

9A

WO  
Wetenschappelijk Instituut voor Zee- en  
Kustonderzoek (WIZ)  
Postbus 1000, 1700 BA IJmuiden, Zeeuwijk  
T 0223 213211, F 0223 213212



# **Spisula en zee-eenden in de strenge winter van 1995/96 in Nederland**

Beleidsgericht  
ecologisch onderzoek  
van de  
Noordzee/Waddenzee



**IBN-DLO  
RIVO-DLO  
RWS-DNZ  
RWS-RIKZ  
NZG**



**Spisula en zee-eenden in de  
strengere winter van 1995/96 in  
Nederland**

658

M.F. Leopold (IBN-DLO)  
M.A. van der Land (RIVO-DLO)  
H.C. Welleman (RIVO-DLO)

**December 1998**

**BEON Rapport nr. 98-6**

**BEON project IBN 96 VH 19**

**ISSN 0924-6576**

## Samenvatting

In dit door IBN-DLO, RIVO-DLO en RWS-Directie Noordzee gezamenlijk uitgevoerde onderzoek is de predatiedruk van zee-eenden op een bank *Spisula subtruncata* onderzocht, afgezet tegen de aanwezige hoeveelheid schelpdieren en andere bronnen van sterfte in de winter van 1995/96. Aanvankelijk richtte het onderzoek zich op de *Spisula* banken ten noorden van Terschelling en Ameland, een gebied waar de eenden in de jaren 90 een voorkeur voor hebben (Leopold 1996). De omstandigheden voor onderzoek waren aanvankelijk ideaal: de *Spisula* was te groot voor andere predatoren (platvissen) of deze ontbraken in het gebied (zeesterren). Ook de *Spisula* visserij vond deze winter zuidelijker plaats waardoor eenden en onderzoekers het gebied voor zichzelf hadden. In januari en februari 1996 waren er echter lange perioden met zeer strenge vorst. Grote ijsvelden ontwikkelden zich op de Noordzee boven de waddeneilanden en de watertemperatuur daalde tot het vriespunt van zeewater ( $< -1.5^{\circ}\text{C}$ ), zoals bleek uit metingen ter plaatse. Als gevolg hiervan stierf alle overjarige en de meeste jonge *Spisula* ten noorden van de wadden en moesten de eenden vertrekken en het onderzoek verplaatst worden. Wel toonde deze opeenvolging van gebeurtenissen aan, dat *Spisula* niet alleen kwetsbaar is voor predatie en visserij, maar ook dat deze bronnen van sterfte in uitzonderlijk strenge winters in het niet vallen in vergelijking met de sterfte door vorst.

Een substantieel deel van de eenden die eerst bij de wadden verbleven, verplaatste zich naar een uitgestrekt complex van *Spisula* banken tussen Callantsoog en Egmond aan Zee (Noord-Holland). De omstandigheden voor onderzoek waren hier minder ideaal. De uitgestrektheid van de *Spisula* banken maakte, dat niet de hele voorraad in kaart gebracht kon worden. Ook de eenden zaten hier veel meer verspreid dan ten noorden van de eilanden het geval was geweest, hetgeen de tellingen, noodzakelijk voor een schatting van de totale voedselbehoefte, zeer bemoeilijkte. Gelukkig kregen we hulp van de Nederlandse Zeevogelgroep, die dagelijks zeevogeltellingen verricht vanaf de Hondsbossche Zeewering. Deze 'zeetrekters' zagen bij een aantal gelegenheden de totale groep eenden worden opgejaagd door scheepvaart en konden de eenden tellen wanneer ze voor de telpost langsvlogen. Een derde verschil met de situatie bij de eilanden was, dat bij Noord-Holland wél visserij op *Spisula* plaatsvond in het voorjaar. De omvang van deze visserij is niet bekend, waardoor verliezen aan *Spisula* niet volledig geduid zouden kunnen worden.

Bij Noord-Holland werd een voorraad oude (overjarig) en een voorraad jonge (eerste jaars) *Spisula* gevonden. Vermoedelijk werd de voorraad oude *Spisula* (vrijwel) volledig bemonsterd, waardoor de bestandsschattingen een goed beeld van de aanwezige aantallen geven. De velden jonge *Spisula* strekten zich uit tot buiten het bemonsterde gebied waardoor hier een onderschatting optreedt. Echter, de vleesinhoud van de kleine *Spisula*'s was dermate gering, dat gezien de dagelijkse voedselbehoefte van de eenden, deze prooien te klein waren om geschikt voedsel te zijn. Andere (alternatieve) prooien kwamen niet in voldoende hoge dichtheden voor om voor de eenden van belang te zijn. In dit rapport wordt daarom aangenomen, dat de eenden zich richtten op de aanwezige oude *Spisula*. Deze voorraad werd bemonsterd in maart, april en mei en de

gemiddelde grootte en vleesinhoud werd bij iedere bemonstering bepaald. Daarnaast werd de totale voedselbehoefte van de ter plaatse aanwezige eenden berekend, op grond van de aantallen vogels die dagelijks ter plaatse waren, en de theoretische voedselbehoefte van eenden in de winter. Een vergelijking tussen de geschatte consumptie van de eenden en de mogelijke verliezen aan oude *Spisula's* laat zien, dat de eenden minder dan 20% van deze verliezen veroorzaakten. Daarnaast zijn de betrouwbaarheidsintervallen rond de schattingen van de hoeveelheden *Spisula* zeer breed, waardoor de totale geschatte hoeveelheden per maand in feite niet significant van elkaar verschillen. Geconstateerd wordt daarom dat:

1. de effecten van de strenge winter van 1995/96 die van eenden-predatie én van visserij verre overtroffen ten noorden van de Wadden, en
2. dat de predatiedruk van ook zeer grote groepen eenden goed gedragen kan worden door de hoeveelheid aanwezige schelpdieren in de kustzone, en
3. dat er, gelet op de successieve bestandsschattingen een dagelijks verlies zou kunnen zijn van een orde van 100 miljoen grote *Spisula's* en 250 miljoen jonge *Spisula's*, dat niet aan de eenden kan worden toegeschreven. Visserijsterfte, verlate winter-sterfte en andere bronnen van natuurlijke sterfte kunnen alle hieraan ten grondslag liggen.

## 1. INLEIDING

De visserij op het schelpdier *Spisula subtruncata* heeft in Nederland een vaste plaats verworven. In potentie zijn de belangen van deze visserij echter strijdig met die van de natuurwaarden van onze kustwateren. In een situatie van schaarste dreigen de zeevogels, de meest zichtbare exponent van de natuurwaarden in kwestie, uit de Nederlandse wateren te worden verdreven. Het gaat hierbij in de eerste plaats om een winterpopulatie van ca. 100.000 Zwarte Zee-eenden en kleinere aantallen Grote Zee-eenden (maximaal 15.000; Leopold *et al.* 1995, Leopold 1996). Deze beide soorten zee-eenden behoren tot de reguliere fauna van de Nederlandse kustwateren. Sinds kort komt ook de Eidereend massaal voor in de Noordzee kustzone in Nederland. De Eidereend is in ons land van oudsher meer thuis in de Waddenzee, maar in de jaren '90 hebben tienduizenden Eidereenden hun toevlucht gezocht tot de *Spisula* banken van de Noordzee kustzone, vermoedelijk als reactie op de schaarste aan schelpdieren in de Waddenzee (Leopold 1993, Baptist *et al.* 1997, Leopold *et al.* 1997).

De Zwarte Zee-eend heeft sinds 1989 een voorkeur laten zien voor *Spisula* banken ten noorden van de Waddeneilanden (Terschelling tot en met Rottum). Banken voor de kust van Texel en Holland zijn, evenals die in de Voordelta, minder in trek. De reden hiervoor is onduidelijk. In 1993 was de voorraad *Spisula* boven de eilanden zo goed als uitgeput, door een combinatie van natuurlijke sterfte, mede veroorzaakt door predatie door de eenden, en sterfte door de visserij. De eenden verplaatsten zich tijdelijk naar Noord-Holland, later gevolgd door de vissers. De visserij was in de jaren 1994-96 geconcentreerd voor de kust van Noord-Holland. Boven de eilanden Terschelling en Ameland was de voorraad oude *Spisula*'s gering, maar er was wel sprake van een goede broedval in 1994, gevolgd door een zeer goede groei (Leopold 1996). Tijdens onderzoek in februari 1994 waren hier nog geen jonge *Spisula*'s aanwezig, maar tijdens vervolg onderzoek voor BEON in februari 1995 bleek er een aanzienlijke voorraad schelpdieren aanwezig, met een gemiddelde grootte van 1.5 cm (Leopold 1996). Dit is nog te klein voor de visserij, maar groot genoeg voor de eenden, want deze keerden terug in het gebied.

Omdat de schelpen voor vissers nog te klein waren in de winter 1995/96, was de verwachting, dat de visserij en de eenden gescheiden zouden opereren. De *Spisula* vissers zouden zich naar verwachting richten op de Hollandse en wellicht Zeeuwse kust terwijl de eenden ongestoord zouden foerageren op de schelpen voorraad ten noorden van de wadden. Deze schelpdieren zouden net te groot zijn voor andere natuurlijke predatoren, met name de platvissen. Zeesteren waren steeds schaars op deze bank. De prognose voor deze winter was dan ook, dat de eenden ten noorden van de waddeneilanden de enige of in ieder geval veruit de belangrijkste, predatoren van de *Spisula* zouden zijn.

### 1.1. Doelstelling en vraagstelling

De hierboven geschetste situatie leende zich er voor, de predatie-druk van de eenden te bestuderen, bij afwezigheid van visserij. Door geregelde eenden-

tellingen en bestandsschattingen van de voorraad *Spisula* kon de verwachte teruggang in de aantallen *Spisula*'s worden gerelateerd aan de predatiedruk. Eerdere pogingen om de predatie-druk te kwantificeren waren onmogelijk door tussenkomst van de visserij. De hoeveelheid opgeviste *Spisula* is niet bekend (de aanvoer gaat buiten de reguliere visafslagen om) waardoor de verliezen op de bank in vroegere jaren niet gescheiden konden worden in een predatie- en een visserijcomponent (Leopold 1996). Doel van het onderzoek in 1995/96 was na te gaan, of de voorraad *Spisula* boven de wadden gedurende de winter 1995/96 meetbaar afnam, als gevolg van de predatie door de eenden.

### 1.2. Complicaties

Na de succesvolle bemonstering van *Spisula* in januari 1996 kwam een periode van zeer strenge vorst, gepaard gaand met zware ijsgang boven de wadden en watertemperaturen tot bijna  $-2^{\circ}\text{C}$ . Hierdoor stierf de lokale *Spisula*-populatie uit. De vorstgrens in het water bevond zich ter hoogte van Texel en hier en verder zuidelijk (voor de Hollandse kust) overleefde de *Spisula* de vorst.

Door de stranding van de 'Sea Empress' in Wales op 15 februari (zie bijvoorbeeld: Camphuysen 1996), was het schip dat ingezet zou worden voor het *Spisula*/eenden onderzoek, de 'Smal Agt' drie weken lang ingezet bij het olieruimen aldaar. Hierdoor kwam de geplande vaarweek van begin maart te vervallen en kon er pas in week 12 en 13 weer voor het *Spisula*-project worden gevaren. Wel leverde dit extra vaartijd op in maart, die in overleg met DNZ en BEON werd benut voor een inventarisatie van zowel de kuststrook boven de eilanden als die voor de kust van Noord-Holland (zie Tabel 1). Op grond van de hierbij verkregen resultaten werd vervolgens het onderzoek verplaatst naar een *Spisula* bank ter hoogte van Petten, Noord-Holland.

De primaire doelstelling, het kwantificeren van de voedselopname door zee-eenden op een *Spisula* bank ten noorden van de wadden is door de vorst ernstig gefrustreerd, door de zware ijsgang in het primaire onderzoeksgebied, de massasterfte van de *Spisula* en vertrek van de eenden. Het onderzoeksgebied is om deze reden verlegd naar Noord-Hollandse kustzone, waar de eenden nog enige tijd verbleven. Het onderzoek heeft zich om deze reden meer gericht op de invloed van extreme kou op de overleving van *Spisula* en de reactie van de eenden op het wegvallen van hun geprefereerde voedselbron.

### 1.3. Opzet onderzoek

Voorafgaand aan het door BEON gefinancierde onderzoek in 1996 is in december 1995 door het IBN een *pilot*-studie verricht om grofweg de verspreiding van *Spisula* ten noorden van Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog in kaart te brengen. In dit rapport zijn de resultaten van deze *pilot*-studie opgenomen. De *pilot*-studie liet zien, dat de eenden in hoofdzaak verbleven voor de kust van Terschelling en Ameland en dat dit samenhangt met de *Spisula* verspreiding.

Vervolgens zou het *Spisula* bestand aldaar maandelijks met het schip Smal Agt van Rijkswaterstaat worden bemonsterd. Tegelijkertijd zouden de eenden geteld worden en hun verspreiding in kaart gebracht. De voedselbeschikbaarheid wordt bepaald aan de hand van de aantallen in de bodem aanwezige potentiële prooidieren, vermenigvuldigd met hun calorische waarde (bepaald aan de hand van hun vleesinhoud). Voedselbeschikbaarheid, en de verandering hiervan gedurende de winter, zou worden vergeleken met de theoretische voedselopname door de eenden, berekend op grond van de aantallen vogeldagen en geschatte consumptie per eend per dag.

