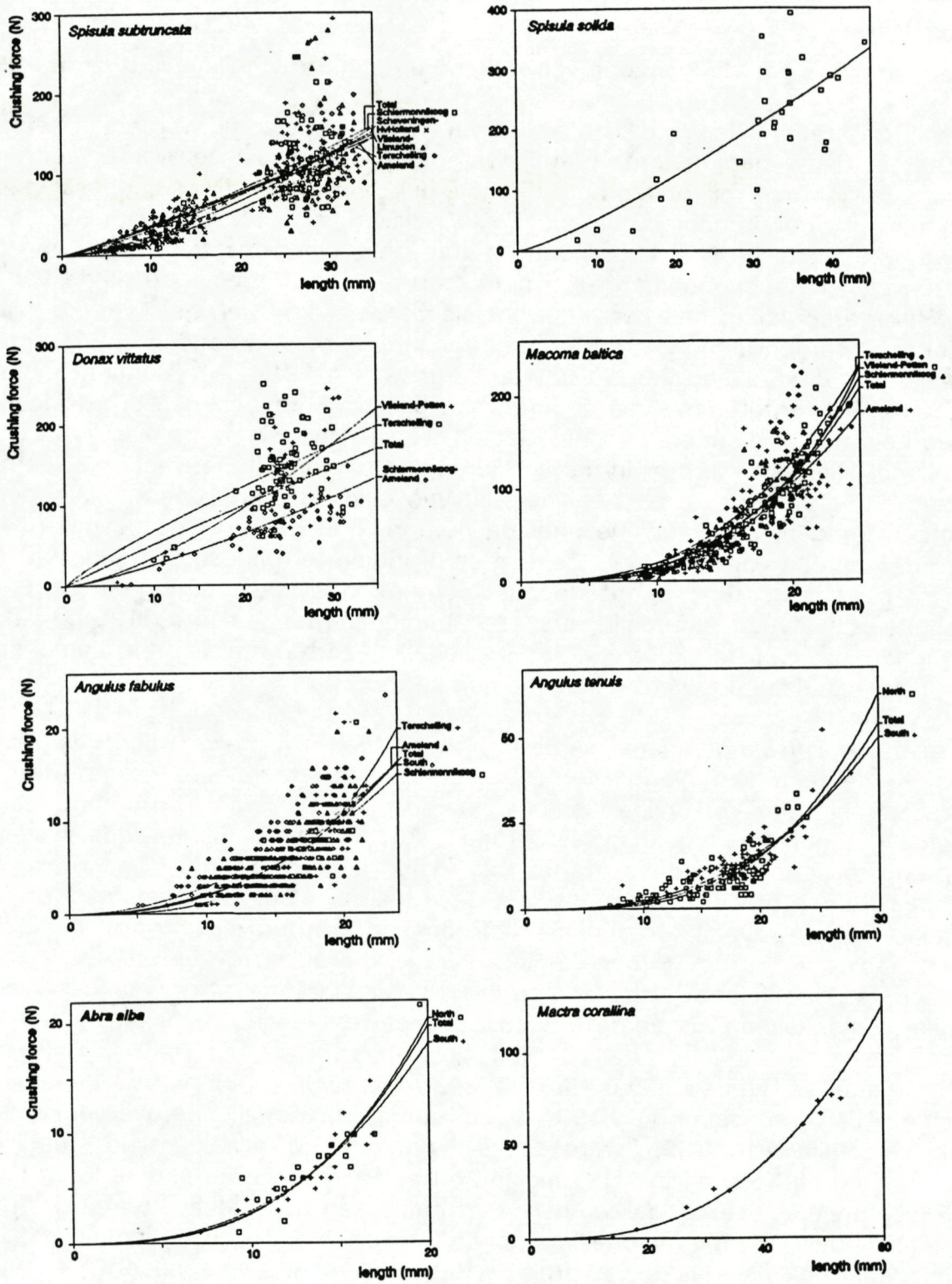
	g ADW	Newton	ADW/Newto
Angulus fabulus	0.035	10.8	0.0032
Mactra corallina	0.017	5.9	0.0029
Angulus tenuis	0.038	15.86	0.0024
Abra alba	0.046	19.7	0.0024
-> ***Spisula subtruncata***	**0.071**	**75.2**	**0.0009**
Donax vittatus	0.071	91.1	0.0008
Spisula solida	0.094	122.3	0.0008
Macoma balthica	0.060	111.9	0.0005

De **conclusie** van het onderzoek in 1994 was, dat de achteruitgang van het aantal in Nederland overwinterende zeeëenden te verklaren was uit de achteruitgang van het *Spisula*-bestand. Er was geen aanwas van jonge *Spisula* en er waren onvoldoende alternatieve prooien beschikbaar. Bovendien vond visserij plaats op de laatste voorraad grote *Spisula* in de Nederlandse kustzone, namelijk bij Ameland en Schiermonnikoog. Gevreesd moest dus worden, dat bij blijvende stagnatie van de aanwas, zowel voor de eenden als voor de vissers in de toekomst er weinig te halen zou zijn in de kustzone.





Figuur 13a (boven): De relatie tussen ADW en schelplengte voor *Spisula subtruncata* in februari 1994, per deelgebied.
Figuur 13b (onder): De relatie tussen shelpgewicht en schelplengte voor *Spisula subtruncata* in februari 1994, per deelgebied. Naar: Plat, ongepubliceerd.



Figuur 14. De relatie tussen kraakkracht (Newton) en schelplengte (mm) voor acht soorten bivalven in de kustzone, per deelgebied. Naar: Plat, ongepubliceerd.

Bemonstering van de kustzone van Holland en van Terschelling-Rottum in 1995

De 1994-stations langs de Hollandse en Waddenkustzone werden in februari 1995 opnieuw bemonsterd. Hierbij werd aan iedere raai zeewaarts één punt toegevoegd, op 1 mijl buiten het buitenste punt van 1994. Deze aanpassing was ingegeven door berichten, dat de *Spisula*-visserij zich nu vooral afspeelde op diep water voor de Hollandse kust, en door onze eigen resultaten uit 1994, die lieten zien dat het monsterprogramma toen niet het zeewaartse einde van de *Spisula*-verspreiding had bereikt. Door slecht weer kon een deel van de raaien niet kon worden bemonsterd. Gezien de verspreiding van eenden en vissers, en gezien de verspreiding van *Spisula substruncata* in 1994, en rekening houdend met het vaarprogramma van anderen aan boord, werd besloten om de laagste prioriteit toe te kennen aan het gebied Texel-Vlieland en de kust van Zuid-Holland. Hierdoor werd er in het eerste gebied uiteindelijk helemaal niet gemonsterd en verviel er één raai voor de kust van Zuid-Holland. Boven de Waddeneilanden konden verder enkele ondiepe punten, met name in de zeegaten, niet worden bereikt vanwege hoge deining en branding ter plaatse. In 1994 was de0 biomassa van benthos op deze locaties echter zonder uitzondering nihil. Dit alles resulteerde in een tweedeling van het bemonsterde gebied in 1995: van de Waddenkust werd de kustzone van Terschelling tot en met Rottum bemonsterd en de Hollandse kust werd geheel bemonsterd.

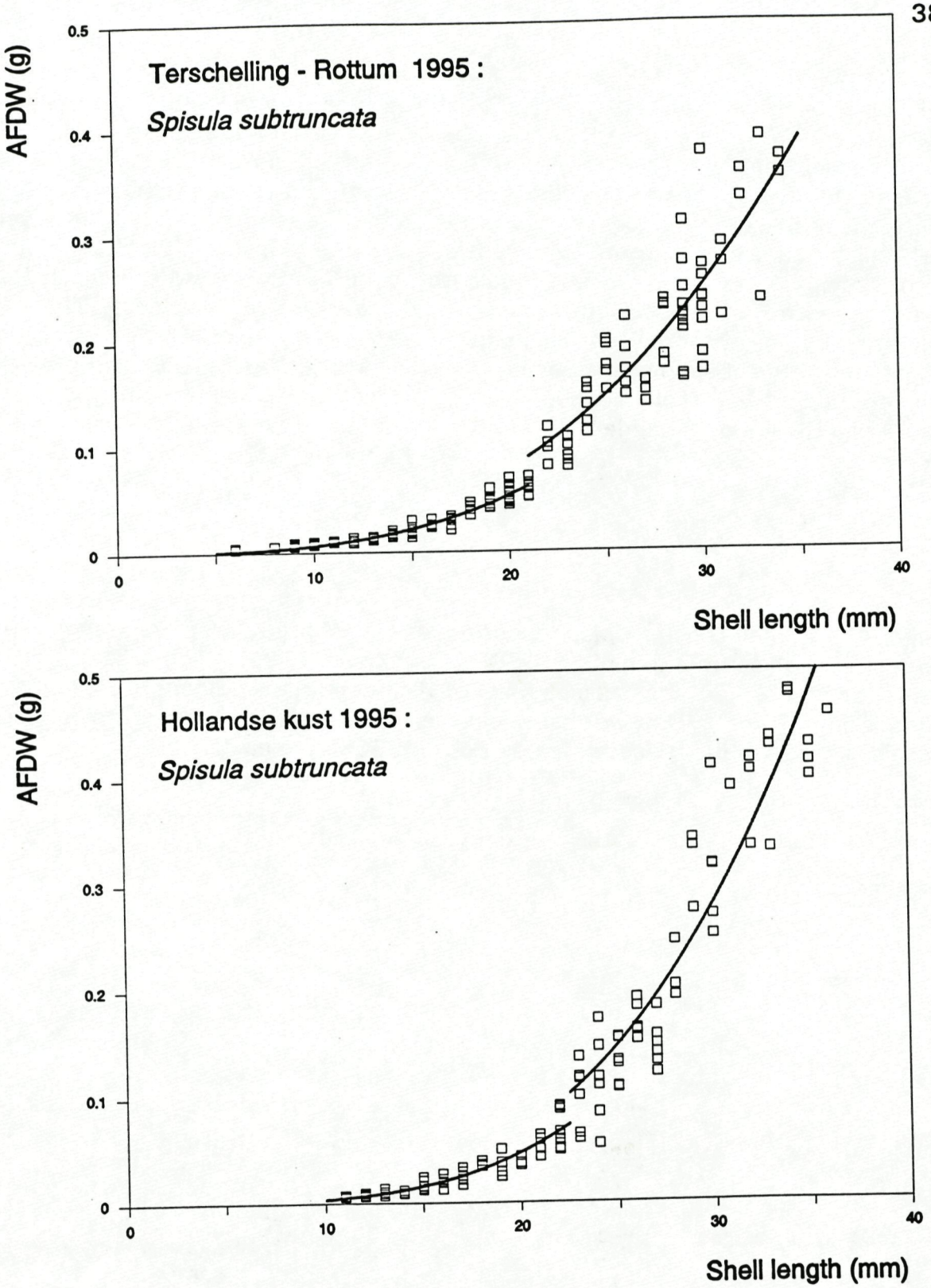
Omdat de *Spisula*-populatie werderom uiteen viel in grote en kleine dieren, en omdat de resultaten van 1994 suggereerden dat de relatie tussen ADW en grootte enigszins verschilde tussen kleine en grote *Spisula's*, werden dit jaar de beide groepen apart geanalyseerd (figuur 15, Tabel 4). Er lijkt inderdaad een sprong te zitten tussen de ADW's van kleine en grote dieren. De grens werd bepaald door te kijken naar de grootteverdeling. Voor de Wadden waren er kleine *Spisula's* van 8 tot en met 21 mm, en werden alle grotere individuen beschouwd als 'groot'. Voor de Hollandse kust viel deze grens bij 22 mm. De groep van de 'kleine' *Spisula's* voor de Hollandse kust bevatte twee jaarklassen, maar een scheiding tussen deze twee was niet per individu te maken (figuur 17).