#### 1.4. Partners in het onderzoek en werkverdeling

Bij het onderzoek zijn drie instellingen betrokken. Hoofdverantwoordelijke is het IBN-DLO. Medewerkers van dit instituut voerden de eendentellingen uit, alsmede de *Spisula*-bemonstering. RIVO-DLO bepaalde op het laboratorium de vleesinhoud van de verschillende schelpdieren en verzorgde de bestandsschattingen van de *Spisula*. Rijkswaterstaat, Directie Noordzee leverde de 'hardware' in de vorm van een schip, inclusief bemanning en bemonsteringsapparatuur. Daarnaast was er een aantal vrijwilligers van de Nederlandse Zeevogelgroep, die assisteerden bij de eendentellingen en de schelpdierenbemonsteringen.

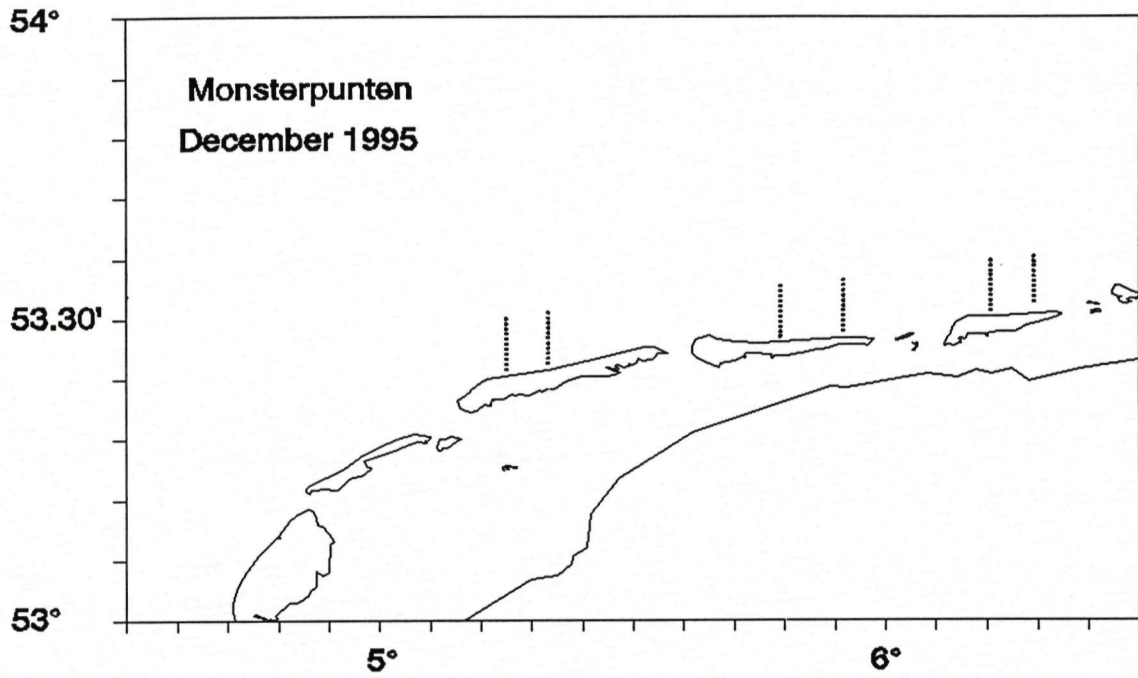
## 2. METHODEN

### 2.1. Schelpdierbemonsteringen

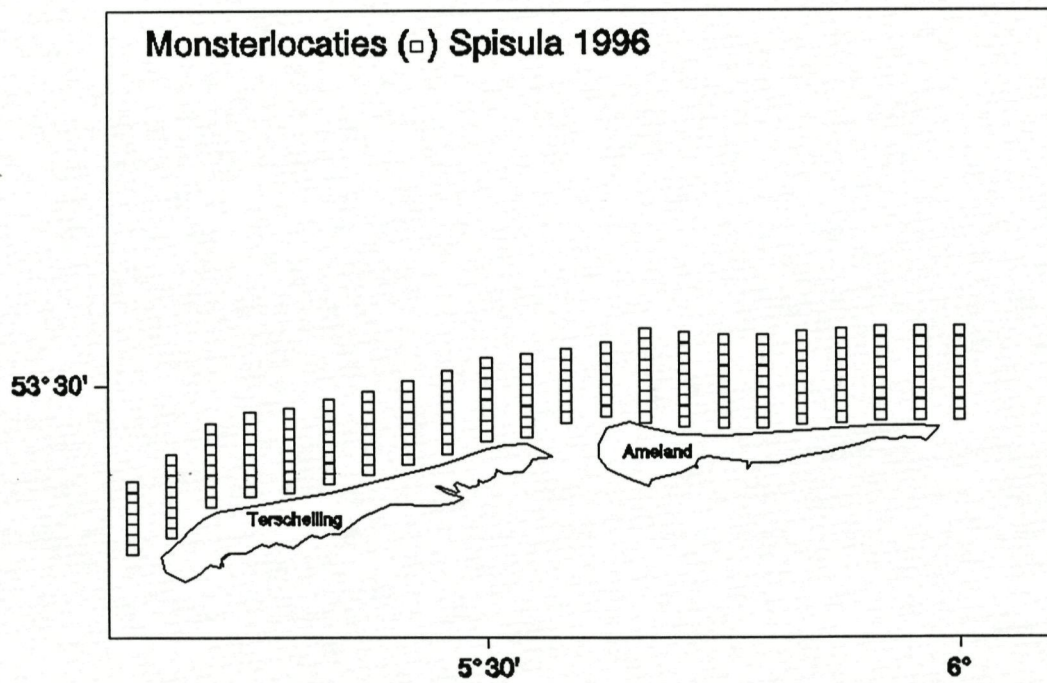
Alle bemonsteringen werden uitgevoerd door op een aantal vooraf bepaalde locaties, uitgezet op een regelmatig grid, steeds één bodemmonster te nemen. Hierbij is een selectie gemaakt uit de raaien die ook zijn gebruikt in eerdere BEON-*Spisula* studies (Leopold 1996). De monsternamen gebeurde met een Veen Happer met een 'hap-oppervlak' van 0.189 m<sup>2</sup>. De monsters werden meteen aan boord uitgezeefd over een 1 mm zeef en van alle aanwezige *Spisula*'s werd de lengte gemeten. In 1996 werd per survey steeds een monster *Spisula*'s diepgevroren voor bepaling van de vleesinhoud per lengteklasse. Alle alternatieve prooien werden per monster diepgevroren en later zijn deze op het RIVO in Yerseke uitgezocht.

#### a: Pilot-survey (december 1995)

Ten noorden van de eilanden: Schiermonnikoog, Ameland en bij Terschelling werden in totaal 6 raaien (twee per eiland) bemonsterd. De raaien liggen in noord-zuid richting en langs iedere raai werden op 11 stations bodemhappen genomen. De stations liggen steeds op 0.5 mijl onderlinge afstand en wel op afstanden van: 0.5, 1, 1.5, ..., 5.5 mijl uit de kust (figuur 1).



Figuur 1. Ligging monsterpunten *pilot*-survey in december 1995.



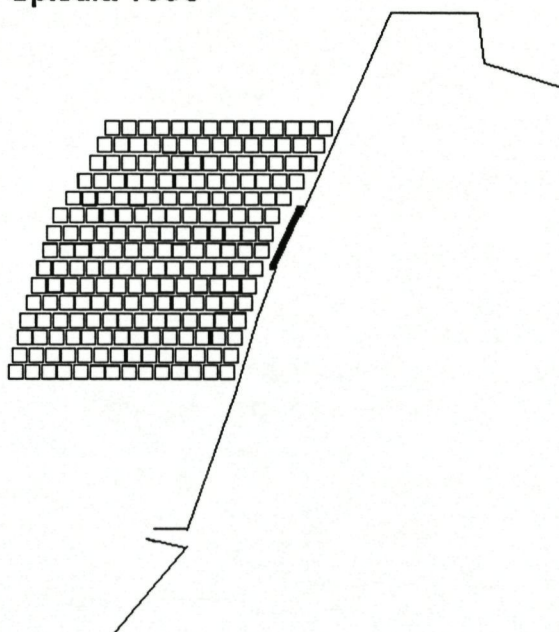
Figuur 2. Ligging van de monsterpunten ten noorden van de wadden in 1996.

### b: Ten noorden van de wadden (januari-maart 1996)

Op grond van de *pilot-survey* in december werd het zoekgebied beperkt tot de kustzone ten noorden van Terschelling (9 raaien van 8 punten elk), en bij Ameland (9 raaien van 9 punten) en de zeegaten tussen Terschelling en Ameland en ten westen van Terschelling (3 raaien van 7 punten elk; figuur 2). In eerdere jaren werd bemonsterd met een schip met een geringere diepgang, waardoor de kust soms dicht kon worden benaderd. In dit onderzoek met de Smal Agt (diepgang ruim 2 meter) moesten enkele punten dicht bij de brandingszone vervallen. In januari werden hierdoor 160 van de geplande 174 punten bereikt. In maart werden, wegens slecht weer de buitenste punten van de raaien overgeslagen evenals een aantal moeilijk bereikbare punten in de zeegaten. Uit eerder onderzoek was bekend, dat op dergelijke punten geen *Spisula* meer voorkomt. In maart werden ten noorden van de eilanden 125 punten bemonsterd.

Monsterlocaties (□)

*Spisula* 1996



Figuur 3. Monsterlocaties voor de kust van Noord-Holland. Ter oriëntatie zijn de Hondsbossche Zeewering (dikke lijn) en de pieren van IJmuiden aangegeven.

### c: Voor de kust van Noord-Holland (maart-mei 1996)

In het voorjaar van 1996 werd gemonsterd voor de kust van Noord-Holland, ter hoogte van de Hondsbossche Zeewering. In eerdere jaren was gebleken dat dit gebied kan fungeren als een uitwijkplaats voor de eenden (Leopold *et al.* 1995, Leopold 1996) en ook in februari 1996 bleken de eenden naar Noord-Holland te vertrekken. In maart, april en mei 1996 werd daarom een gebied voor de Noord-Hollandse kust bemonsterd. Er werd een grid van monsterpunten van 0.5\*1 zeemijl maandelijks bemonsterd. De geplande monsterpunten lagen op 15 raaien van 14 punten elk, van 0.5 tot 7 mijl uit de kust (figuur 3). Hiervan konden in maart 143, in april 210 en in mei 196 punten worden bemonsterd.

Samenvattend, is er eerst een zoekgebied bepaald in december en daarna gemonsterd in januari ten noorden van Terschelling en Ameland. In februari kon het onderzoeksgebied niet worden bereikt en in maart werd zowel boven de wadden als bij Noord-Holland bemonsterd, waarna in april en mei nog uitsluitend voor de kust van Noord-Holland werd gewerkt (Tabel 1).

Tabel 1. De *Spisula* is in de tijd bemonsterd volgens onderstaand schema:

Maand	data bemonstering Ameland/Terschelling	data bemonstering Noord-Holland
Jan	09-11	
Feb	mislukt	
Mrt	20-22	26-27
Apr		16-18
Mei		13-15

## 2.2. Eendentellingen

De eenden werden maandelijks in het onderzoeksgebied bank geteld, volgens methoden beschreven in Leopold (1996). Hierbij werd met het schip langs de kust gevaren, totdat concentraties eenden werden ontdekt. Door met het schip op het hart van de groep in te varen werden de eenden opgejaagd en vervolgens in de lucht geteld. De tellingen werden steeds vanaf de Smal Agt gedaan. De aantallen eenden werden steeds vastgesteld per *Spisula* bank (Terschelling, Ameland of Noord-Holland). Aanvullende cijfers werden verkregen door contacten met andere tellers: van RWS-RIKZ (vliegtuigtellingen) en de Nederlandse Zeevogelgroep (tellingen vanaf de Hondsbossche Zeewering). Vogeldagen werden vervolgens berekend door interpolatie.

## 2.3. Voedselopname van de eenden

De theoretische voedselbehoefte van de eenden werd berekend, uitgaande van de volgende vooronderstellingen:

1. alle eenden aten uitsluitend schelpdiervlees, met een gemiddelde energie-inhoud van 21.67 KJ per gram asvrijdrooggewicht (cf. Swennen 1976);
2. De geslachtsverhouding binnen de groepen Zwarte Zee-eenden was 2♂♂ : 1♀♀ (cf. Camphuysen & van Dijk 1979);
3. De gemiddelde lichaamsgewichten van deze eenden waren 1294 gram voor de ♂♂ en 1249 gram voor de ♀♀ (Durinck *et al.* 1993);
4. De assimilatie efficiency van het het voedsel was 70% (cf. Tasker & Furness 1996);
5. Voor Grote Zee-eenden en Eidereenden is een geslachtsverhouding van 1:1 aangehouden en een gemiddeld lichaamsgewicht van 1700 gram (Durinck *et al.* 1993), respectievelijk 2250 gram (Swennen 1991).