De ruimtelijke verdeling van *Spisula subtruncata* in 1995 wordt gegeven in figuur 16. Ten opzichte van 1994 zijn er een aantal opvallende overeenkomsten en verschillen. In 1995 werd *Spisula* opnieuw in de 'klassieke' gebieden gevonden: bij Terschelling en Ameland en bij Petten. Op de laatste locatie was de verspreiding sterk ingekrompen, met name aan de zuidkant (vergelijk figuur 16 en figuur 10). Bij Terschelling lag de *Spisula* dicht in de buurt van de oude 'middenstrook', al was de verspreiding iets landinwaarts verschoven. Het betreft hier echter een nieuwe jaarklasse: van de oude garde uit 1990 werden nog slechts 8 exemplaren gevonden. Dezelfde nieuwe generatie, gemiddeld 15 mm groot, werd ook gevonden bij Ameland, en ook bij de Hollandse kust. Bij Schiermonnikoog was geen broedval (figuur 17, tabel 3). In het totaalplaatje voor Holland vallen ook de broedjes van Hoek van Holland uit 1994 op, nu zo'n 20 mm groot.

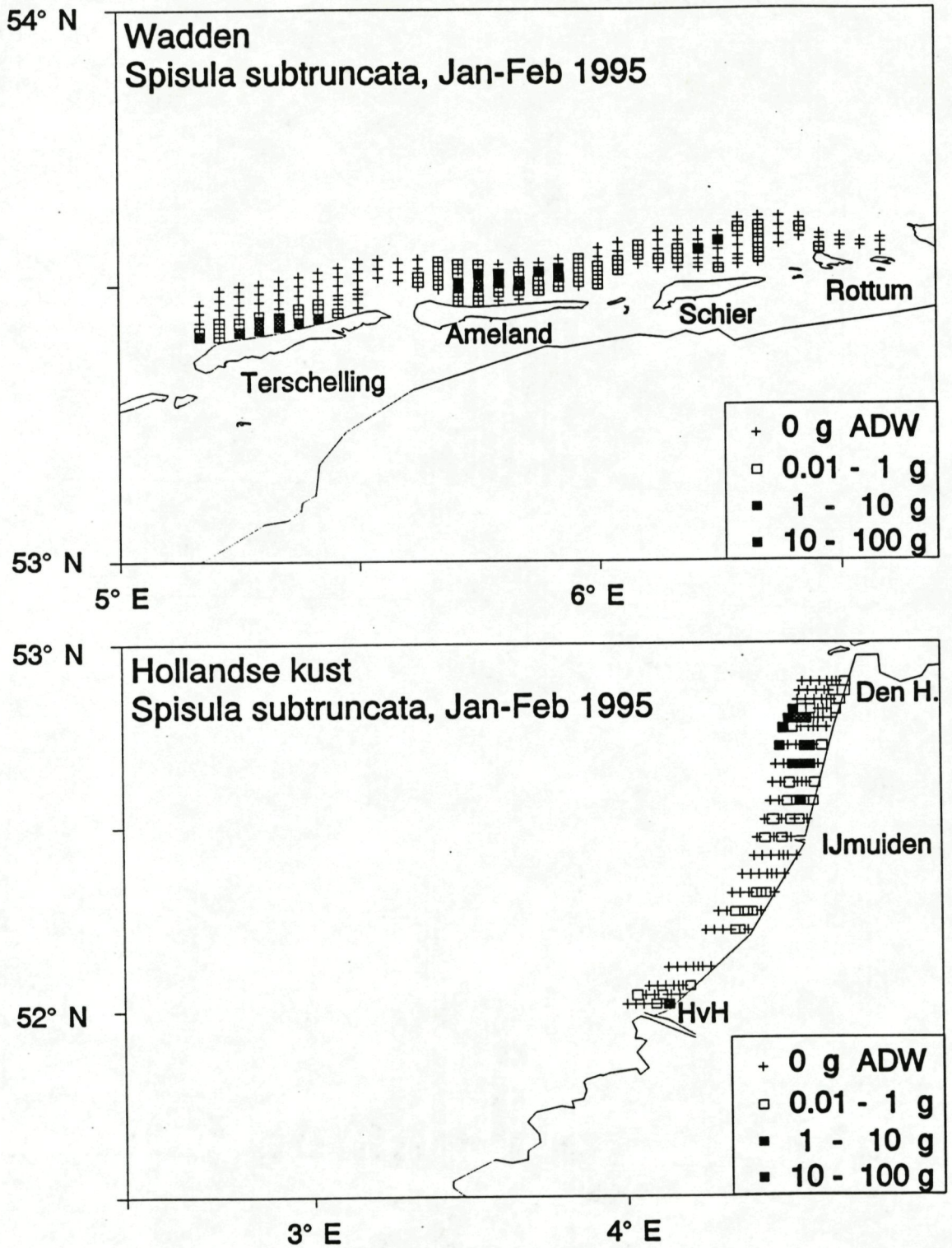
De **conclusie** voor 1995 was, dat de eenden waren 'gered' door een nieuwe jaarklasse bij Ameland en Terschelling. Ondanks een opmerkelijke groei (van niets tot een lengte van 15 mm) was de nieuwe lichting nog te klein voor de visserij. De visserij speelde zich dit jaar dan ook af bij Noord-Holland, waar nog oude, grote Spisula te vinden was. Dit bestand bij Petten was ten opzichte van 1994 flink verkleind, maar ondanks verder zeewaarts monsteren bleef onbekend tot hoe diep de verspreiding van Spisula doorging. In 1995 werd er meer in het voorjaar, en minder in de winter gevist, omdat de kwaliteit van de *Spisula* (de vleesinhoud) in het groeiseizoen hoger ligt. Deze tendens zal vermoedelijk doorzetten in de toekomst (F. Seinen in Revier 1995). Omdat de vissers en de eenden zich in verschillende gebieden ophielden, bleef de verstoring dit jaar minimaal: de eenden hadden de nieuwe bank bij Ameland/Terschelling voor zichzelf.

Tabel 4. Parameters voor *Spisula subtruncata* in februari 1995, verkregen door regressie analyse (programma MUSSEL, Brinkman 1993). Biomassa Y (gram ADW) is gerelateerd aan schelplengte of diameter (mm) volgens de algemene vergelijking: $Y = aX^b$. Er werden kleine en grote dieren onderscheiden: de scheidslijn tussen deze klassen is ook door MUSSEL bepaald.

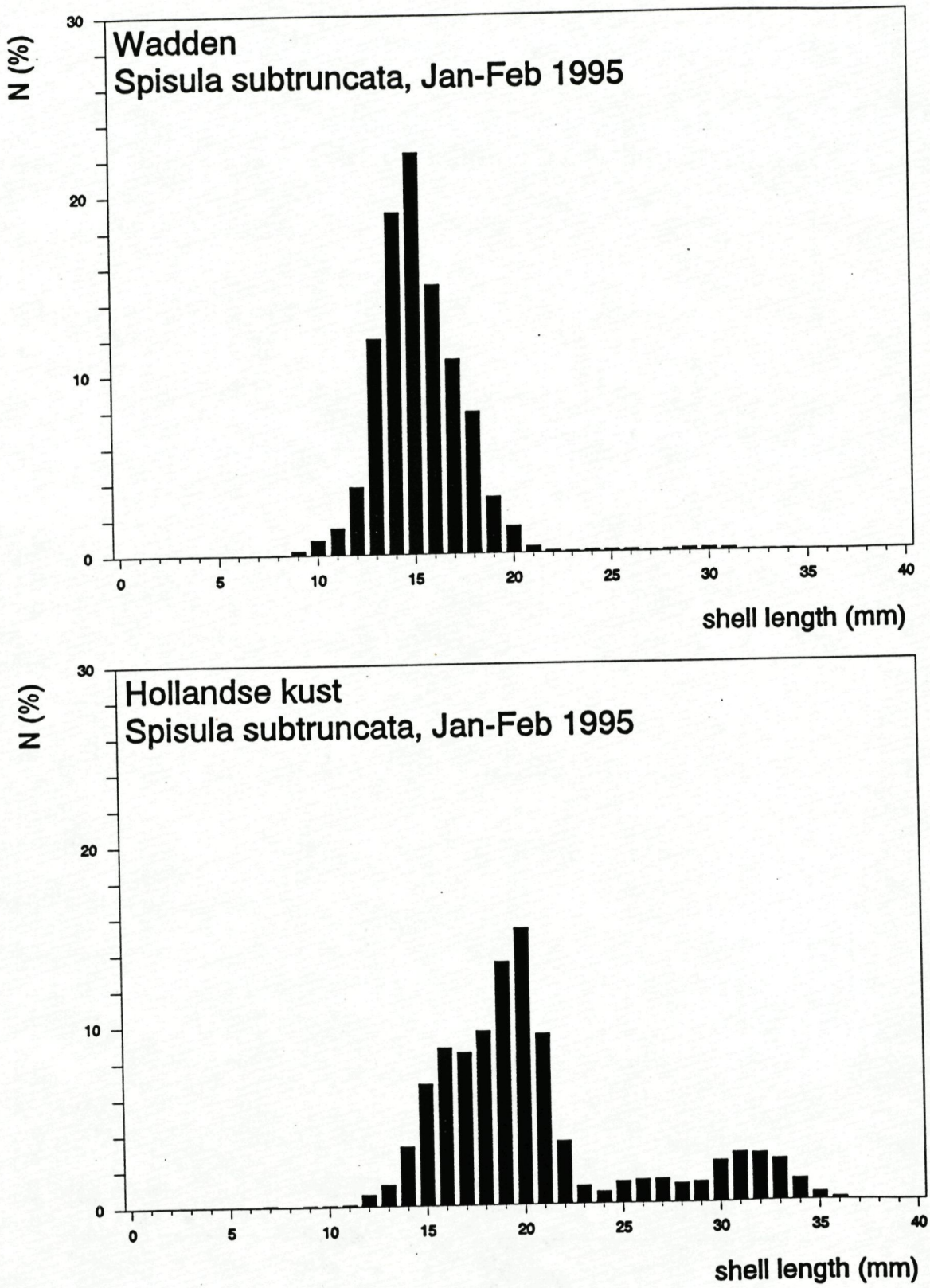
Locatie	mm	a	b
Schier/Rottum	alles (=groot)	$7.74.10^{-4}$	1.751
Ameland	0-21	$6.21.10^{-6}$	3.033
	22-35	$1.42.10^{-5}$	2.866
	alles	$3.34.10^{-6}$	3.296
Terschelling	0-21	$4.96.10^{-6}$	3.090
	22-35	$2.07.10^{-4}$	2.065
	alles	$4.33.10^{-6}$	3.195
Wadden-totaal	0-21	$5.24.10^{-6}$	3.081
	22-35	$1.38.10^{-5}$	2.883
	alles	$3.12.10^{-6}$	3.320
Holland noord van IJmuiden	0-22	$1.23.10^{-6}$	3.469
	23-35	$2.02.10^{-6}$	3.481
	alles	$8.15.10^{-7}$	3.750
Holland zuid van IJmuiden	0-22	$3.30.10^{-7}$	3.806
	23-35	$2.46.10^{-4}$	1.986
	alles	$1.63.10^{-6}$	3.528
Holland-totaal	0-22	$6.04.10^{-7}$	3.759
	23-35	$1.90.10^{-6}$	3.498
	alles	$3.44.10^{-6}$	3.320



Figuur 15. De relaties voor ADW en schelplengte van *Spisula subtruncata* in februari 1995, afzonderlijk berekend voor 'grote' en 'kleine' individuen. Boven: Waddenkust, onder: Hollandse kust. Naar: Drees, ongepubliceerd.