### 3. BELEIDSRELEVANTIE

Het onderzoek is er op gericht om de werkelijke voedselbehoefte van de eenden te kwantificeren en na te gaan hoe dit zich verhoudt tot de voorraad *Spisula* op de door de eenden geprefereerde banken. Zo kan worden nagegaan, of de eenden een seizoen lang (of nog meer jaren) voldoende zullen hebben aan de *Spisula* bank in kwestie, of dat nog andere voedselvoorraden, bijvoorbeeld andere *Spisula* banken nodig zijn. Het onderzoek valt onder het BEON-speerpunt 'Effecten Visserij', maar heeft ook duidelijke affiniteit met het speerpunt 'Verstoring Habitats'. De resultaten leveren zowel gebieds- als soortgerichte informatie, gericht op de natuurwaarden van de kustzone. Het werk valt onder prioriteit nummer 3 van het speerpunt Effecten Visserij, de effect beoordeling en is gericht op het beoordelen van de ecologische draagkracht van de belangrijkste bank voor de eenden. Het geeft inzicht in de haalbaarheid van de doelstellingen van duurzaam gebruik (visserij) en duurzaam ecologisch functioneren. Wanneer blijkt dat eenden en visserij in verschillende gebieden, dan wel in hetzelfde gebied, aan hun trekken kunnen komen, zijn er geen problemen tussen beide groepen te verwachten en is kan het te ontwikkelen beleid ten aanzien van de *Spisula*-visserij hierop worden afgestemd (zie ook Leopold 1996, pagina's 2 en 3 voor een overzicht van nationale beleidsvoornemens over *Spisula* en zee-eenden en het 'beheersplan *Spisula*' en het 'visplan *Spisula*' van de coöperatieve producentenorganisatie van schelpdiervissers op de Noordzee.

#### 3.1. Kader onderzoek

Er is een duidelijke relatie met de beleidsthema's van het speerpunt Effecten Visserij. Het werk levert informatie voor de normstellingen binnen de kustzone, gebruik makend van monitoringstechnieken. Het gaat binnen de driehoek *Spisula*/visserij/zee-eenden om het vinden van een *modus vivendi*. Er van uit gaande dat de eenden een duidelijke voorkeur voor een gebied hebben, lijkt een quoteringsstrategie die de hele Nederlandse kustzone omvat weinig relevantie te hebben, en is een beleidsalternatief het tijdelijk sluiten van de 'eenden-bank'. Zolang de visserij en de eenden echter tevreden zijn met eigen, gescheiden gebieden, is een dergelijke sluiting in feite overbodig. Een belangrijke leemte in kennis die nu wordt onderzocht is de vraag hoe lang de overwinterende eenden toe kunnen met de door henzelf gekozen bank.

#### 3.2. Relatie met ander relevant onderzoek

Het onderhavige project is een vervolg op eerder werk aan *Spisula* en zee-eenden werk in BEON kader (Leopold 1996). Er is verder aansluiting bij de RIVO bestandsopname van *Spisula* langs de hele Nederlandse kust (van der Land, in prep.). Eén en ander vindt plaats in het kader van de 'Evaluatie Structuurnota Zee- en Kustvisserij'.

#### 3.3. Toepassing resultaten

De studie is verricht om te kunnen komen tot nadere invulling van de bestaande beleidsvoornemens ten aanzien van de regulering van de *Spisula* visserij, om de voedselbehoefte van de eenden veilig te stellen (Min. LNV) en tot nadere invulling van de ecologische waarden in de Milieuzone (Min. V&W).

## 4. RESULTATEN

### 4.1. *Spisula* in de kustzone

#### 4.1.1. December 1995: ten noorden van de wadden eilanden

Tijdens de *pilot-survey* in december werden zowel bij Terschelling als bij Ameland hoge dichtheden oude (tweejarige) *Spisula* gevonden, terwijl ten noorden van oostelijk Schiermonnikoog ver uit de kust enkele jonge *Spisula* werden aangetroffen (figuur 4). Een bestandsschatting is op grond van deze monsternamen niet te maken.

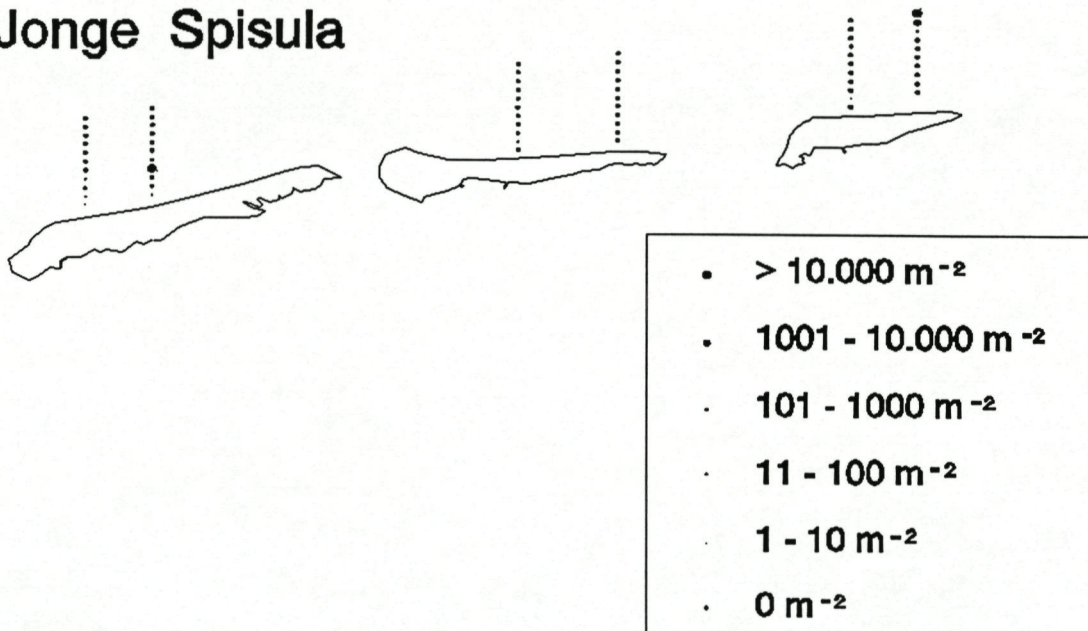
Uit figuur 4 komt naar voren, dat er sprake is van twee jaarklassen. Wanneer de eenden een voorkeur voor één van beiden zouden hebben, is het van belang deze twee klassen gescheiden te behandelen. Oude *Spisula*, met een mediane schelpenlengte van 24 mm werd vooral aangetroffen boven midden- en oost Ameland, jonge *Spisula* met een mediane lengte van 10 mm vooral boven midden Terschelling. De oude *Spisula*'s boven Ameland lagen op tamelijk diep water. Een eventuele voorkeur van duikende eenden voor grote *Spisula*'s bij Ameland zou dus gehinderd kunnen worden doordat ze voor deze prooien dieper moeten duiken.

#### 4.1.2. Januari-maart 1996: ten noorden van de eilanden

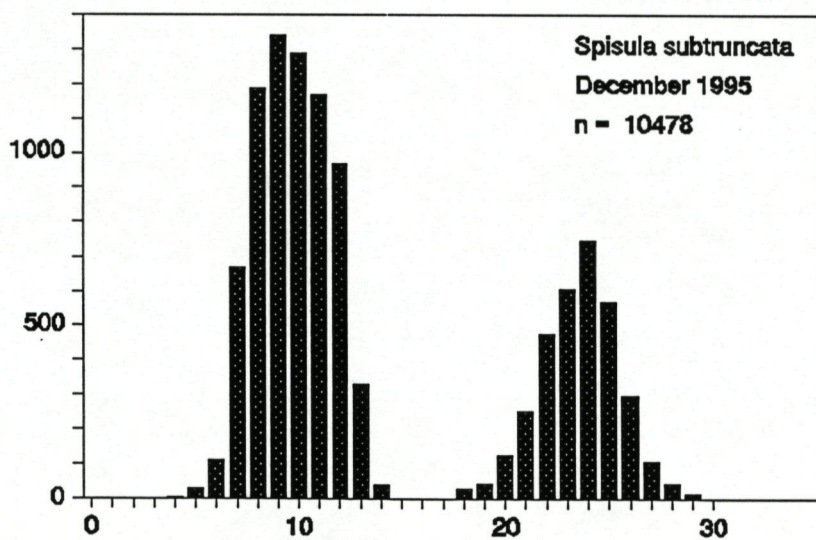
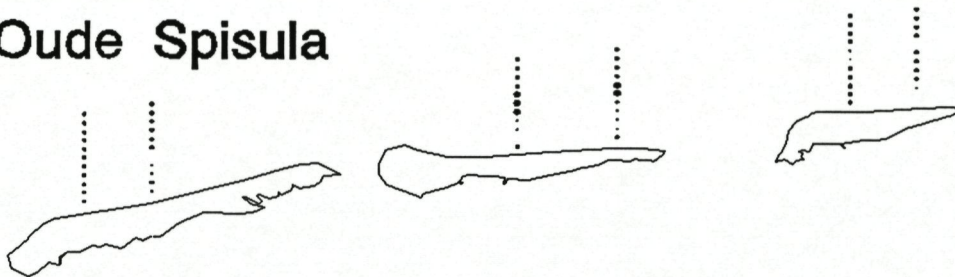
Op 9, 10 en 11 januari werd een volledig *Spisula* programma afgewerkt ten noorden van Ameland en Terschelling. Uit de Waddenzee dreven bij eb ijsvelden de Noordzee kustzone binnen, maar effecten van een dalende watertemperatuur op het bodemleven waren nog niet merkbaar. Opnieuw werd oude en jonge *Spisula* gevonden. Bij deze volledige inventarisatie bleek, dat de oude *Spisula*'s vooral voorkwamen op twee locaties: dicht onder de kust ten noorden van west-tot midden Terschelling en verder uit de kust ten noorden van Ameland (figuur 6, boven). Jonge *Spisula* had zich met name gevestigd náást de oude. Ten noorden van Terschelling lag het zwaartepunt van hun verspreiding iets noordelijker dan dat van de vorige generatie, en bij Ameland had de jonge *Spisula* zich ten westen van de oude bank gevestigd (figuur 6, midden).

In februari konden de *Spisula* banken door zware ijsgang niet worden bereikt. Er spoelden tijdens de vorstperiode miljarden levende, stervende en dode *Spisula*'s aan op de stranden van Terschelling en Ameland (med. A. Oosterbaan, Ecomare); er was dus sprake van grootschalige sterfte. Nadat het ijs was verdwenen, werd op 26 en 27 maart de balans opgemaakt. De oude generatie *Spisula* bleek geheel te zijn afgestorven. Bij Terschelling, waar de bank oude *Spisula*'s zich dicht onder de kust bevond, werd niets terug gevonden. Blijkbaar zijn deze dieren onder invloed van de vorst dood of levend op het strand gespoeld. Van de bank volwassen *Spisula* bij Ameland die zich op dieper water verder uit de kust bevond waren nog resten aanwezig, dat wil zeggen veel schelpen zaten nog in de grond maar de dieren waren dood en hun vlees zat rottend in de schelpen. Ook van de jonge generatie *Spisula* was het grootste deel dood of verdwenen. Zowel bij west Terschelling als bij west Ameland zaten echter nog kleine aantallen min of meer levend in de bodem (figuur 6, onder).

## Jonge *Spisula*

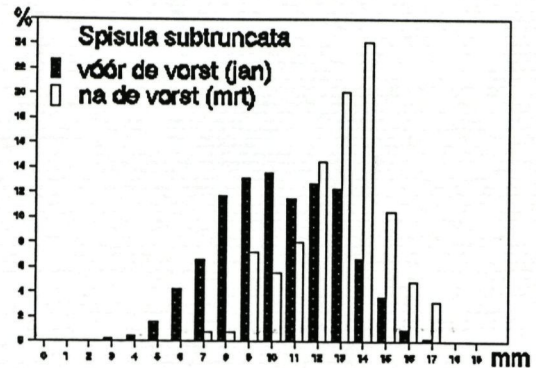


## Oude *Spisula*



Figuur 4. Abundantie van jonge en oude *Spisula subtruncata* en hun grootte verdeling ten noorden van de wadden, december 1995

De overlevende jonge *Spisula*'s waren gemiddeld groter dan vlak vóór de vorst. Gemiddeld waren ze in maart  $12.82 \pm 2.00$  mm lang ( $n = 124$ ) tegen  $10.39 \pm 2.55$  mm ( $n = 1892$ ), een statistisch significant verschil (t-test:  $t = 10.40$ ,  $P < 0.001$ , zie figuur 5). Omdat aangenomen mag worden, dat er tijdens de periode van zeer lage temperaturen geen groei van schelp-lengte is opgetreden moet er sprake zijn geweest van selectieve overleving, dat wil zeggen dat de kleinere individuen een relatief hoge sterfte vertoont moeten hebben.



Figuur 5. Grootte verdeling van jonge *Spisula*'s vóór en na de vorst, respectievelijk in januari en maart 1996.

#### 4.1.3. Maart 1996: Noord-Holland

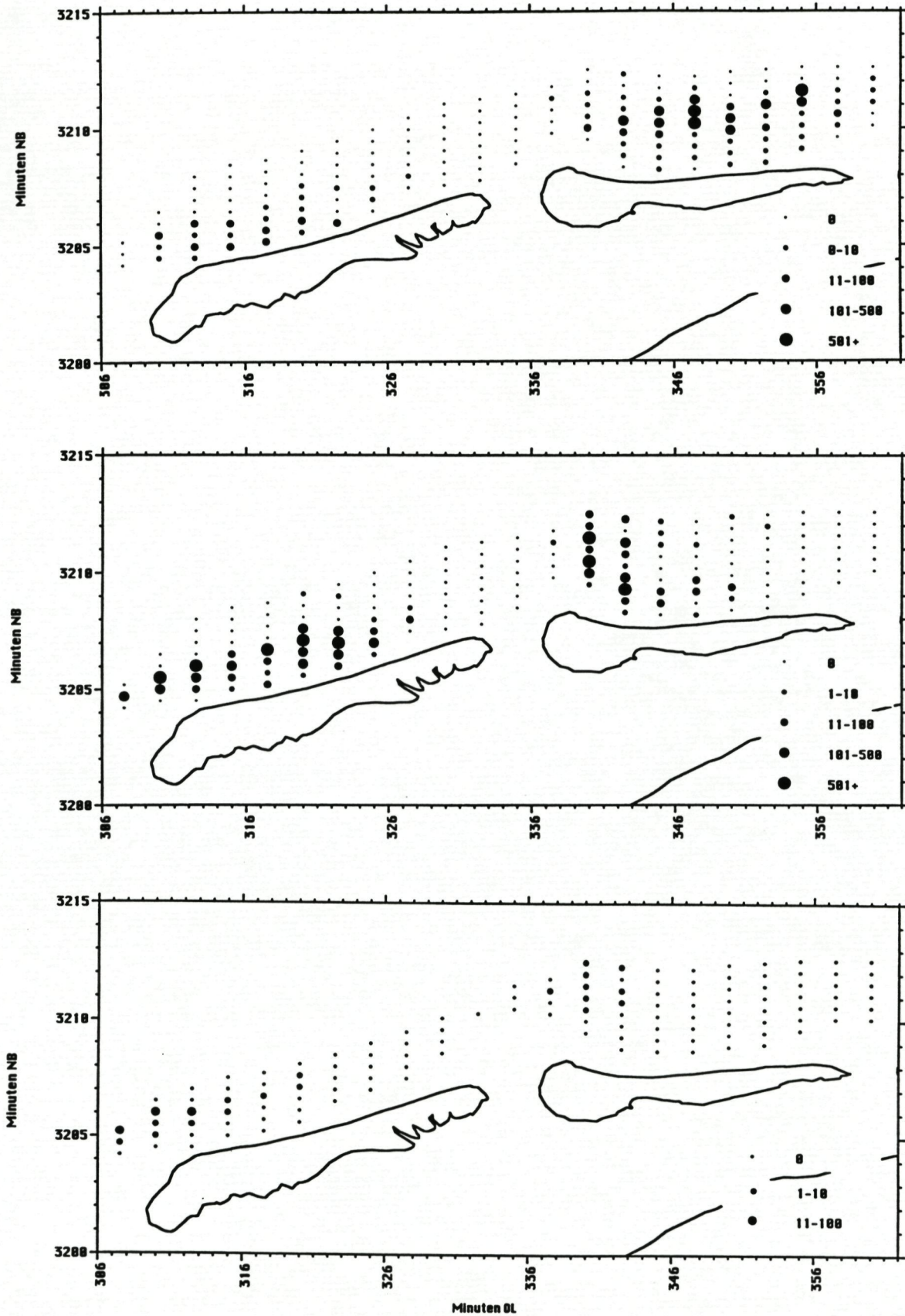
In maart werden 11 raaien van 13 punten elk (143 punten) bemonsterd in de kustzone van Egmond aan zee tot aan Callantsoog. In dit gebied werd veel *Spisula* aangetroffen, evenals bij de eilanden in twee grootte-categorieën. Oude *Spisula* ( $> 17.5$  mm, mediaan 25 mm) lag in een bank ter hoogte van Bergen aan Zee, ongeveer 5 km uit de kust. Deze bank was ruwweg 4 mijl (7.4 km) lang en 2.5 mijl (4.6 km) breed (figuur 7). De dichtheden liepen op tot meer dan 1000 per  $m^2$ . Jonge *Spisula* ( $< 17.5$  mm, mediaan 10 mm) had zich, ook net als bij de eilanden, gevestigd naast de oudere generatie. Ten noordwesten, westen en zuidwesten van de bank oude dieren bevond zich veel broed. Hiermee was de situatie vergelijkbaar met die van bij de eilanden: oude *Spisula* in een bank op ondiep water, dicht onder de kust en jonge *Spisula* in een bank op dieper water, verder uit de kust.

#### 4.1.4. April 1996: Noord-Holland

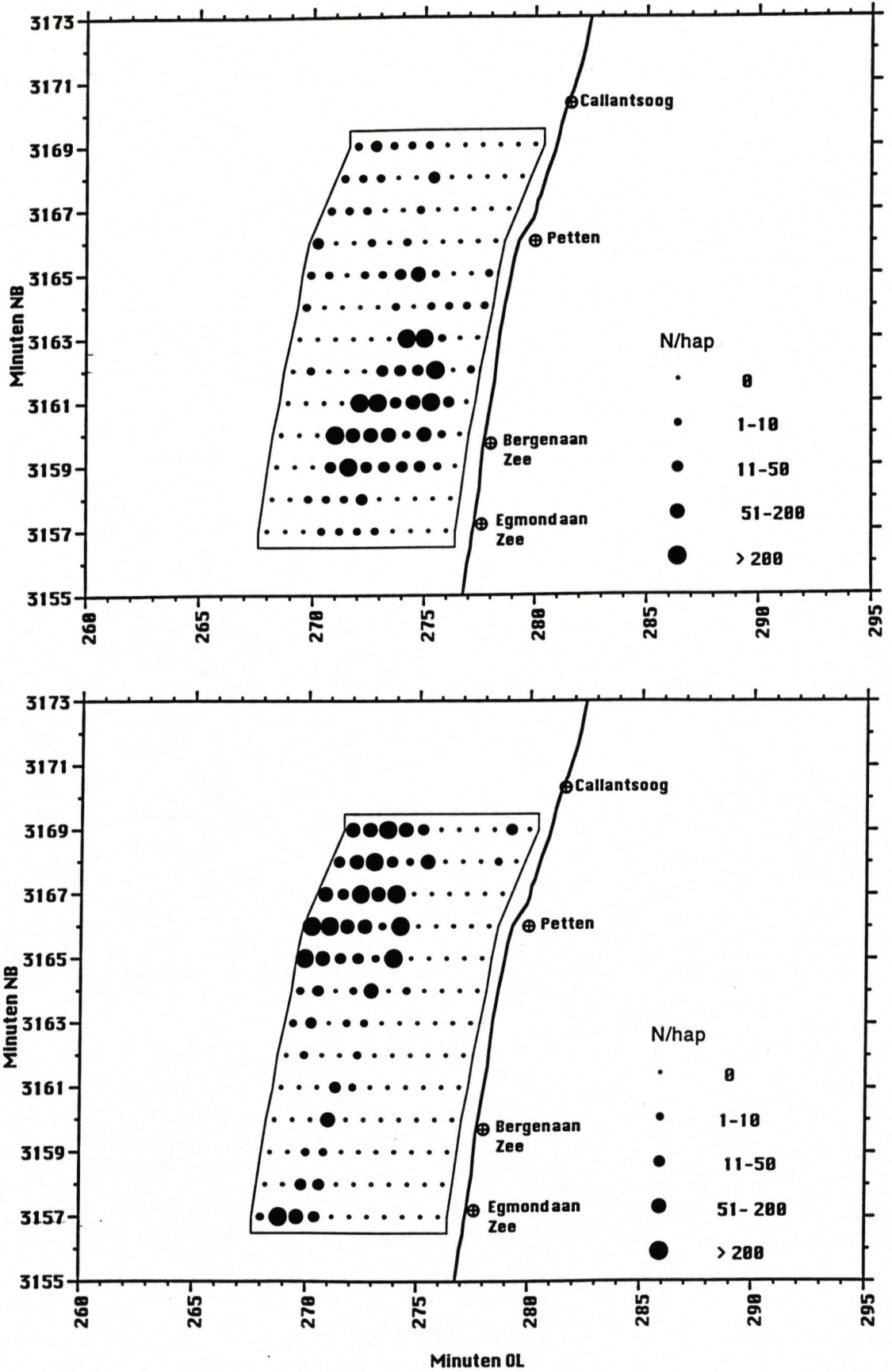
In maart was het beeld van de verspreiding van de *Spisula* nog ongewijzigd (figuur 8). De bank oude *Spisula* bij Bergen viel volledig binnen het bemonsterde gebied, maar die van de jonge *Spisula* strekte zich uit tot buiten dit gebied, zo bleek al in maart. Om deze reden is het bemonsterde gebied in april zeewaarts uitgebreid, maar ook met drie extra monsterpunten per raai (het maximaal haalbare binnen de beschikbare vaartijd), werd de grens van de bank van de jonge *Spisula* niet bereikt.

#### 4.1.5. Mei 1996: Noord-Holland

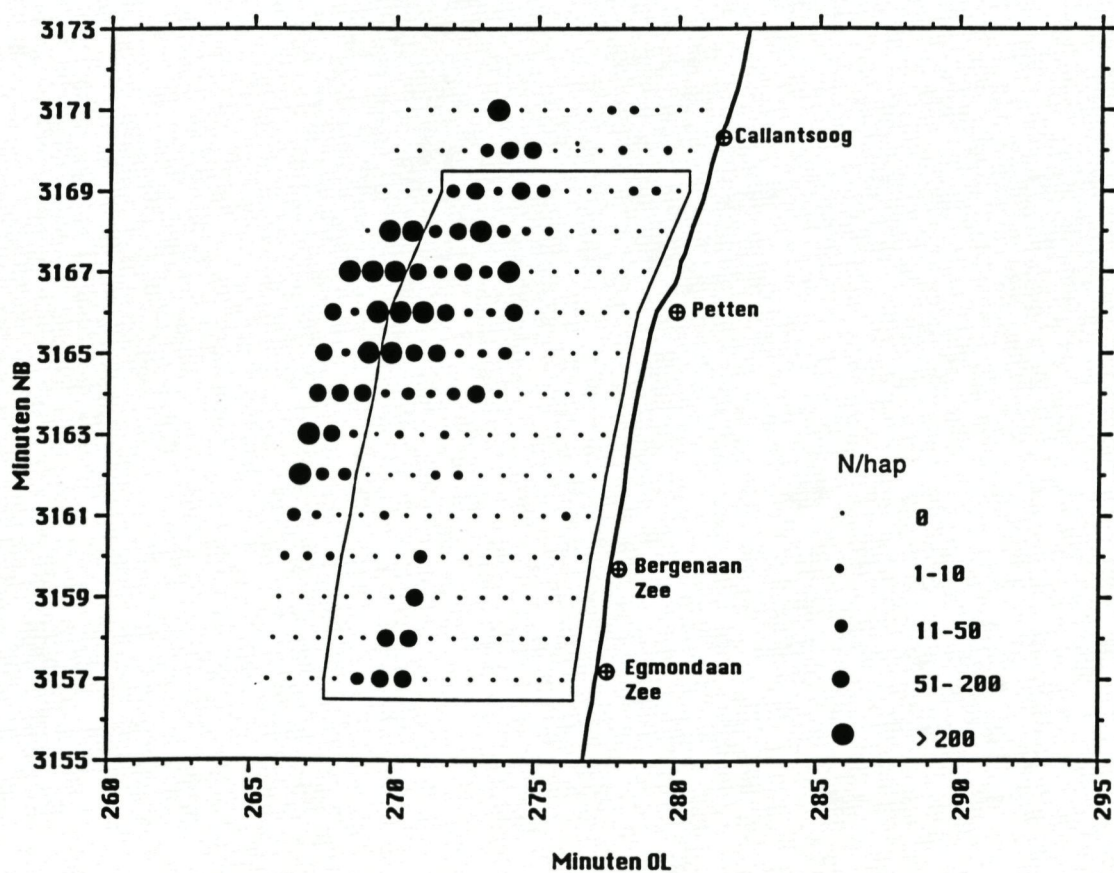
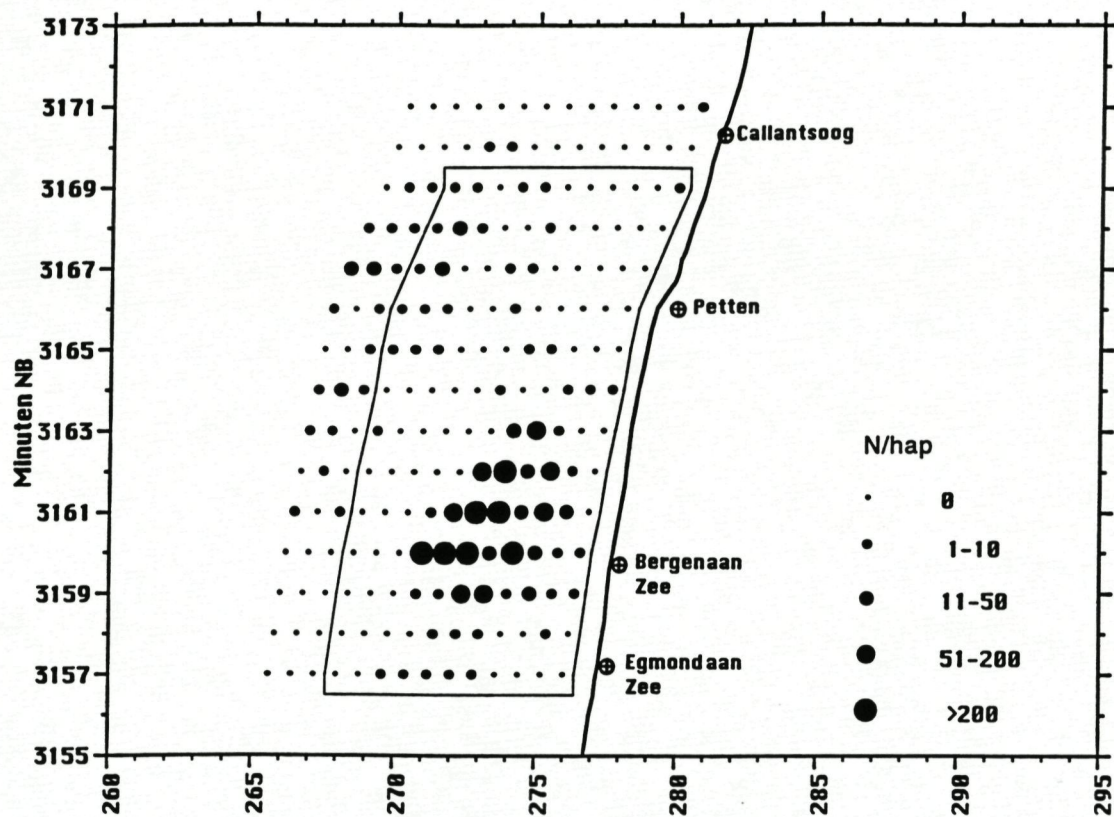
In mei leek de *Spisula* verspreiding nog steeds sterk op die van april en maart (figuur 9). Naast de eenden was er een andere consument in het gebied neergestreken: tijdens de survey in mei hadden we gezelschap van een *Spisula* visser (de HA-38) en ten zuidoosten van Texel waren in mei steeds ten minste twee andere *Spisula*-schepen hun vangsten aan het koken. Waar deze vangsten vandaan kwamen is echter niet bekend, evenmin als de omvang van de vangsten. De grootte verdeling van de oude *Spisula*'s veranderde tussen maart en mei niet. De mediane grootte was steeds 25 mm (figuur 10).