Figuur 16. Ruimtelijke verspreiding, in grammen ADW per monsterpunt, van *Spisula subtruncata* in februari 1995.



Figuur 17. Lengte-frequentie verdelingen voor alle bemonsterde *Spisula subtruncata* in februari 1995, voor de Waddenkust (boven, n = 6240) en voor de Hollandse kust (onder, n = 2035). Naar: Drees, ongepubliceerd.

Groei van *Spisula subtruncata* in Nederlandse wateren

De *Spisula subtruncata* op de bank ten noorden van Terschelling is verschillende malen bemonsterd in de afgelopen jaren, waardoor van deze groep iets over de groei gezegd kan worden. Aanvullende informatie werd verkregen door de jaarringen van door ons bemonsterde schelpen te meten. Hierdoor kregen we van een monster van 99 dieren de lengtes die ze in eerdere jaren hadden. In figuur 18 zijn deze winterring-meetgegevens geplot voor 1 februari 1990, 1991 en 1992. Een controle hierop werd verkregen door tussenliggende veldmetingen in de vroege zomers van 1991 en 1992. Bovendien strandden tussen 15 december en 27 januari 1990/91, volgens een schatting van de heer G. Doeksen (strandwacht Terschelling) rond de 10^8 juveniele Spisula's op het strand van Terschelling. De schelpen hadden toen een lengte van 1-1.5 cm (G. Doeksen, *in lit.*). Deze waarneming is als een zwarte balk geplot in figuur 18, en blijkt goed met onze winterring-metingen overeen te komen.

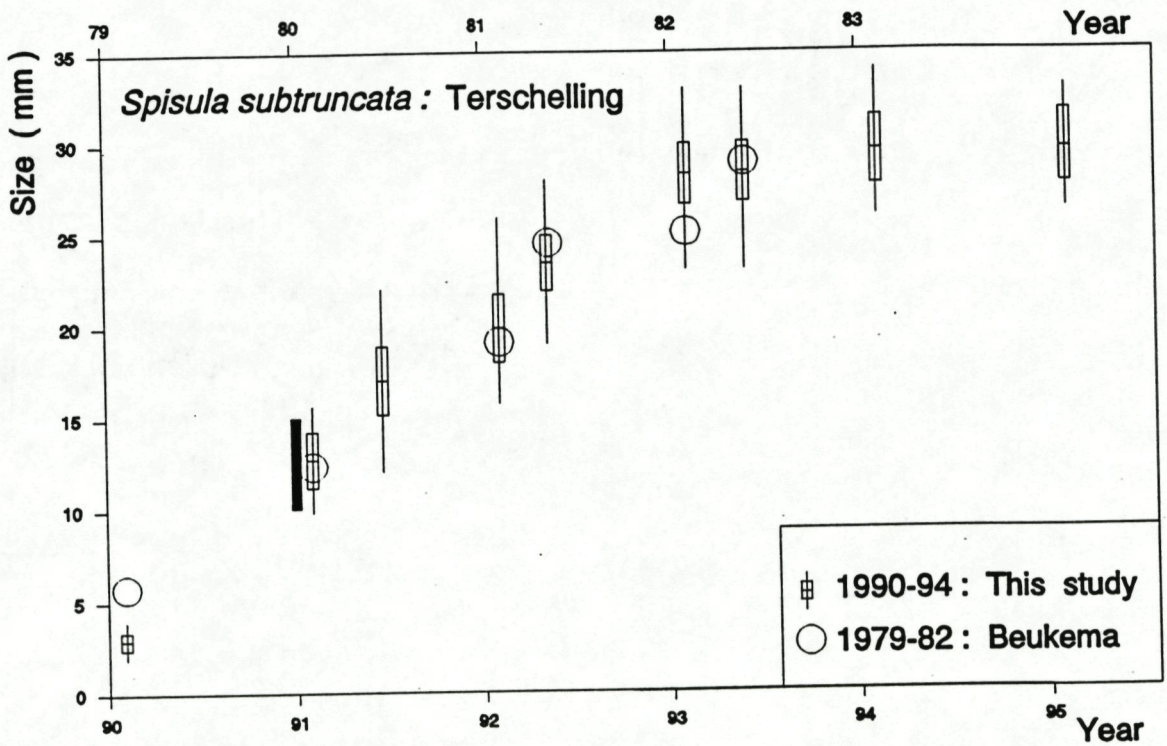
In het schelpen archief van J. Beukema (NIOZ) waren de *Spisula*-schelpen (n = 51) nog aanwezig die hij in de voorjaren van 1981 en 1982 in bodemmonsters ten noorden van Terschelling aantrof. Dezelfde jaarring-meetmethode is op deze schelpen toegepast, waardoor we nu schelpen uit 1979-82 kunnen vergelijken met die van 1990-95, voor dezelfde locatie. In figuur 18 is te zien, dat de groei niet merkbaar is veranderd. Er is nog een derde meetserie uit de regio beschikbaar: Cadée & Hegeman (1975) vonden in februari 1975 *Spisula* op het Balgzand (westelijke Waddenzee) en maten 20 van deze schelpen op, mét hun jaarringen. Zij geven gemiddelde waarden voor 1°, 2° en 3° winterlengtes van 3.5, 14.7 en 20.5 mm. Bovendien meldden zij dat in het Schulpengat (Noordzee kustzone, ten westen van Den Helder) ook *Spisula subtruncata* voorkwam in 1975, eveneens met drie jaarringen, en gemiddeld 21.6 mm groot. Deze metingen passen goed binnen de groei, die door ons is vastgesteld (zie figuur 18). De conclusie, dat de groei bij deze soort een vast gegeven is, ondanks bijvoorbeeld de teruglopende eutrofiëring van de kustwateren, lag hiermee voor de hand. De gegevens uit 1990/91 en uit 1994 en 1995, verzameld in hetzelfde gebied, laten echter zien dat deze conclusie mogelijk niet gerechtvaardigd is.

In de winter van 1990/91 troffen we bij Schiermonnikoog een talrijke jaarklasse aan met een gemiddelde lengte van 9 tot 10 mm (figuur 3). Deze maat past slecht in het groeipatroon dat in figuur 18 naar voren komt. Een jaarklasse met ongeveer dezelfde maat werd in 1994 gevonden bij Hoek van Holland (figuur 11). De nieuwe lichting, van rond de 15 mm groot, die in 1995 bij Terschelling en Ameland werd aangetroffen, kan niet als broedjes zijn gemist in 1994, toen ter plaatse intensief werd gemonsterd. Ook transport van elders lijkt onwaarschijnlijk. De nieuwe lichting bij Ameland/Terschelling had een relatief glad schelpoppervlak, zonder een duidelijke 'nagel' bij 3-5 cm, zoals we kenden van de vorige sterke jaarklasse. Blijkbaar hadden we nu met broedjes te maken, die aanzienlijk groter waren dan geschat op basis van groeiringen in eerdere jaren.

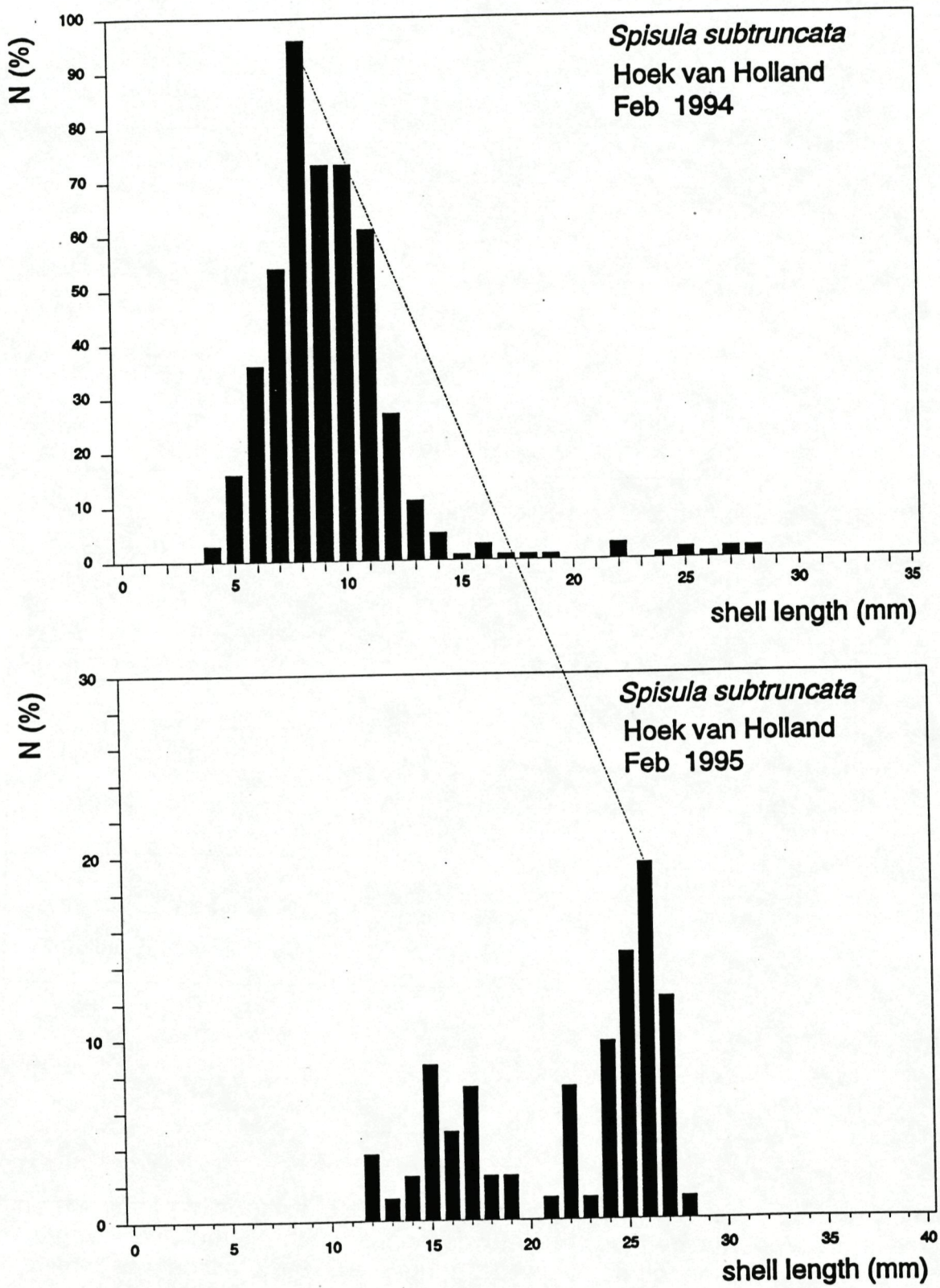
De jaarklasse die in 1995 opdook bij Ameland/Terschelling had, met een mediane grootte van 15 mm (figuur 17), volgens het patroon in figuur 18, al in zijn tweede winter moeten zijn. Zoals gezegd werd er, ondanks intensief monsteren het jaar ervoor, in 1994 geen massaal cohort van broedjes van 3-5 mm gevonden, die er volgens figuur 18 hadden moeten zijn (zie figuur 11). We moeten dus concluderen, dat broedjes al in hun eerste winter een mediane lengte van 15 mm kunnen halen, en dat de groei in 1994/95 in vergelijking met waarden uit het verleden, zeer goed is geweest. Ook de dieren bij Hoek van Holland, die in februari 1994 rond de 9 mm groot waren, passen slecht binnen het beeld van figuur 18. Deze broedjes waren, zoals verwacht mocht worden op grond van de explosieve groei bij Ameland, van 1994 tot 1995 ook zeer goed gegroeid, en hadden nu een lengte van rond de 25 mm (figuur 19), een maat die ook niet past binnen het patroon van figuur 18.