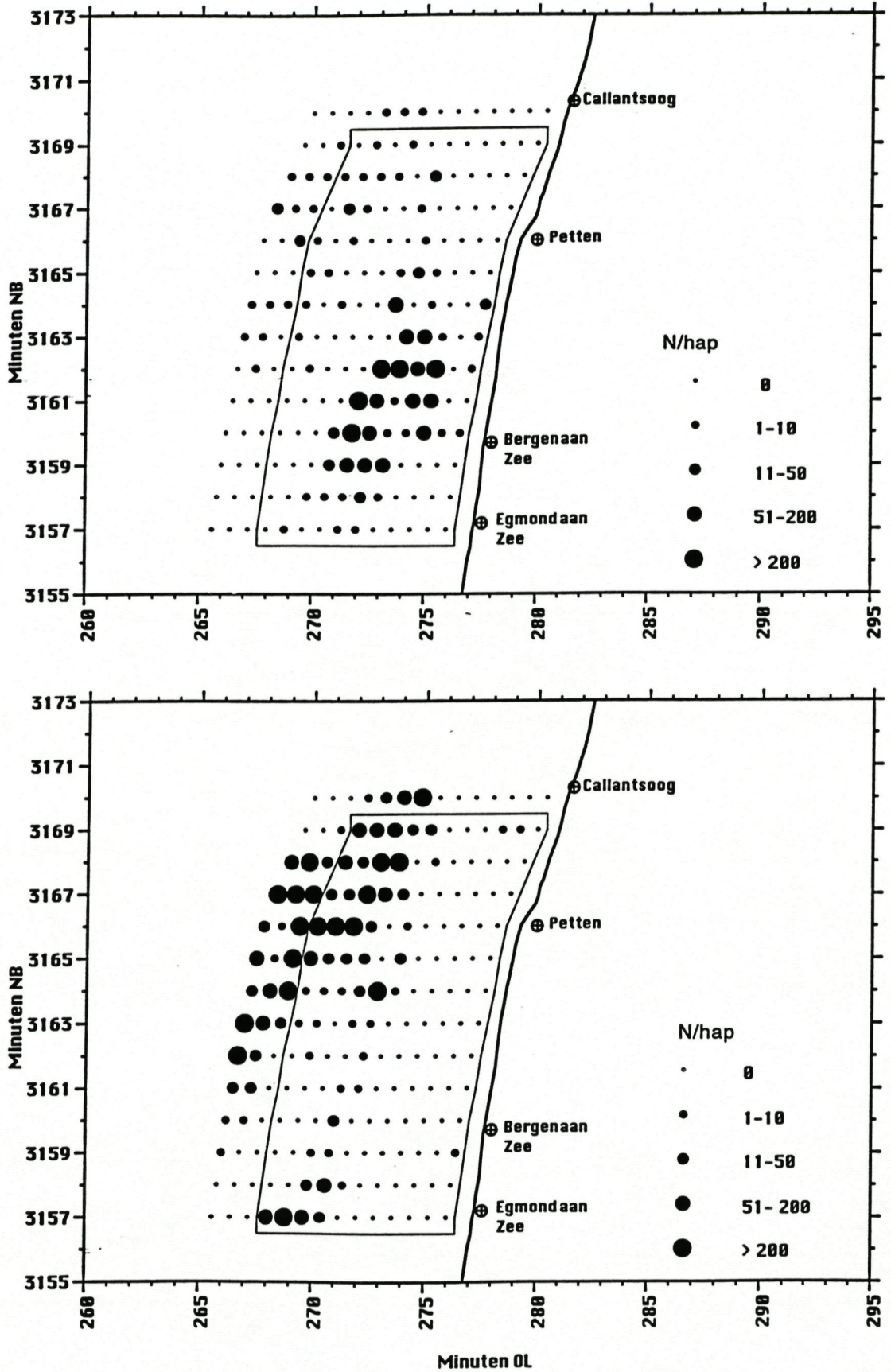
Figuur 6. Abundantie en verspreiding van oude en jonge *Spisula subtruncata* ten noorden van de wadden in januari 1996 (boven en midden), en van overlevende jonge dieren in maart (onder).



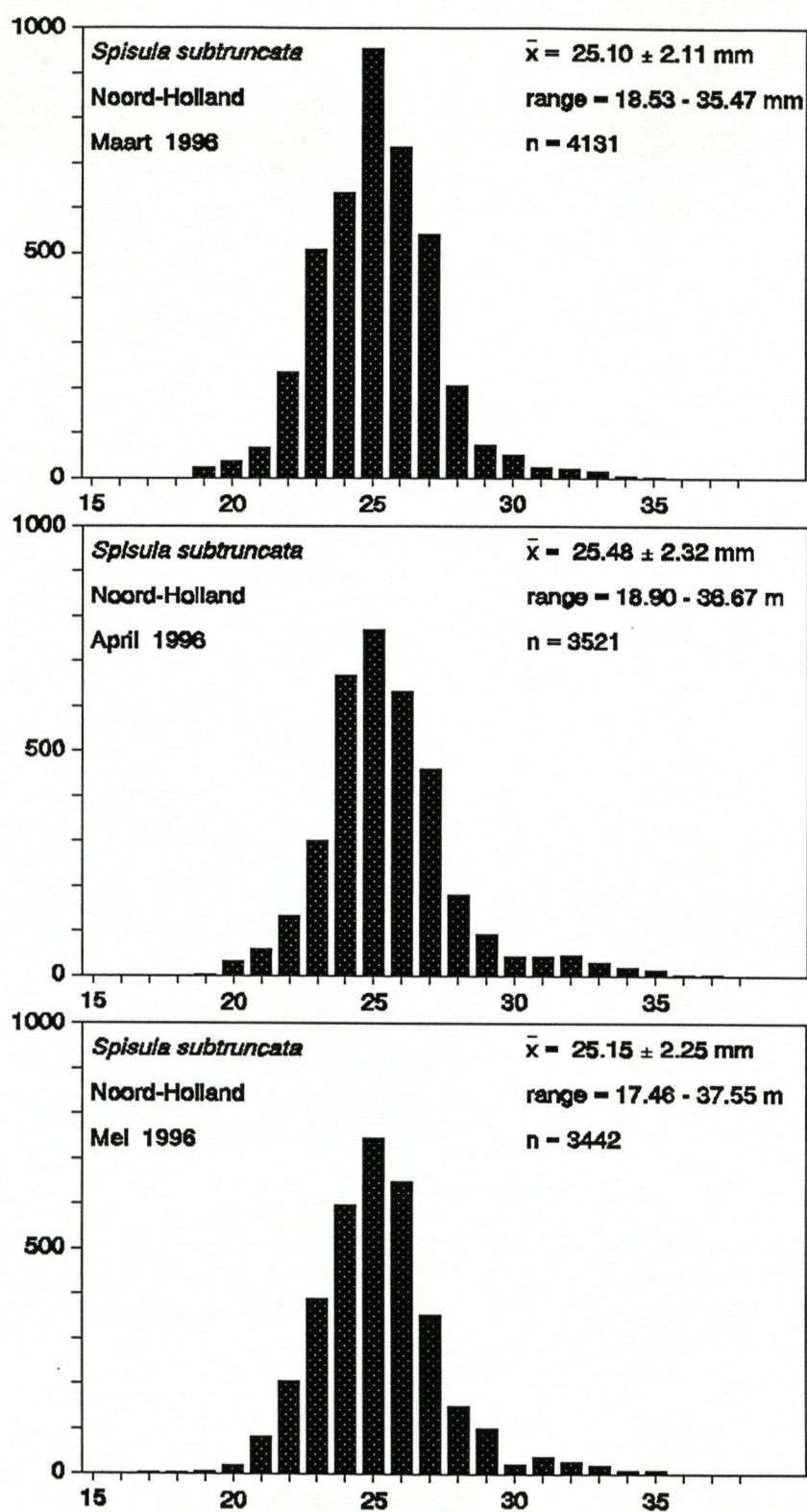
Figuur 7. Abundantie en verspreiding van oude grote (boven) en jonge *Spisula subtruncata* voor de kust van Noord-Holland in maart 1996.



Figuur 8. Abundantie en verspreiding van oude grote (boven) en jonge *Spisula subtruncata* voor de kust van Noord-Holland in april 1996.



Figuur 9. Abundantie en verspreiding van oude grote (boven) en jonge *Spisula subtruncata* voor de kust van Noord-Holland in mei 1996.



Figuur 10. Grootte verdelingen van de oude *Spisula* voor de kust van Noord-Holland in maart, april en mei 1996.

#### 4.1.6. Bestandsschattingen

Op grond van de opeenvolgende bemonsteringen zijn schattingen gemaakt van de aanwezige aantallen oude en jonge *Spisula's* (Tabel 2). Voor Noord-Holland geldt, dat de bank oude *Spisula's* voor Bergen aan Zee volledig door het programma werd gedekt. De bank jonge *Spisula's* was echter zowel naar het noordwesten als naar het zuidwesten uitgestrekter dan het bemonsterde gebied. Als index voor de abundantie is steeds het aantal binnen het primaire bemonsteringsgebied (maart survey) aangehouden: dit is het omliggende gebied in de figuren 7 tot 9.

Tabel 2. De aantallen, met 90% betrouwbaarheidsintervallen (in miljoenen) oude en jonge *Spisula's* tijdens de bemonsteringen binnen de onderzochte gebieden. mm geeft de mediane schelpenlengte, n geeft het aantal monsterpunten, gebruikt voor de schatting. Tonnen vlees betreft asvrij drooggewicht. NB: voor de locatie Noord-Holland zijn alleen de punten binnen het primaire bemonsteringsgebied (omlijnd in figuren 7 tot 9) gebruikt voor de bestandsschattingen.