Het is mogelijk, dat de eerste groeiring (rond de 3-5 mm), die in het oudere materiaal steeds zeer goed te zien was, in feite geen winterring is. In dat geval schuift de leeftijd in figuur 18 een jaar op en zijn de schelpen dus een jaar minder oud. In het geval van de bank van Terschelling die enkele jaren gevolgd is, zou dit betekenen, dat de eerste winter in 1991 was, in plaats van in 1990. De schelpen van Cadée & Hegeman (1975) zouden dan twee, in plaats van drie jaar oud geweest zijn. In dit scenario zouden ook de schelpen die door Henk Offringa zijn gemeten in 1991 bij Schiermonnikoog (figuur 3) en bij Schouwen (figuur 5) als broedjes van 0 jaar oud beschouwd moeten worden. Wel blijft het feit dat er in de monsters af en toe 'broedjes' van 3-5 mm zijn gevonden, zij het nooit in grote hoeveelheden. Mogelijk waren dit achterblijvers, hetzij in groei, hetzij in timing van settlement. Ook blijft de vraag bestaan, wat de eerste jaarring (de nagel) voorstelt.

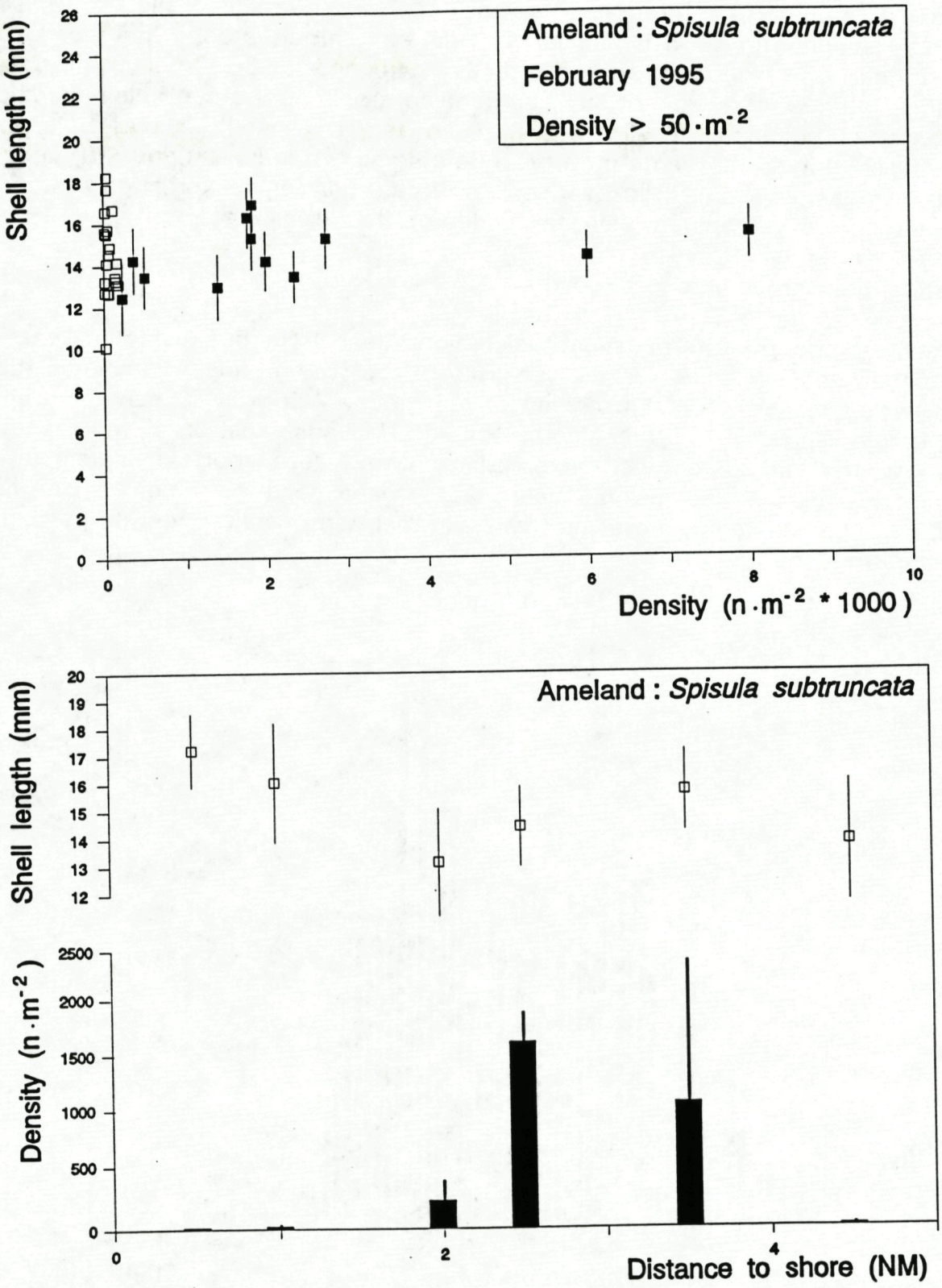
De **conclusie** van het werk aan de groei van *Spisula subtruncata* is, dat de dieren zich vestigen vóór de winter en gedurende de wintermaanden (november tot februari) niet of nauwelijks groeien. De gemiddelde lengte in de eerste winter variëert vermoedelijk tussen de 3-5 en 15 mm. De maximale, gemiddelde grootte bedraagt circa 30 mm, en wordt tegen de derde of vierde winter bereikt. Afhankelijk van nog onbekende omstandigheden, kan de groei, zeker in het eerste jaar, vermoedelijk sterk variëren. Eutroficatie lijkt hierbij geen belangrijke rol te spelen.



Figuur 18. Groei van *Spisula subtruncata* bij Terschelling in de jaren 80 en 90 vergeleken. Voor de periode 1990-95 is aangegeven: gemiddelde lengte met standaard deviatie en range, voor de periode 1979-82 alleen de gemiddelde lengte (de andere maten hebben dezelfde grootte orde als in de jaren 90). Zwarte balk: strandvondst. NB: de maat van 0-de jaars dieren is bepaald aan de hand van opmeten van de nagel, die werd gezien als eerste winterring. Mogelijk is deze interpretatie fout; in dat geval vervallen de waarden voor 1979 en 1990 (zie tekst).



Figuur 19. De groei van *Spisula subtruncata* bij Hoek van Holland, aan de hand van de lengte-frequentie verdelingen voor februari 1994 en 1995.

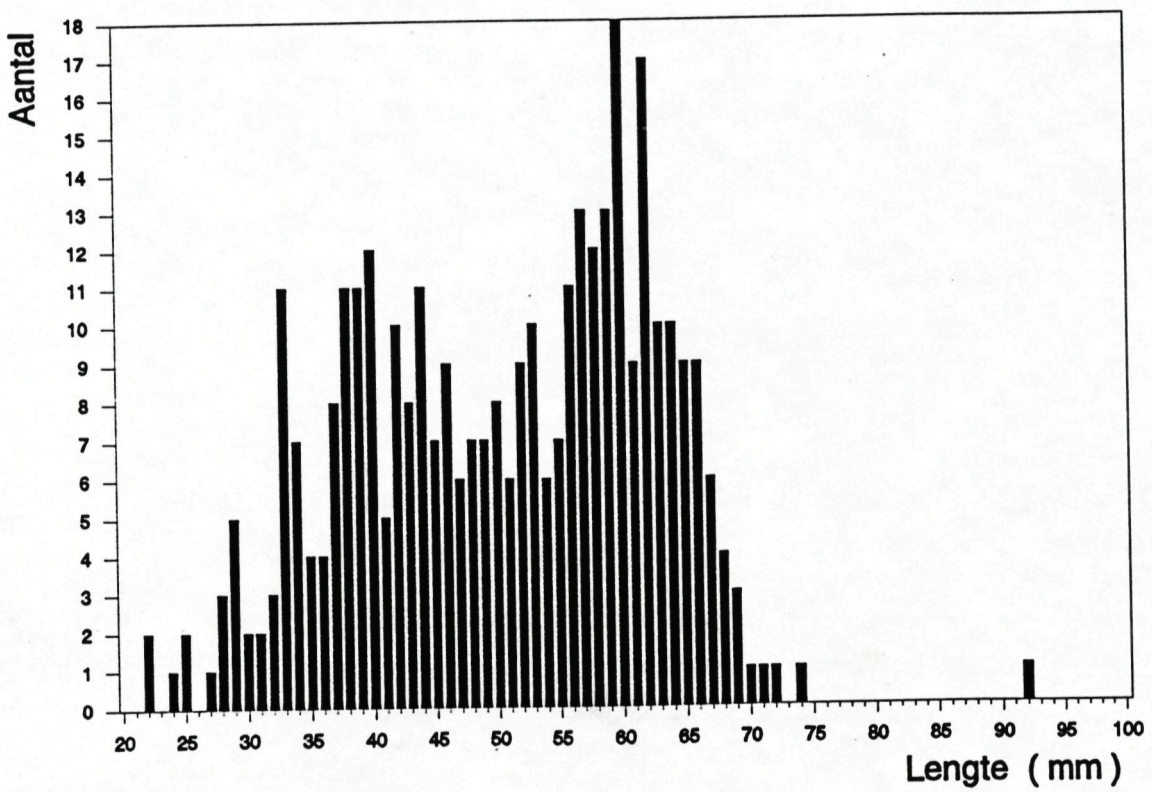


Figuur 20. De gemiddelde grootte (± 1 SD) van *Spisula subtruncata* per hap (alleen bij dichtheden van tenminste 50 per m^2) afgezet tegen de lokale dichtheid (boven; standaard deviaties niet gegeven voor lage dichtheden) en tegen de afstand tot de kust (onder).