	Aantal*10 <sup>-6</sup>	mm	90% Bet. Int.	n	tonnen vlees
<b>Eilanden:</b>					
Jan - groot	76932	24	42588 - 111275	125	7374
Jan - klein	149383	10	84615 - 214150	125	543
Mrt - groot	0	-	-	125	0
Mrt - klein	1679	13	794 - 2563	125	10
<b>Noord-Holland:</b>					
Mrt - groot	36289	25	21413 - 51166	143	3106
Mrt - klein	51926	10	31818 - 72034	143	377
Apr - groot	30043	25	17587 - 42500	143	2997
Apr - klein	36289	10	20553 - 52025	143	296
Mei - groot	29244	25	17193 - 41294	143	3280
Mei - klein	39012	10	22505 - 55519	143	628

#### 4.1.7. Vleesinhoud en hoeveelheid aanwezige biomassa

Om de hoeveelheden aanwezige individuen van *Spisula* om te kunnen rekenen naar hoeveelheden vlees (benutbare biomassa voor eenden) zijn lengte-gewicht relaties gemaakt voor de banken die in hun totaal zijn bemonsterd. Dit betreft de oude en jonge *Spisula* bij de eilanden in januari en maart en de oude *Spisula* bij Noord-Holland in maart, april en mei. Voor de kleine *Spisula* bij Noord-Holland had het bepalen van deze relaties geen zin: de totale hoeveelheid kleine *Spisula* in het gebied kon niet goed bepaald worden omdat de banken van dieren van deze jaarklasse zich tot buiten het bemonsterde gebied uitstrekten. Voor de eilanden is de relatie lengte-vleesinhoud bepaald voor de totale range van lengtes (figuur 11, boven) en vervolgens, omdat bleek dat de vleesinhoud van de jonge dieren relatief laag was, afzonderlijk voor jonge en oude *Spisula* (figuur 11, midden). In maart werden alleen jonge *Spisula's* overlevend teruggevonden bij de eilanden en kon worden volstaan met één relatie (figuur 11, onder). Voor

Noord-Holland zijn alleen de relaties vleesinhoud-lengte gegeven, voor maart, april en mei (figuur 12). Hierbij valt op, dat er in het voorjaar, van maart tot mei, een gestage toename is van de vleesinhoud. Hiermee werd rekening gehouden bij het berekenen van de maandelijks aanwezige vlees in het gebied (Tabel 2), door steeds het product te nemen van: aantal schelpen \* vleesinhoud bij mediane lengte. Gekozen is voor mediane lengte omdat de gemiddelde lengte kleine variaties ('achter de komma') vertoont, die in de tijd niet in dezelfde richting gaan. Afgerond op hele mm zijn mediaan en gemiddelde overigens steeds gelijk, namelijk 25 mm (figuur 12).

Tabel 2 laat zien, dat de voorraden oude *Spisula's* bij de eilanden aanvankelijk ongeveer twee keer zo hoog was als bij Petten. De hoeveelheden jonge aanwas waren (in vleeshoeveelheden) relatief gering. Deze varieerden van 7.4% van de hoeveelheid oude dieren bij de eilanden (voor de vorst) tot 10-20% bij Noord-Holland. De laatste schattingen zijn relatief onbetrouwbaar omdat geen aparte lengte-gewicht relatie beschikbaar was en omdat de aantallen jonge dieren niet goed konden worden bepaald: mogelijk waren de voorraden kleine *Spisula* bij Noord-Holland twee keer zo groot. Toch is wel duidelijk, dat ook hier de hoeveelheid beschikbaar vlees van oude dieren relatief groot was, ook doordat veel van de jonge *Spisula* op grotere diepten (circa 20 m) voorkwam (figuur 7-9).

Een tweede punt dat uit Tabel 2 naar voren komt is, dat de betrouwbaarheidsintervallen rond de schatting dermate breed zijn, dat opeenvolgende schattingen steeds binnen elkaars gebied vallen. Dit betekent, dat de verschillende schattingen in feite niet van elkaar verschillend en dat met de gehanteerde methoden, in een relatief groot veld *Spisula's* en relatief kleine aantallen eendagen en visserij-inspanning geen dramatische veranderingen in het *Spisula* bestand gevonden werden (zie ook figuur 22).

Een derde punt is, dat eventuele verliezen aan aantallen oude *Spisula's* (circa 20% 'verschil' tussen de schattingen voor maart en mei) gecompenseerd werden door de groei van de vleesinhoud (zie ook figuur 12).

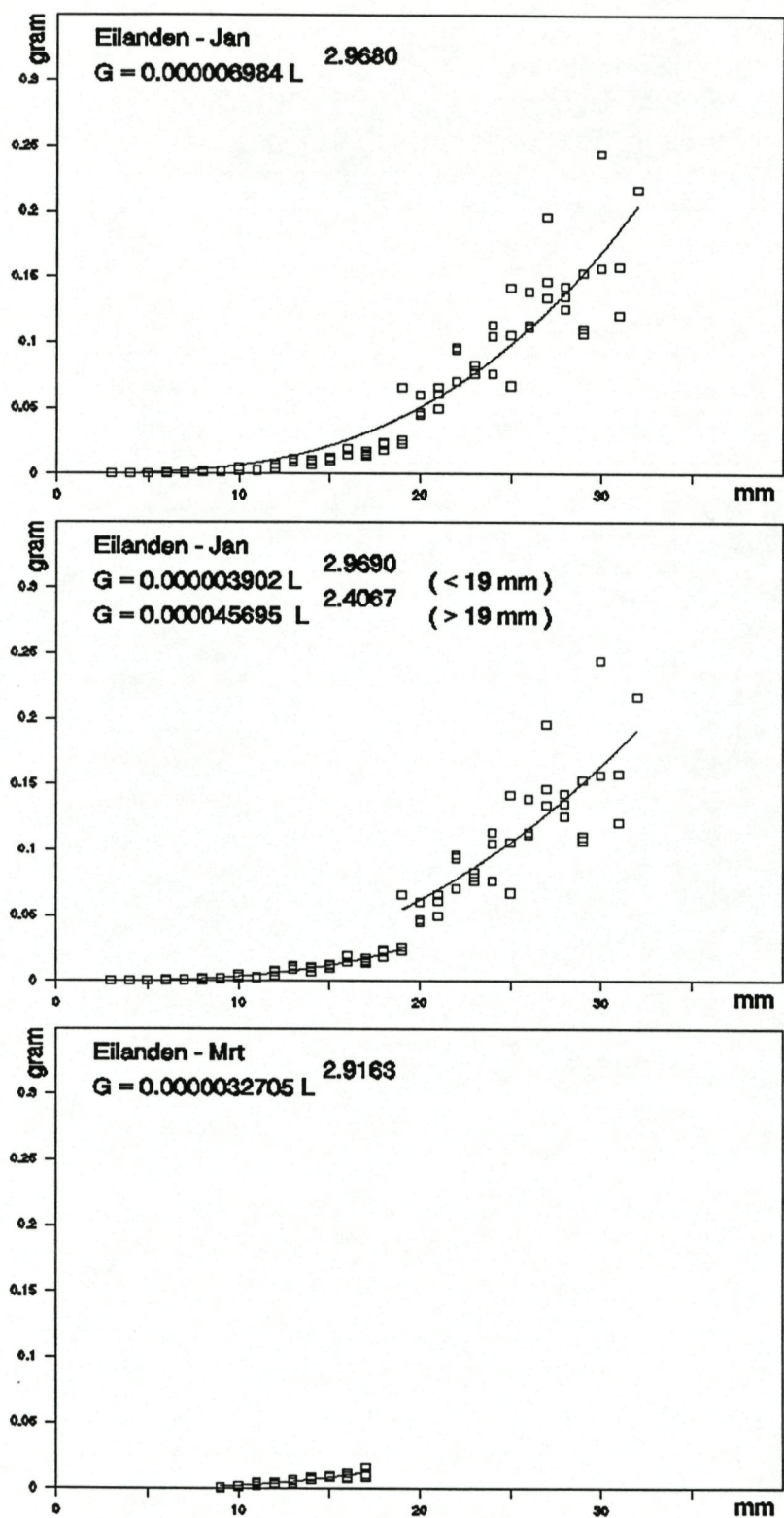
#### 4.1.8. Alternatieve prooien

Andere soorten tweekleppigen, slakken of andere ongewervelden kwamen op of rond de *Spisula*banken niet voor in biomassa's die voor de eenden te exploiteren waren. De meest algemene soorten andere schelpdieren in de kuststrook ten noorden van de eilanden (vóór de vorst) waren de Amerikaanse zwaardschede *Ensis directus/americanus*, waarvan jonge dieren in hoge dichtheden voorkwamen in een klein gebied bij westelijk Terschelling, en nonnetjes *Macoma balthica*, zaagjes *Donax vittatus*, en twee soorten platschelpen (*Tellina tenuis* en *T. fabula*) wijd verspreid over het hele gebied (zie voor kaartjes bijlage 1). Op sommige locaties binnen het studiegebied waren tepelhorens *Natica alderi* of zeeklitten *Echinocardium cordatum* in januari tamelijk algemeen.

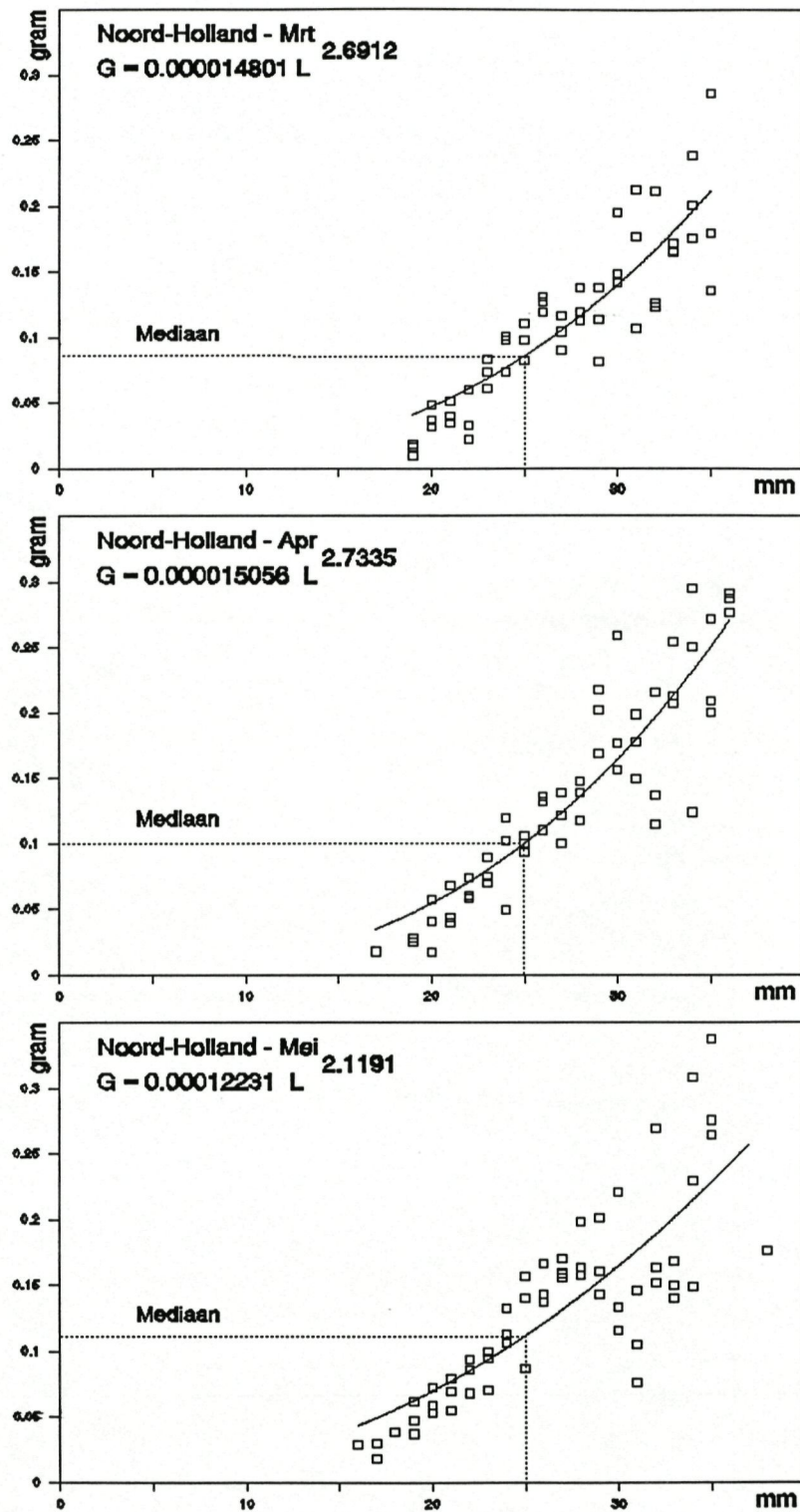
Na de vorst werden bij de eilanden de nonnetjes (een noordelijke soort!) en in iets mindere mate de zwaardscheden in min of meer gelijke aantallen terugge-

vonden. Daarnaast had slechts een enkele tere plaatschelp (*T. tenuis*) de vorst bij de eilanden overleefd. Van het zaagje en de rechtsgestreepte plaatschelp (*T. fabula*) werd geen enkel individu teruggevonden in maart en ook van de soorten die al in januari schaars waren, zoals de witte dunschaal (*Abra alba*), de grote strandschelp *Mactra corallina*, de venusschelp *Venus striatula*, de heremietkreeft *Eupagurus benhardii* werden geen exemplaren meer aangetroffen. Van de voorheen lokaal algemene tepelhoren en zeeklit werd nog 1, respectievelijk 2 exemplaren in de maart-monsters gevonden.

Bij Noord-Holland werden in maart ook geen hoge dichtheden van bovengenoemde soorten gevonden (bijlage 1). Van dit gebied ontbreekt een bemonstering van vóór de vorst, waardoor niet kan worden vastgesteld of hier sterfte door de koude heeft plaatsgevonden. Alleen jonge Amerikaanse zwaardscheden werden in vrij hoge dichtheden en over het hele gebied gevonden. Dichtheden van andere soorten waren over het algemeen lager dan in januari bij de eilanden. Afgezien wellicht van jonge *Ensis*, zullen de eenden niet hebben kunnen profiteren van andere soorten schelpdieren dan *Spisula subtruncata*.