Voor de monsters ten noorden van Ameland, waar de meeste 'nieuwe' *Spisula* werd gevonden in 1995 is nagegaan of de lengtegroei verband had met lokale dichtheid. De vraag was, of bij dichtheden oplopend tot 8000 per m^2 de dieren elkaar in de weg zouden zitten, waardoor de groei zou worden belemmerd. Dit bleek niet het geval te zijn (figuur 20, bovenste paneel). Er was ook geen duidelijk verband tussen de grootte en de afstand tot de kust (figuur 20, onder). Uit deze laatste figuur blijkt overigens wel, dat voor een toekomstige bestandsschatting ook gemonsterd dient te worden op 3 en 4 mijl uit de kust.

Alternatieve prooien in 1995

Voor wat betreft alternatieve prooien voor eenden in de kustzone, was de situatie ongeveer gelijk aan die van 1994: deze waren niet in voldoende mate aanwezig om structureel als voedsel te dienen. Wel was er een opvallende opkomst van *Ensis directus*. Vooral langs de Hollandse kust en bij (de zeegaten ten westen en oosten van) Terschelling, kwam deze soort veelvuldig in de monsters voor. Omdat de van Veen happer geen goed instrument is om deze soort te bemonsteren, wordt hier volstaan met een overzicht van de gevangen maten (figuur 21).



Figuur 21. Lengte-frequentie verdeling van *Ensis directus* in de Nederlandse kustzone, voor zover de dieren heel werden gevangen.

Is bewezen dat zeeëenden Spisula eten?

Anders dan bij land- of wadvogels, waarbij visueel kan worden vastgesteld welke prooien worden gegeten, is het bij duikende eenden zelden direct te zien wat deze vogels eten. Vaak moet maagonderzoek het dieet ophelderen, of wordt een koppeling gemaakt tussen voorkomen van de eenden en de beschikbare prooien ter plaatse. Zwarte Zeeëenden lijken weinig kieskeurig ten opzichte van prooisoort, zolang deze maar in hoge dichtheden voorkomt. De soorten die gegeten worden verschillen daardoor per gebied, maar hebben gemeen dat ze vrij klein zijn, in hoge dichtheden voorkomen en op of ondiep in de bodem leven. In maagonderzoeken in Zuid-Zweden en Denemarken werden vooral Mossels *Mytilus edulis*, Kokkels, Nonnetjes en *Spisula subtruncata* als prooi gevonden (Madsen 1954, Nilsson 1972, Durinck *et al.* 1993); in de Westduitse Oostzee waren naast Mossel en Kokkel ook Strandgaper *Mya arenaria* en Noordkromp *Arctica islandica* belangrijke prooisoorten (Meissner & Bräger 1990). Voor de Belgische kust aten de 3-8000 overwinterende eenden eind jaren zeventig vermoedelijk vooral Tere Dunschalen *Abra alba* en Rechtsgestreepte Platschelpen *Angulus fabulus* (van Steen 1978). Het meest extreme voorbeeld van een opportunistische voedselkeuze bij Zwarte Zeeëenden komt van het Duitse Noordzee eiland Helgoland. Hier leed in de vorige eeuw een schip geladen met paardebonen schipbreuk, waarbij de lading verloren ging. Dit werd ontdekt door een groep van 1000 Zwarte Zeeëenden, die hierop een maand lang foerageerden (Bauer & Glutz von Blotzheim 1969).

In Nederland hebben wij nooit de beschikking gehad over magen van vogels die bij het foerageren zijn omgekomen (door afschot of door verdrinking in staand want, zoals in een aantal buitenlandse studies). Offringa (1991 in de Voordelta), den Hollander (1993, Terschelling) en Leopold (1995, ongepubliceerd, Terschelling) onderzochten magen van olieslachtoffers, gevonden op het strand. Omdat olieslachtoffers minder snel sterven dan vogels die in een net verdrinken, waren de magen van de Nederlandse vogels meestal leeg. Resten *Spisula subtruncata* konden echter in alle drie de studies worden aangetoond; den Hollander vond bovendien *Spisula* in enkele Eidereenden. Ook in de faeces van Eidereenden is in 1990/91 op de Hondsbossche Zeewering gruis van *Spisula* gevonden. Naast *Spisula*, dat in alle hier genoemde maagonderzoeken de belangrijkste voedselsoort bleek te zijn, werden ook andere soorten in de Nederlandse magen gevonden, die ter plaatse algemeen voorkwamen. In de magen van Terschelling was dit bijvoorbeeld vooral *Donax*.

Naast deze directe bewijzen, dat de eenden *Spisula* eten is er het indirecte bewijs van het samen voorkomen van grote groepen eenden en *Spisula*-banken in Nederland. Er is in de jaren 90 nooit een grote groep eenden in de Nederlandse Noordzee kustzone gevonden, zonder dat er ter plaatse een *Spisula*-bank lag. De eenden bleken bovendien honkvast, en bleven maanden lang aanwezig op dezelfde locaties. In opeenvolgende jaren kwamen ze vaak terug op de bank van het vorige jaar. We mogen dus aannemen, dat het dieet van de Zwarte Zeeëend in Nederland in de jaren 90 in hoofdzaak heeft bestaan uit *Spisula subtruncata*.

Het belang van Spisula voor andere Noordzee-organismen

Craeymeersch *et al.* (1990) wezen erop, dat een soort als *Spisula subtruncata* wel eens van groot belang zou zijn als voedsel voor epibentische vissen, vooral platvissen, in de kustzone. In dit verband stellen zij (p. 25), dat er 'grote omzichtigheid moet worden betracht met ongekontroleerde groei van de visserij op kokkels of *Spisula* in kinderkamergebieden'.

Uit de literatuur is bekend dat platvissen inderdaad schelpdieren eten. Schollen *Pleuronectes platessa* gaan vanaf hun eerste zomer over op een dieet met bivalven (Edwards & Steele 1968, Doornbos & Twisk 1984), en voor oudere vissen kunnen bivalven zelfs het hoofdvoedsel vormen in sommige gebieden (Todd 1915, Hagmeier 1930, Basimi & Grove 1985a). In de kustzone ten noorden van de Duitse Waddeneilanden Borkum-Nordeney is aangetoond dat *Spisula subtruncata* in hoge mate wordt gegeten op locaties met *Spisula*-banken (Hagmeier 1930). Zelf vingen wij bij Schiermonnikoog in november 1990 (Offringa 1991) Schollen, die de darmen vol *Spisula* hadden. In de Duitse studie had de *Spisula* een lengte van 7-10 mm, bij Schiermonnikoog was het aanbod van dezelfde grootte. Een Schol van 20 cm kan op basis van keelgatmetingen een *Spisula* tot 16 mm inslikken, (Basimi & Grove 1985b).

Scharren *Limanda limanda* hebben ook bivalven op het menu, maar zijn minder goed in staat grotere prooien te kraken. Mogelijk eten zij wel kleine broedjes, tot circa 5mm (Kühl 1963, Arntz 1971, Braber & de Groot 1973). Botten *Platichthys flesus* zijn ongeveer gelijkwaardig aan Schollen, als het gaat om het eten van schelpdieren (Todd 1915: Macer 1967, Doornbos & Twisk 1984). In de Nederlandse kustzone is *Spisula* een belangrijke prooi (Haver 1990). In feite valt te verwachten, dat alle aanwezige platvissen op een *Spisula*-bank, waar relatief weinig ander voedsel beschikbaar is, deze soort eten. Scharren kunnen alleen meeëten, als het om broedjes gaat. Een snelle groei is in dit opzicht van levensbelang voor de *Spisula*, die zoals veel dieren een zeer hoge mortaliteit kent in zijn jonge jaren. Als de *Spisula* een lengte van tegen de 2 cm heeft bereikt, lijkt de soort veilig voor predatie door vissen. Dit zou al in het tweede voorjaar het geval kunnen zijn. Aanwijzingen voor een afnemende sterfte rond die tijd werden gevonden in 1992, toen de afname in aantallen bij Terschelling gering was in vergelijking met het jaar ervoor: raai C vergeleken met raaien A en B, zie figuur 6. De schelpen groeiden in die tijd van gemiddeld 17 cm naar 23 cm. Dieetstudies van platvissen op *Spisula*-banken zullen echter ook bij aanwezigheid van grote *Spisula* een dieet kunnen opleveren, dat uit louter *Spisula* bestaat. De vissen kunnen profiteren van de visserij, als door het gebruik van boomkorren veel *Spisula* wordt beschadigd (M. Fonds, NIOZ, *pers. comm.*). Experimenten ten aanzien van het effect van het gebruik van een boomkor op een *Spisula*-bank hebben laten zien dat de visserijmortaliteit in de kustzone zeer aanzienlijk kan zijn (tot 84%, Bergman & van Santbrink 1994).

Behalve vissen profiteren ook andere dieren van een rijke *Spisula*-bank. Zeesterren zijn in dit verband al genoemd als een potentieel belangrijke predator in de Voordelta. Daarnaast zijn Garnalen *Crangon crangon* belangrijke consumenten

van bivalven broedjes in de kustzone (Pihl & Rosenberg 1984, Boddeke 1989).

Naast predatoren, kent *Spisula* in de kustzone een aantal bedreigingen van mechanische aard. Behalve visserij met de boomkor, kan *Spisula* te lijden hebben van zandwinning, bijvoorbeeld ten behoeve van strandsuppletie. Zo werd voor strandsuppletie op Texel in de afgelopen jaren grote hoeveelheiden sediment opgezogen uit de *Spisula solida* zone. Met dit zand werden grote aantallen *S. solida* op het strand van Texel gedeponeerd (*pers. obs.*). Tegenwoordig wordt ook zand op de zogenaamde 'vooroever' gedeponeerd ter aanvulling van zand op het strand en de duivoet. Dit zou kunnen leiden tot het verstikken van lokale *Spisula subtruncata* banken. Lokaal kan ook door verstikking onder boorgruis rond een boorplatform, sterfte optreden (Haskoning 1995). Uiteraard heeft gerichte visserij op *Spisula* lokaal grote effecten. Een andere belangrijke factor is de wind. Gezien het voortdurend optreden van massastrandingen, is de soort niet altijd in staat zich in voldoende mate te blijven ingraven, als door hoge golven het bodemsediment wordt beroerd. Het kan hierbij gaan om vele miljoenen, mogeljk miljarden dieren.

Massale broedval, later gevolgd door massale sterfte door predatie, strandingen en menselijke activiteiten, maken dat de *Spisula*-stand snel kan variëren. Van de factoren die bijdragen aan de sterfte is het één en ander bekend. Welke zaken echter de vestiging en het succes van broedval bepalen, is nog niet bekend. Hierdoor zijn geen voorspellingen mogelijk omtrent het ontstaan (tijd en plaats) van *Spisula*-banken in de toekomst. Hiermee hebben eenden, vissers en beleidsmakers dus te maken bij exploitatie en beheer van de *Spisula*-voorraad.

De visserij op Spisula en het beleid ten aanzien van deze visserij: Twee modellen voor beheer van de Spisula-voorraad

Er zijn twee beleidslijnen denkbaar, waarlangs het beheer van *Spisula* in Nederland, op grond van de in dit rapport geschetste kennis, kan worden opgesteld. Gezien de uitgangspunten van het tot nu toe geformuleerde beleid, dient er ruimte te zijn voor de vogels. Dat wil zeggen dat ten minste een deel van de *Spisula*-voorraad voor de vogels moet worden gereserveerd. Hiervoor is in de eerste plaats kennis nodig over de voedselbehoefte en foerageer-strategie van de eenden. Eén mogelijke oplossing is, dat aan de hand van de geschatte voedselbehoefte van de eenden, deze voorraad voor hen wordt gereserveerd. Als de huidige situatie voortduurt, zou dit, anders dan bijvoorbeeld in de Waddenzee waar ook alternatieve prooien voor de vogels te vinden zijn, 100% van de behoefte moeten zijn, gezien de afwezigheid van alternatieven. Wel zou de voorraad *Donax* die zich binnen de *Spisula*-banken bevindt, kunnen worden meegewogen. Een probleem bij deze aanpak is, dat de eenden zeer sterk geclusterd voorkomen en een sterke voorkeur (om nog onbekende redenen) voor bepaalde gebieden lijken te hebben. Zo bleef de *Spisula*-voorraad in de Voordelta de laatste jaren door de vogels ongemoeid. De vraag is dan, of deze voorraad moet worden beschouwd als een bijdrage aan het voedselaanbod voor de vogels. Niet alleen de hoeveelheid lijkt van belang, ook de locatie. Deze overwe-

ging lijkt tot het tweede beheersmodel: dat van het 'wandelende eenden reservaat'. In dit model wordt jaarlijks vastgesteld waar de eenden verblijven. De visserij wordt in dat gebied gesloten, en geopend in de rest van de kustzone, maar alleen voor oude *Spisula*. Op deze manier wordt de voedselvoorraad voor de eenden veiliggesteld, en als er extra gebieden zijn waar ook oude *Spisula* te vinden is, kan deze zonder schade voor de eenden worden bevist. Op deze manier wordt ook directe verstoring van de eenden voorkomen. Het concentreren van de visserij in de zomer werkt dit verder in de hand, en leidt bovendien tot een beter product.

Het nadeel van een wandelend reservaat is, dat de locatie van jaar tot jaar kan verschillen, waardoor er onduidelijkheid kan ontstaan. Bovendien kan in een strenge winter de "veiliggestelde" *Spisula* alsnog bevriezen, zo is in 1996 gebleken. Voordelen zijn, dat een jaarlijkse bestandsopname, ten behoeve van de veiligstelling van voedsel voor de eenden, overbodig wordt: er hoeven alleen nog maar eenden te worden gelocaliseerd en geteld. Een bijkomend voordeel van een jaarlijkse vaststelling van waar de eendenconcentratie zit, is dat de effectiviteit van ander beleid, met name ten opzichte van oliebestrijding op zee kan worden verhoogd. Immers, nergens op de Noordzee worden vogeldichtheden gehaald, die zich kunnen meten met die in de eenden concentraties. Een olievlek die over de eenden-locatie drijft, kan zeer grote aantallen slachtoffers opleveren (Swennen & Spaans 1970, Camphuysen *et al.* 1988). Bij een goede bekendheid met de locatie van de eenden, kan hiermee extra rekening worden gehouden.

Dankwoord

Het werk aan de zeeëenden en de Spisula is een goed voorbeeld van groepswerk, zowel op het niveau van mensen als op dat van instituten. Ik wil hier dan ook iedereen die heeft bijgedragen aan dit onderzoek bedanken. De schippers en hun bemanningen van de onderzoeksschepen Aurelia en Navicula (NIOZ) en de Holland en Smal Agt (DNZ) wil ik bedanken voor hun inzet, betrokkenheid en goede suggesties. Koos Zegers (IBN) was in de laatste jaren bij het werk betrokken en was een uitstekende hulp en goed gezelschap aan boord. Henk Offringa, Nick den Hollander, Simon Plat, Erwin Winter en Claudia Drees hebben zich in successieve jaren door onvoorstelbare hoeveelheden schelpdieren geworsteld. Veel van de overzichtsfiguren in dit rapport zijn in eerste instantie door hen gemaakt. Echte kunststukjes met de muis zijn verricht door Henk Offringa: alle tekeningen van dieren zijn van hem. Jan Beukema (NIOZ) diepte de oude *Spisula*-schelpen van Terschelling op uit zijn archief en gaf toestemming om ze te meten en de gegevens hier te gebruiken. Nick den Hollander mat de ringen in de schelpen ten behoeve van de groeimetingen. Het NIOZ wil ik in de persoon van Han Lindeboom bedanken voor steun voor het verkrijgen van scheepstijd en vrijheid van handelen. De Directie Noordzee van Rijkswaterstaat wil ik bedanken in de persoon van Jacob Asjes, voor zijn niet aflatende belangstelling en steun voor het *Spisula*-werk, en voor het aanvragen van scheepstijd op de Holland en Smal Agt. Het RIKZ van Rijkswaterstaat wil ik bedanken in de personen van Henk Baptist en Pim Wolf, voor voortdurende uitwisseling van telgegevens. Alle vogelwaarnemers, die hebben meegevaren op de diverse schepen, en holpen bij het tellen van de eenden, het nemen van de happen en het opmeten van de schelpen, vaak onder ijzige omstandigheden: bedankt voor de inzet en het gezelschap! Kees Barel, Kees Camphuysen, Bas de Groot, Rob Lambeck, Marco van der Land, Simon Plat en Maarten Scheffers leverden commentaar op het concept-rapport.

Geraadpleegde literatuur:

Albarda H. 1890. Ornithologie van Nederland. Waarnemingen in 1888 en 1889. Tijdschr. Ned. Dierk. Ver. 2e serie, deel III: 12-34.

Albarda H. 1897. Aves Neerlandicae. Naamlijst van Nederlandsche vogels. Meijer & Schaafsma, Leeuwarden.

Arntz W.E. 1971. Die Nahrung der Kliesche (Limanda limanda [L.]) in der Kieler Bucht. Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch. 22: 129-183.

Asjes J. 1995. Startnotitie MILZON*ECO. Directie Noordzee.

Baptist H.J.M. & Camphuysen C.J. 1987. Concentraties Zwarte Zeeëenden *Melanitta nigra* voor de Hollandse en Zeeuwsche kust, 9-11 maart 1987. Sula 1: 17-18.

Baptist H.J.M. & Meininger P.L. 1984. Ornithologische verkenning van de Voordelta van Zuidwest-Nederland 1975-1983. Nota DDMI-8319, Rijkswaterstaat, Deltadienst, Middelburg.

Baptist H.J.M. & Meininger P.L. 1992. Rapportage effecten grootschalige locatie baggerberging. Werkdocument GWAO 92.818, Rijkswaterstaat, DGW, Middelburg.

Baptist H.J.M. & Wolf P.A. 1993. Atlas van de vogels van het Nederlands Continentaal Plat. Rapport DGW-93.013, Rijkswaterstaat, DGW, Middelburg.

Basimi R.A. & D.J. Grove 1985a. Studies on feeding, growth and reproduction of a recruted inshore population of *Pleuronectes platessa* (L.) at East Anglesey, North Wales. J. Fish Biol. 27: 765-783.

Basimi R.A. & D.J. Grove 1985b. Estimates of daily food intake by an inshore population of *Pleuronectes platessa* L. off eastern Anglesey, North Wales. J. Fish Biol. 27: 505-520.

Bauer K.M. & Glutz von Blotzheim U.N. 1969. Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 3, Anseriformes. Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt am Main.

Bergman M.J.N. & van Santbrink J.W. 1994. Direct effects of beam trawling on macrofauna in sandy areas off the Dutch coast. In: S.J. de Groot & H.J. Lindeboom (Eds). Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in relation to natural resources management and protection of the North Sea: 179-208. NIOZ Rapport 1994-11, RIVO-DLO Rapport C026/94.

Bestuurlijk Overleg Voordelta 1993. Integraal beleidsplan Voordelta. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Rijswijk.

Beukema J.J. 1993. Increased mortality in alternative bivalve prey during a period when the tidal flats of the Dutch Wadden Sea were devoid of mussels. Neth. J. Sea Res. 31, 395-406.

Boddeke R. 1988. Visserij- en schelpdierbelangen in de Voordelta. RIVO nota Vo. 1098/RB.

Boddeke R. 1989. Beschrijving van de populaties van de garnaal (*Crangon crangon* (L.)) langs de Nederlandse kusten in de estuaria. Ecologisch Profiel Vissen, Report Rijkswaterstaat/DGW: 24 pp.

Borchardt T. 1995. Enhanced *Spisula* fishery in coastal waters of Schleswig Holstein. Wadden Sea Newsletter 1995-2: 12-13.

Braber L. & S.J. de Groot 1973. The food of five flatfish species (Pleuronectiformes) in the southern North Sea. Neth. J. Sea Res. 6: 163-172.

Brinkman A.G. 1993. Estimation of length and weight growth parameters in populations with a discrete reproduction characteristic. IBN Research Report 93/5, 1-27, DLO-IBN, Texel, The Netherlands.

Brouwer G.A., van Dieren J.W., Feekes W., Harmsen G.W., ten Houten J.G., Kabos W.J., Mazure J.P., Scheygrond A., Tesch P. & van der Werff A. 1950. Griend - het vogeleiland in de Waddenzee. Martinus Nijhoff, 's Gravenhage.

Bukman P. 1993. Structuurnota zee- en kustvisserij: regeringsbeslissing. Regeringsbeslissing, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

Cadée G.C. & Hegeman J. 1975. Levende Afgeknotte Strandschelp in de Waddenzee. Lev. Nat. 78(2): 48.

Camphuysen C.J., Hart S. & Zandstra H.S. 1988. Zeevogelsterfte na olie-lekkage door de ertscarrier MS Borcea voor de Zeeuwse kust, januari 1988. Sula 2: 1-12.

Camphuysen C.J. & Leopold M.F. 1994. Atlas of seabirds in the southern North Sea. IBN Research Report 94/6; NIOZ Rapport 1994-8.