Figuur 11. Lengte-vleesgewicht relaties voor *Spisula subtruncata* ten noorden van de Wadden in januari (boven en midden) en in maart 1996 (onder).

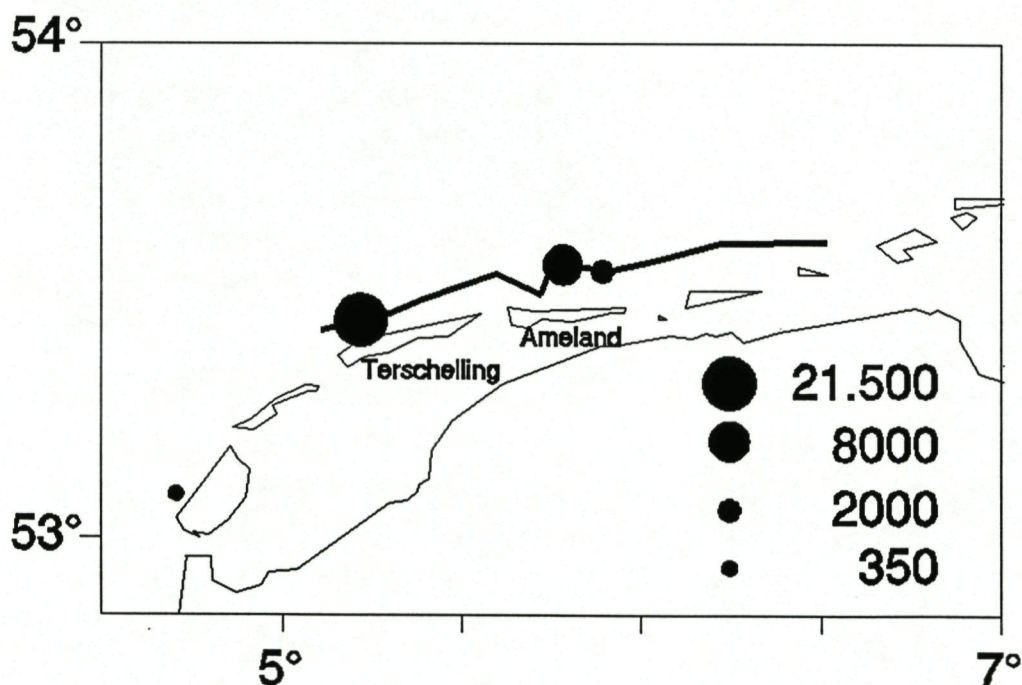


Figuur 12. Lengte-vleesgewicht relaties voor *Spisula subtruncata* voor de kust van Noord-Holland in maart, april en mei 1996. Het vleesgewicht voor een dier met een mediane schelpenlengte van 25 mm is steeds aangegeven.

## 4.2. Aantallen eenden in de kustzone

### 4.2.1. *pilot survey*: telling december 1995

Tijdens de eerste eendentelling (13 december) werd de kustzone van Terschelling tot Rottum bestreken. Er werden twee concentraties Zwarte Zee-eenden gevonden (figuur 13): bij Terschelling 21.500 Zwarte Zee-eenden en bij Ameland 10.000. Tussen de Zwarte Zee-eenden werden bij Terschelling bovendien nog 500 Grote Zee-eenden en 3300 Eidereenden aangetroffen, terwijl er bij Ameland verder alleen 50 Grote Zee-eenden werden opgemerkt. Een week eerder werden door RIKZ alleen bij Terschelling Zwarte Zee-eenden gevonden (34.300, RIKZ, in brief). De vraag was dus, in hoeverre de locatie Ameland van wezenlijk belang zou zijn voor de eenden. Onze telling op 13 december vond 's morgens plaats; diezelfde dag werden 's middags de eenden opnieuw vanuit de lucht geteld door RIKZ, en deze tellers waren op de hoogte van onze bevindingen van die ochtend. Uit de lucht waren opnieuw alleen bij Terschelling (ca. 34.000) Zwarte Zee-eenden geteld. Bij Ameland werden, ondanks zoeken, geen eenden gevonden. We concluderen daarom, dat er sprake was van een groep van in totaal 31.500-34000 Zwarte Zee-eenden, die zich bij voorkeur bij Terschelling ophouden, maar die soms kunnen uitwijken naar Ameland. Elders werden vanuit de lucht alleen kleine groepjes bij Texel (350) en in de Voordelta (1800) gezien.



Figuur 13. Aantallen Zwarte Zee-eenden ten noorden van de wadden in december 1995, op grond van boot- en vliegtuigtellingen. De lijn (in deze en volgende figuren) geeft het gevaren traject aan. Voor Grote Zee-eenden en Eiders: zie tekst.

#### 4.2.2. januari 1996

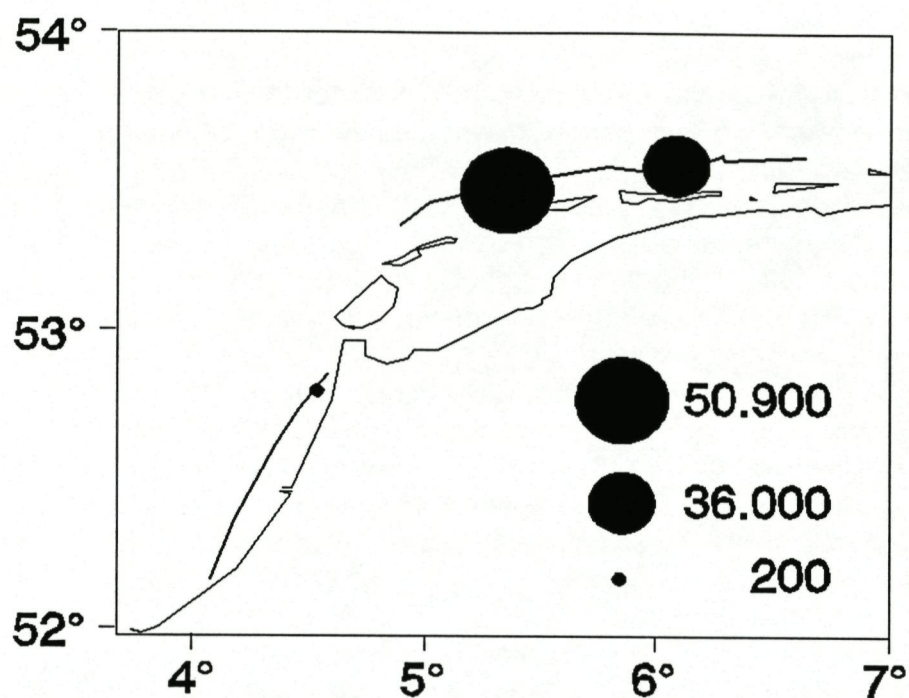
Ten noorden van de eilanden werden eenden geteld op 9, 10 en 11 januari, maar op geen enkele dag kon het gebied in zijn geheel worden bestreken. Op 9 januari werden onder goede omstandigheden bij Terschelling in totaal 50.900 Zwarte Zee-eenden, 300 Grote Zee-eenden, 21.000 Eidereenden en 70 Topper-eenden geteld. Vervolgens werden er bij Ameland, onder verslechterende omstandigheden, 15.400 Zwarte en 95 Grote Zee-eenden gezien.

Op 10 januari werd daarom de groep eenden bij Ameland opnieuw bezocht, nu onder goede weersomstandigheden, met als resultaat 36.000 Zwarte en 600 Grote Zee-eenden. Bij Schiermonnikoog en Rottum werden geen eenden gevonden. Op 11 januari werden de eenden bij Terschelling opnieuw geteld. De vogels zaten in een langgerekte band dicht onder de kust en konden goed geteld worden door er aan de zeezijde langs te varen. Uitkomst: 65.900 Zwarte Zee-eenden, 900 Grote Zee-eenden en 19.000 Eiders. Mogelijk zijn er dicht onder de kust voor west-Terschelling nu wat Eiders gemist. Het grotere aantal Grote Zee-eenden hangt vermoedelijk samen met het betere zicht ten opzichte van de telling van 9 januari. Dit zou ook het hogere aantal Zwarte Zee-eenden kunnen verklaren, al kan import vanuit de locatie Ameland, wellicht onder invloed van oprukkende koude en daarmee gepaard gaand oprukkend ijs, niet worden uitgesloten.

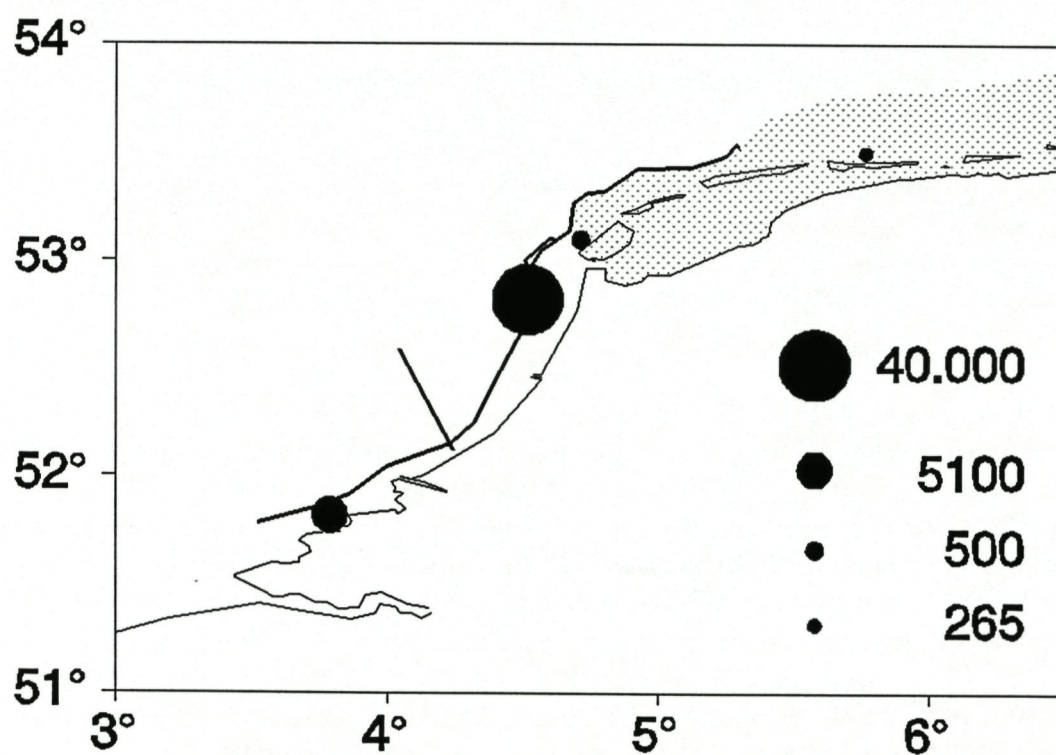
De interpretatie van deze cijfers is niet eenvoudig, temeer daar een telling van RIKZ op 12 januari een heel ander beeld geeft: 26.600 Zwarte Zee-eenden bij Terschelling, en géén eenden bij Ameland. Verder telde men op die dag vanuit de lucht 200 Grote Zee-eenden en 15.340 Eiders bij Terschelling. Ook werden 1800 en 900 Toppereenden vanuit de lucht bij Terschelling en Ameland gezien, iets dat gerelateerd moet zijn geweest aan het dichtvriezen van IJsselmeer en Waddenzee, waar deze eenden onder minder winterse omstandigheden verblijven. Alles wijst er dus op, dat er tijdens, of kort na onze telling totale wegtrek van Ameland en massale wegtrek bij Terschelling heeft plaatsgevonden. Op 21 januari is RIKZ opnieuw in de lucht en blijken de aantallen Zwarte Zee-eenden gestabiliseerd: nu vindt men 28.000 van deze vogels bij Terschelling en opnieuw marginale aantallen (200) bij Ameland.

Voor dit rapport nemen wij aan, dat de tellingen van 9 januari (50.900 Zwarte Zee-eenden bij Terschelling) en 10 januari (36.000 bij Ameland) het beste totaal beeld voor de eerste helft van januari opleveren (figuur 14). Wegtrek vond plaats vanaf 11 januari, eerst vanaf Ameland, wat de hogere aantallen bij Terschelling verklaart, en vervolgens ook bij Terschelling, wat de lage aantallen (26.400-28.000 op de 12<sup>e</sup>, respectievelijk de 21<sup>e</sup>) verklaart.

Concluderend nemen wij aan, dat tot en met 10 januari in totaal 86.900 Zwarte en 900 Grote Zee-eenden hebben gezeten, en 21.000 Eiders. Op 11 januari waren de aantallen gedaald tot respectievelijk: 65.900, 900 en 19.000 en vanaf 12 januari resteerden nog slechts 27.000 Zwarte Zee-eenden bij Terschelling, en 200 Grote Zee-eenden en 15.340 Eiders.



Figuur 14. Aantallen Zwarte Zee-eenden, aanwezig tijdens de scheepstellingen in januari 1996.