Craeymeersch, J.A., Hamerlynck O., Hostens K., Vanreusel A. & Vincx M. 1990. De ekologische ontwikkeling van de Voordelta. Deelrapport 3: Effecten van huidige en potentiele beleidsscenario's. Rapport van Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Yerseke en Rijksuniversiteit Gent, aan Rijkswaterstaat, Directie Noordzee.

Craeymeersch J.A. 1992. Het macrobenthos in de Haringvlietbuitendelta. Onderzoek naar de effecten van de aanleg van de grootschalige locatie voor de berging van baggerspecie 1986-1990. Rapport 1992-01 Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek, Centrum voor Estuariene en Mariene Oecologie,

Yerseke.

Davis F.M. 1925. Quantitative studies on the fauna of the sea bottom, No. 2. Results of the investigations in the southern North Sea, 1921-24. Fishery Invest. Lond., Ser. II, 8: 1-50.

de Boer T.W. & de Bruyne R.H. 1991. Schelpen van de Friese Waddeneilanden. Frysk Akademy.

de Bruyne R.H., van der Valk L. & Gmelig Meyling A.W. 1993, Kustgenese. Molluskentransport als indicatie voor zandtransport. Een onderzoek naar transportbanen in de ondiepe kustgebieden voor Holland en de Waddeneilanden, RIVO Rapport C 009/93.

de Graaf C. 1930. Nawinter en voorjaar in 1928. De Lev. Nat. 34: 175-178.

den Hollander N. 1993. Zwarte Zeeëenden (*Melanitta nigra*) en schelpdiervisserij. Intern rapport NIOZ & IBN-DLO.

Directie Noordzee - Dienst Getijdewateren 1992. Milieuzonering van het NCP op basis van ecosysteem kenmerken. Referentie document van het Water Systeem Plan Noordzee 1991-1995, Rapport NZ-N-90.07.

Doornbos G. & F. Twisk 1984. Density, growth and annual food consumption of plaice (*Pleuronectes platessa* L.) and flounder (*Platichthys flesus* (L.)) in Lake Grevelingen, The Netherlands. Neth. J. Sea Res. 18: 434-456.

Durinck J., Christensen K.D. Skov H. & Danielsen F. 1993. Diet of Common Scoter *Melanitta nigra* and Velvet Scoter *Melanitta fusca* wintering in the North Sea. Ornis Fennica 70: 215-218.

Edwards R. & J.H. Steele 1968. The ecology of o-group plaice and common dabs at Loch Ewe. I. Population and food. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 2: 215-238.

Eisma D. 1966. The distribution of benthic marine molluscs off the main Dutch coast. Neth. J. Sea Res. 3: 107-163.

Engelsman S. & Hulsmann A. 1974. Zeevogelproject Texel. Intern rapport NIOZ.

Eykman C. 1925. De Nederlandse Anatidae. Club van Nederlandse Vogelkundigen, jaarbericht Nr. 15, afl. 1.

Eykman C., Hens P.A., van Heurn, F.C., ten Kate, C.G.B., van Marle J.G., Tekke M.J. & de Vries T.G. 1941. De Nederlandsche Vogels, II. Wageningen.

Gmelig Meyling A.W. & de Bruyne R.H. 1994, Zicht op zee: waarnemingen van veranderingen in de nabije kustzone door strandmonitoring met strandwachten, Rapport Stichting Anemoon.

Hagmeier A. 1930. Eine Fluctuation von *Mactra (Spisula) subtruncata* da Costa an der ostfriesischen Küste. Berichte Deutch. wiss. Komm. Meeresforsch. 5: 126-155.

Haskoning Koninklijk Ingenieurs- en Architectenbureau (Samenstelling en Redactie, in opdracht van de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.) 1995. Milieu-effectrapport proefboringen naar aardgas in de Noordzeekustzone, op Ameland en in de Waddenzee.

Haver T. 1990. De samenstelling van het voedsel van de bot (*Platichthys flesus*) in de Nederlandse kustwateren. Nota Rijkswaterstaat GWAO-90-025.

Holtmann S.E. & Groenewold A. 1992. Distribution of the zoobenthos on de Dutch continental shelf: the Oyster Ground, Frisian Front, Vlieland Ground and Terschelling Bank (1991). Rapport Milzon-Benthos II, NIOZ Rapport 1992-8; NIOO-CEMO Rapport 1992-6, in opdracht van Directie Noordzee, RWS.

Krebs C.J. 1989. Ecological Methodology. Univ. of British Colombia.

Kristensen I. 1959. The coastal waters of the Netherlands as an environment of molluscan life. Basteria 23 Supplement: 18-55.

Kristensen P.S. 1994. *Spisula solida* / Tykskallet trugmusling. Report of Danish Institute for Fisheries and Marine Research (DHF) nr 472-1994.

Kühl H. 1963. Über die Nahrung der Scharbe (Limanda limanda L.). Arch. Fish. Wiss. 14: 8-17

Leopold M.F. 1988. De zeeëenden-survey van januari 1988. Sula 2: 23-24.

Leopold M.F. 1993. *Spisula*'s, zeeëenden en kokkelvissers: een nieuw milieuprobleem op de Noordzee. Sula 7: 24-28.

Leopold M.F., Baptist H.J.M., Wolf P.A. & Offringa H. 1995. De Zwarte Zeeëend *Melanitta nigra* in Nederland. Limosa 68: 49-64.

Leopold M.F., Maas F.-J. & Hin H. 1986. Elfsteden winter 1986: slachting onder de wadvogels, met name de Toppereend. Skor 5: 70-78 en 90-96.

Macer, C.T. 1967. The food web in Red Wharf Bay (North Wales) with particular reference to young plaice (*Pleuronectes platessa*). Helg. wissensch. Meeresuntersuchungen 15: 560-573.

Madsen F.J. 1954. On the food habits of the diving ducks in Denmark. Dan. Rev. Game Biol. 2: 157-266.

Maertens L., Meire P., Devos K. & Kuijken E. 1990. Vliegtuigtellingen van watervogels voor de Belgische kust, winters 1987/1988 en 1988/1989. Oriolus

56: 11-19.

Meissner J. & Bräger S., 1990. The feeding ecology of wintering Eiders *Somateria mollissima* and Common Scoters *Melanitta nigra* on the Baltic Sea coast of Schleswig-Holstein, FRG.. Wader Study Group Bull. 58: 10-12.

Møhlenberg F. & T. Kiørboe 1981. Growth and energetics in *Spisula subtruncata* (da Costa) and the effect of suspended bottom material Ophelia 20: 79-90.

Nilsson L. 1972. Habitat selection, food choice and feeding habitats of diving ducks in coastal waters of south Sweden during the non-breeding season. Ornis Scand. 3: 55-78.

Offringa H. 1991. Verspreiding en voedseloecologie van de Zwarte Zeeëend (*Melanitta nigra*) in Nederland. NIOZ Rapport 1991-13.

Offringa H. 1993. Zwarte Zeeëenden *Melanitta nigra* offshore. Sula 7: 142-144

Offringa H. & Leopold M.F. 1991. Het tellen van Zwarte Zeeëenden *Melanitta nigra* voor de Nederlandse kust. Sula 5: 154-157.

Oosterbaan A. 1991. De grote vijf van de Hollandse kust. Natura 88: 86-87.

Petersen G.H. 1977. The density, biomass and origin of bivalves of the central North Sea. Meddr. Danm. Fisk og Havunders. N.S. 7: 221-273.

Piersma T., Koolhaas A & Dekinga A. 1993. Interactions between stomach structure and diet choice in shorebirds. Auk 110: 552-564

Pihl L. & R. Rosenberg 1984. Food selection and consumption of the shrimp *Crangon crangon* in some shallow marine areas in western Sweden. Mar. Ecol. Prog. Ser. 15: 159-168.

Platteeuw M., Ham N.F. van der & den Ouden J.E. 1994. Zeetrektellingen in Nederland in de jaren tachtig. Sula 8(1/2, special issue).

Produktschap Vis en Visprodukten 1994. Beheersplan kustvisserij - schelpier visserij. 37p.

Quinet A. 1897. Les oiseaux du Bas-Escaut. Leur chasse en bateau. Société Belge du Libraire, Brussel.

Revier H. 1995. De kustzone van de Noordzee: nonnen, zwarte zee-eenden en geen bruinvissen. Waddenbulletin 30: 69-71.

Schlegel H. 1860. Natuurlijke Historie van Nederland. De dieren van Nederland. Gewervelde dieren: Vogels. Kruseman, Haarlem.

Skov H., Durinck J., Leopold M.F. & Tasker M.L. 1995. Important bird areas in the North Sea, including the Channel and the Kattegat. BirdLife International, Cambridge.

Smit C.J. 1994. Alternatieve voedselbronnen voor schelpdier-etende vogels in Nederlandse getijdewateren. IBN-Report 77.

Smittenberg J.C. & Baptist H.J.M. 1973. Watervogels in het Deltagebied. Een verslag van drie totaal tellingen. Rapport Deltadienst, Afd. Milieu Onderzoek.

Swennen C. 1975. Aspecten van voedselproductie in Waddenzee en aangrenzende zeegebieden in relatie met de vogelrijkdom. Vogeljaar 23: 141-155.

Swennen C. 1985. Iets over de vogels van het open water van IJsselmeer, Waddenzee en Noordzee. Vogeljaar 33: 208-214.

Swennen C. 1991a. Ecology and population dynamics of the Common Eider in the Dutch Wadden Sea. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.

Swennen C. 1991b. Resultaten waterwildtelling Nederlandse Waddenzee op 21 en 26 januari 1991. Intern rapport NIOZ, Texel.

Swennen C., Leopold M.F. & Stock M. 1985. Notes on growth and behaviour of the American razor clam *Ensis directus* in the Wadden Sea and the predation on it by birds. Helgoländer Meeresunters. 39: 255-261

Swennen C. & Spaans A.L. 1970. De sterfte van zeevogels door olie in februari 1969 in het Waddengebied. Vogeljaar 18: 233-245.

Swennen C., Nehls G. & Laursen K. 1989. Numbers and distribution of Eiders *Somateria mollissima* in the Wadden Sea. Neth. J. Sea Res. 24: 83-92.

Tebble N. 1966. British bivalve seashells. Alden Press, Oxford.

Todd R.A. 1915. Report on the growth of the plaice. Fishery Invest. Lond., Ser. II, 3: 1-31.

van Aartsen J.J., Auken S. & Stroetmann C., voor de regeringen van Nederland, Denemarken en Duitsland, 1994. Ministeriele Verklaring van de zevende trilaterale regeringsconferentie over de bescherming van de Waddenzee. Leeuwarden, 30 November 1994.

van Dijk J. 1987. Veel Zwarte Zeeëenden *Melanitta nigra* voor de kust van Zuid-Holland in januari-februari 1987. Sula 1: 15-17.

van Roomen M., van Winden E. & Zollinger R. 1995. Midwintertelling van watervogels in Nederland, januari 1994. SOVON-monitoringrapport 95/01.

van Scheppingen Y. & Groenewold A. 1990. De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee. De kustzone van Nederland, 1988 en 1989. Report Rijkswaterstaat, Directie Noordzee.

van Steen E. 1978. Het macrobenthos van een overwinteringsgebied van *Melanitta nigra* (Linnaeus, 1758) voor de Belgische kust. Rapport Rijksuniversiteit van Gent.

van Stralen M. & Kesterloo-Hendrikse J.J. 1993, De ontwikkeling van schelpdierbestanden in de Voordelta in de periode 1984-1993 in relatie tot de schelpdiervisserij, RIVO Rapport C. 026/93.

Voous K.H. 1954. Verslag van het internationale ornithologische kamp georganiseerd door de Nederlandse Ornithologische Vereniging op Terschelling van 31 augustus tot 11 september 1953. Ardea 42: 238-242.

Waddenzeecommissie 1974. Rapport van de Waddenzeecommissie. 's-Gravenhage.

Winter C. 1993. Zeetrekoverzicht april - juni 1993. Kleine Alk 11: 56-61.

Wolff W.J. 1973. The estuary as a habitat. An analysis of data on de soft-bottom macrofauna of the estuarine area of the rivers Rhine, Meuse, and Scheldt. Zool. Verh. 126: 1-242.

Ziegelmeier E. 1978. Macrobenthos investigations in the eastern part of the German Bight from 1950 to 1974. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 172: 432-444.

Reeds verschenen BEON rapporten:

BEON rapport nr.	1.	BEON Meerjarenplan 1988-1993.	1987
BEON rapport nr.	2.	BEON Jaarwerkplan 1988.	1988
BEON rapport nr.	3.	BEON Modellering.	1988
BEON rapport nr.	4.	BEON meerjaren Uitvoeringsprogramma 1988-1993.	1989
BEON rapport nr.	5.	BEON Jaarwerkplan 1989.	1989
BEON rapport nr.	6.	Findings of the BEON Workshop in preparation for the Third North Sea Conference.	1989
BEON rapport nr.	7.	Beleidspresentatie BEON 23 juni 1989 Den Haag.	1989
BEON rapport nr.	8.	Effects of Beamtrawl Fishery on the Bottom Fauna in the North Sea.	1990
BEON rapport nr.	9.	BEON Jaarwerkplan 1990.	1990
BEON rapport nr.	10.	BEON Voortgangsrapport 1988-1989.	1990
BEON rapport nr.	11.	Beleidspresentatie BEON 31 mei 1990 Den Haag.	1990
BEON rapport nr.	12.	Beleidspresentatie BEON 20 juni 1991 Den Haag.	1991
BEON rapport nr.	13.	Effects of Beamtrawl Fishery on the Bottom Fauna in the North Sea. II. The 1990 - studies.	1990
BEON rapport nr.	13 A.	BEON Jaarwerkplan 1991.	1991
BEON rapport nr.	14.	BEON Jaarwerkplan 1992.	1992
BEON rapport nr.	15.	Beleidspresentatie BEON 19 juni 1992 Den Haag.	1992
BEON rapport nr.	16.	Effect of Beamtrawl Fishery on the Bottom Fauna in the North Sea. III. The 1991 - studies.	1992
BEON rapport nr.	17.	Beleidspresentatie BEON 12 december 1991.	1992
BEON rapport nr.	18.	Trace Element Geochemistry at the Sediment Water Interface in the North Sea and the Western Wadden Sea.	1993
BEON rapport nr.	19.	Effecten van met benzo(a)pyreen verontreinigd sediment op de Helmkrab (Corystes cassivelaunus). Rapportage Project BEONADD I/II.I	1993
BEON rapport nr.	20.	Scavenging seabirds behind fishing vessels in the Northeast Atlantic. (With emphasis on the Southern North Sea).	1993
BEON rapport nr.	21	Brug tussen Beleid en Onderzoek (Rapportage over het eerste BEON Meerjarenprogramma 1988-1992).	1993
BEON rapport nr.	93-1	Naar een duurzame ontwikkeling van de Noordzee. (Tweede Meerjarenprogramma BEON1993-1997).	1993
BEON rapport nr.	93-2	The appearance of scars on the shell of Arctica Islandica L. (Mollusca, Bivalvia) and their relation to bottom trawl fishery.	1993
BEON rapport nr.	93-3	BEON Jaarwerkplan 1993.	1993
BEON rapport nr.	93-4	BEON Beleidspresentatie "Zee en Wadvogels. "Voorkomen en invloeden daarop" d.d. 10 december 1993.	1993

1994

BEON rapport nr. 94-1	Philippart, C.J.M. & Groodt, E.G. de & Brinkman, A.G. & Jak, R.G. & Scholten, M.C.Th., Effecten van verschuivingen van nutriëntenconcentraties op biota in de Nederlandse kustwateren (IBN 93 E 02).
BEON rapport nr. 94-2	Vervalt; zie 96-3
BEON rapport nr. 94-3	Jaarwerkplan 1994.
BEON rapport nr. 94-4	Riegman, R., jaarverslag 1993: Algenonderzoek in mesocosms en modelleringlering (NIOZ 93 E 01).
BEON rapport nr. 94-7	Risico-analyse Mariene Systemen (RAM*2 project) Eindrapport van de RAM-Auditgroep.
BEON rapport nr. 94-8	Michielsen, H & Berg, A. van den & Joordens, J., et al. Comparison of models describing species composition of marine phytoplankton (project MANS-FYFY, WL 93 E 01).
BEON rapport nr. 94-9	Verslag BEON Workshop Risico-analyse, d.d. 27 april 1994, Den Haag.
BEON rapport nr. 94-10	BEON Beleidspresentatie "Microverontreinigingen: effecten en trends", d.d. 21 juni 1994.
BEON rapport nr. 94-11	De epi- en endofauna van de Nederlandse, Duitse en Deense kustzone: een analyse van 20 jaar bijvangsgegevens. J. Buijs, J.A. Craeymeersch, P. van Leeuwen, A.D. Rijnsdorp. (BEONADD IV/V)
BEON rapport nr. 94-12	De inductie van cytochroom P450 1 A in platvis door blootstelling aan polyaromatische koolwaterstoffen in de Noordzee. INP-programma 1991- 1992. (NIOZ 93 M 05)
BEON rapport nr. 94-13	Bergman, M.J.N. en J.W. van Santbrink. Directe effecten van de visserij met de 12m en 4m boomkorren op het bodemleven in de Nederlandse sector van de Noordzee. (NIOZ 93 V 07)
BEON rapport nr. 94-14	Camphuysen, C.J. Scavenging seabirds at beamtrawlers in the southern North Sea, distribution, relative abundance, behaviour, prey selection, feeding efficiency, kleptoparastism and the possible effects of the establishment of protected areas'. (BEONADD IV/V)
BEON rapport nr. 94-15	Spaans, A.L., M. BukaciÑska, D. BukaciÑska. the relationship between food supply, reproductive parameters and population dynamics in Dutch Lesser Black-backed Gulls Larus fuscus: a pilot study. (BEONADD IV/V)
BEON rapport nr. 94-16	Brenninkmeijer, A. & E.W. M. Stienen. Pilot study on the influence of feeding conditions at the North Sea on the breeding results of the Sandwich Tern Sterna sandvicensis. (BEONADD IV/V)
BEON rapport nr. 94-17	Boddeke, R. en P. Hagel. BEON-studie naar de effecten van de teruglopende nutriëntenbelasting van de Nederlandse kustzone. (RIVO 93 E 03)

1995

BEON rapport nr. 95-1	Effecten van de schelpdiervisserij op het bodemleven in de Voordelta (IVO 94 V 06).
BEON rapport nr. 95-2	Jaarwerkplan 1995.
BEON rapport nr. 95-3	Trends in het voorkomen van vissen en epibenthische evertebraten in de Noordzee: Een vergelijking van datasets. (NIOZ 93 A 04)
BEON rapport nr. 95-4	De ontwikkeling van een in vitro assay voor de bepaling van de invloed van biotransformatie op de bioaccumulatie van lipofiele organohalogeen verbindingen in mariene toppredatoren. I. Validatie van de assay met PCBS en de eerste resultaten met Toxafeen. Boon, J.P., van Schanke, A., Roex, E., de Boer, J., Wester, P. (NIOZ 94 M 01)
BEON rapport nr. 95-5	BEON beleidspresentatie "Ontwikkelingen in het beleid", d.d. 9 december 1994.
BEON rapport nr. 95-6	BEON beleidspresentatie "Modellering: de stand van zaken en het belang voor beleid en beheer", d.d. 31 maart 1995.
BEON rapport nr. 95-7	Wetenschappelijke discussie. De visserij-intensiviteit van de Nederlandse boomkorvisserij op de Noordzee mede in het licht van de milieu effecten en gesloten gebieden.
BEON rapport nr. 95-8	Antropogene eutrofiëring en natuurlijke variaties. Consequenties voor de produktiviteit van de Noordzee. INP-MOORING/PELAGIC FOOD WEB/STED/ STRAECOS. (NIOZ 94 E 01)

BEON rapport nr. 95-9	Effecten van antropogene aktiviteiten op de produktiviteit van het ecosysteem in de Westelijke Waddenzee. (NIOZ 93 E 02)
BEON rapport nr. 95-11	Biomarkers of Toxic effects chemoreceprion: effects of contaminated dredge spoil on chemo-reception acuity in whelks. Ten Hallers-Tjabbes, C. and C.V. Fisher, 1994. (NIOZ 93 M 05)
BEON rapport nr. 95-12	Habitatkarakteristieken van de Nederlandse kustzone, Wintermans, C. et al. (IBN 94 H 02)
BEON rapport nr. 95-13	BEON Tweejaarverslag 1993-1994. Onderzoek en beleid kiezen samen het ruime sop; PB-BEON; augustus 1995.
BEON rapport nr. 95-14	Toxische algen tussen Noordwijk- en Terschelling-raai. Peperzak, L. et al. (RIKZ 94 E 05; RKZ-040).
BEON rapport nr. 95-15	Korte en lange termijn veranderingen in macrofauna veroorzaakt door verschillende vormen bodemvisserij. Bergman, M. et al (NIOZ 94 V 01).
BEON rapport nr. 95-16	Intercallibratie en toepassing Noordzee-modellen (MANS-FYFY) fase 2. (WL 94 E 04).

1996

BEON rapport nr. 96-1	De ontwikkeling van een in-vitro assay voor de bepaling van de invloed van biotransformatie op de bioaccumulatie en de mutageniteit van lipofiele organohalogeenverbindingen in mariene top-predatoren. II. Toxafeen. J.P. Boon, H.M. Sleiderink, J. De Boer, P. Wester, H.J. Klamer, B. Govers. (NIOZ 95 M 03).

Informatie BEON:

PROGRAMMA BUREAU BEON
p/a Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijks Instituut voor Kust en Zee
Kortenaerkade 1
2518 AX Den Haag
Postbus 20907
2500 EX Den Haag
070- 3114257/3114258/3114259/3114260
Telefax: 070- 3114321

e-mail: beon@rikz.rws.minvenw.nl.