Figuur 15. Aantallen Zwarte Zee-eenden in februari 1996, op basis van boot-, vliegtuig- en landtellingen. Met een raster is globaal de bedekking met drijfs op zee weergegeven.

#### 4.2.3. februari 1996

In de maand februari was er strenge vorst, gepaard gaande met exceptioneel zware ijsgang in de Noordzee kustzone ten noorden van de wadden. Als de Smal Agt op 7 februari bij zuid-Texel arriveert, beginnen de ijsvelden. We konden nog net in het zicht van de kust varen en buiten het ijs blijven, eenden werden bij Texel of Vlieland niet gezien (figuur 15). Bij Terschelling was het ijs tijdelijk zeewaarts verplaatst door wind en getij en konden we over het westelijke gedeelte van de *Spisula* bank varen. Er was geen Zwarte Zee-eend meer te vinden en het aantal Eiders bleef beperkt tot 250 stuks. Ameland kon niet worden gehaald: doordat we steeds door 'slush ijs' en soms door velden ijsschotsen voeren, konden we niet op volle kracht varen. De ijsvelden strekten zich uit tot vlak bij de scheepvaartroute, waar we, langzaam met het verkeer in de scheepvaartroute meevarend, moesten overnachten. De zee direct ten noorden van de eilanden had tijdens de survey een watertemperatuur van onder de 1.5 graad onder nul en stond op het punt van bevriezen. Water dat aan dek kwam, bevroor.

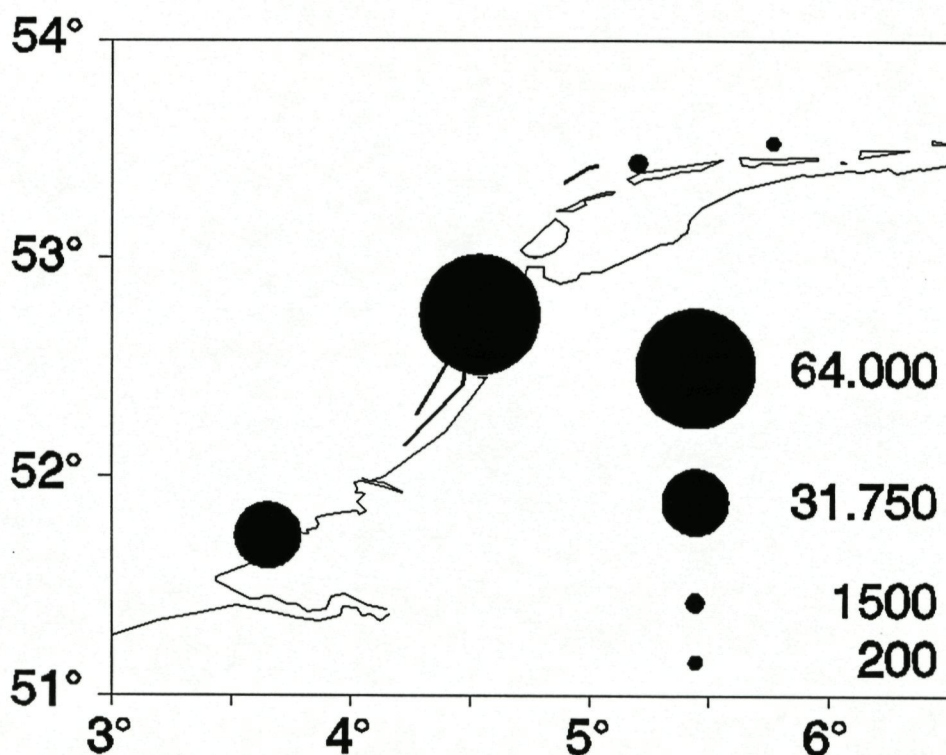
Op 8 februari vroom het overdag 8 graden, na een nacht met -12°C. IJs zat vastgevroren op de boeg van de Smal Agt en op zee lagen onafzienbare ijsvelden. Het ijs strekte zich uit tot in de scheepvaartroute. Ameland en Terschelling waren op geen kilometers te benaderen. Het leek uitgesloten dat hier nog grote aantallen eenden zouden kunnen zitten. RIKZ deed later deze week een telling per vliegtuig. Vanuit de lucht bleken toch nog kleine aantallen eenden in wakken boven de eilanden te verblijven: Bij Ameland telde men 265 Zwarte Zee-eenden en bij Texel 517. Ook de aantallen Eidereenden waren groter dan per schip kon worden vastgesteld: vanuit de lucht ontdekten de tellers bij Terschelling 4200 Eiders en bij Ameland 800 (RIKZ, in brief).

Verder zuidelijk, bij Petten, Noord-Holland bleek een grote groep eenden te zitten, maar zowel vanaf het schip als vanuit de lucht was deze groep moeilijk te tellen. De eenden zaten over een zeer groot gebied verspreid, waardoor vermoedelijk aanzienlijke aantallen gemist zijn. In de week na onze telling krijgen de NZG-zeetrectellers op de Hondsbossche Zeewering door een schip dat de vogels opjaagt de kans om de groep Zwarte Zee-eenden wel goed te tellen. Ze telden 40.000 vogels (med. Nick van der Ham, Nederlandse Zeevogelgroep). Wij beschouwen deze telling als de beste voor dit gebied voor deze maand. Bij Petten zat dus slechts een gedeelte van de eenden die voor de vorst bij de waddeneilanden zaten, veel eenden zijn blijkbaar nog verder zuidelijk getrokken. De Voordelta fungeerde in februari nauwelijks als opvanggebied voor de verdreven eenden: hier werden door RIKZ slechts 5100 Zwarte Zee-eenden aangetroffen bij de februari telling.

#### 4.2.4. maart 1996

In maart was het ijs verdwenen en keerden kleine aantallen eenden terug in de kustzone boven de wadden. Gezien het afsterven van de *Spisula* in het gebied betreft het waarschijnlijk groepjes trekkende of zoekende eenden, die niet lang in het gebied konden verblijven. Bij Terschelling vonden we 1500 Zwarte en 100 Grote Zee-eenden en 70 Eiders; bij Ameland 200 Zwarte en 10 Grote Zee-

eenden en 200 Eiders. Het RIKZ kwam op een vergelijkbaar aantal Zwarte Zee-eenden benoorden de wadden: in totaal 1800 (RIKZ, in brief). De hoofdmacht van de eenden zat in deze maand nog steeds voor de kust van Noord-Holland, maar harde wind en zeer ruime verspreiding van de eenden in dit gebied verhinderen opnieuw goede scheeps- en vliegtuigtellingen. Wij schatten de groep op ten minste 50.000 Zwarte Zee-eenden, RIKZ op 24.000. De zeetrektellers hadden betere mogelijkheden en kwamen op 64.000 Zwarte Zee-eenden in de derde week van maart en ruim 70.000 in de laatste week van deze maand. Deze grote aantallen werden hier tot en met 1 april gezien. Vanaf 2 april resteerden nog slechts kleine aantallen (med. Nick van der Ham, NZG). In maart was er, gezien het verblijf van ruim 30.000 Zwarte Zee-eenden in de Voordelta (med. RIKZ, figuur 16), forse aanvoer van eenden uit het zuiden.



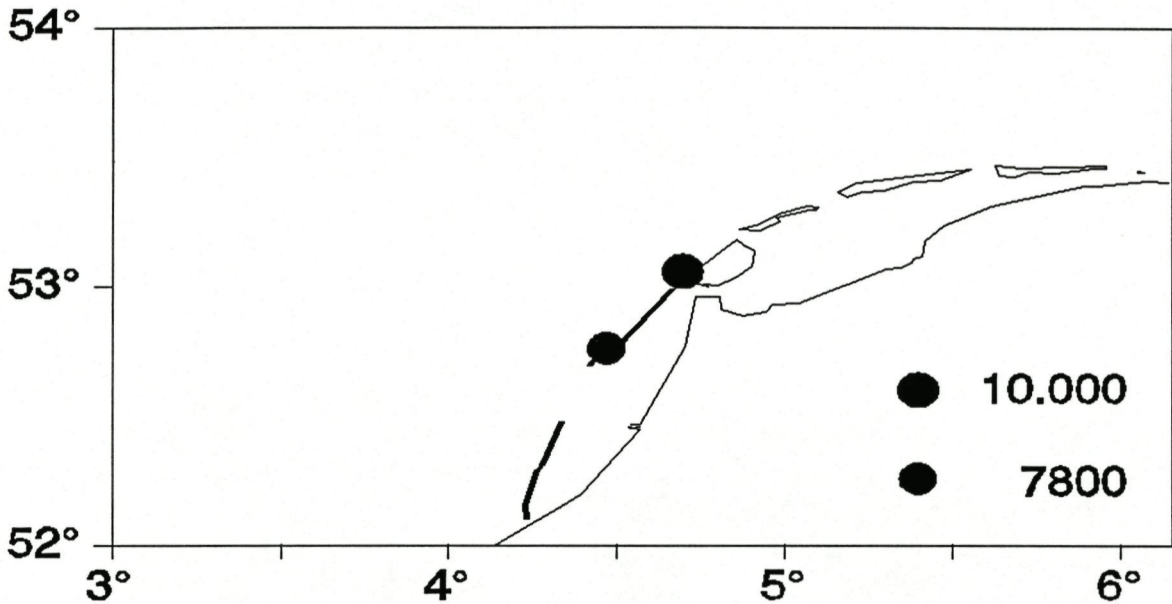
Figuur 16. Aantallen Zwarte Zee-eenden in maart 1996, op basis van boot-, vliegtuig- en landtellingen.

### 2.5. april 1996

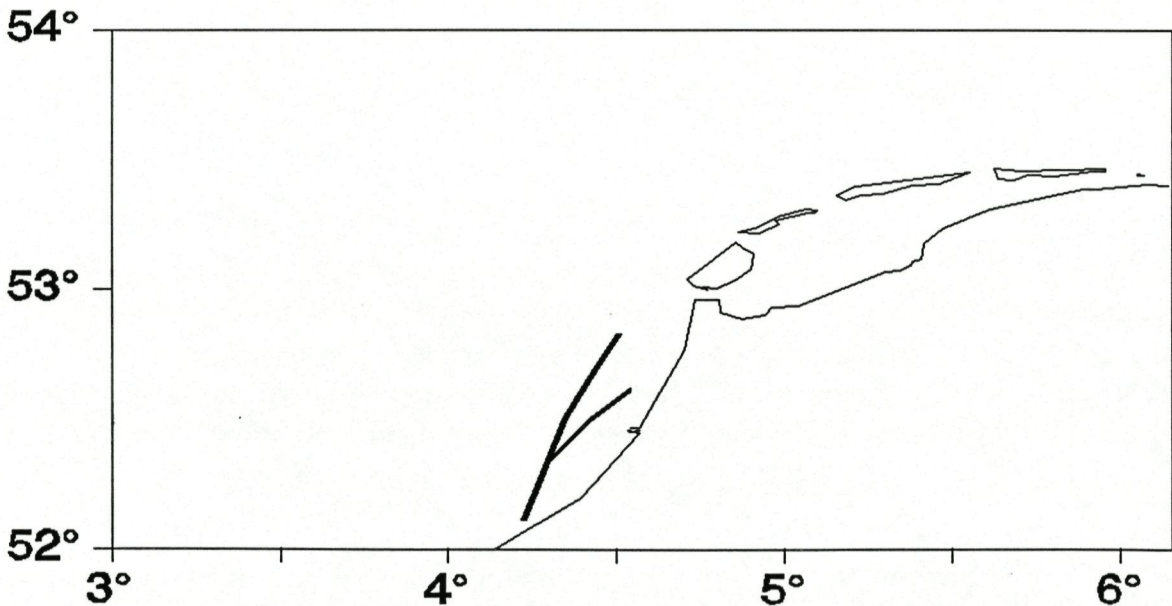
In april werd de kustzone ten noorden van de wadden niet meer met de Smal Agt bezocht. Voor de kust van Noord-Holland vonden wij nog 7800 Zwarte en 85 Grote Zee-eenden op 16 april. Een kleine week later, op 21 april werd bij Texel door leden van Vogelwerkgroep Texel een groep van 'ten minste 10.000 Zwarte Zee-eenden' op zee gezien. Het is onzeker, of dit dezelfde groep betreft, of dat er sprake was van twee groepen in het gebied (figuur 17). RIKZ telde op 19 april 24.000 Zwarte Zee-eenden bij Terschelling, maar gezien het gebrek aan voedsel ter plaatse, moet worden aangenomen, dat dit trekkers waren, die op weg naar het noorden alleen nog even een oude bekende locatie verkenden.

## 4.2.6. mei 1996

In mei wordt alleen de kuststrook van Scheveningen tot aan de *Spisula* bank bij Noord-Holland geteld. Er worden geen eenden meer aangetroffen (figuur 18). Ook tijdens de *Spisula* bemonstering voor de kust van Noord-Holland worden (op 13-15 mei) geen zee-eenden opgemerkt.



Figuur 17. Aantallen Zwarte Zee-eenden bij Petten, Noord-Holland (boottelling) en bij Texel (landtelling) in april 1996.



Figuur 18. Gevaren routes van en naar de *Spisula*-bank bij Petten, Noord-Holland in mei: er werden geen Zwarte Zee-eenden meer aangetroffen.

### 4.3. De predatiedruk van de eenden

De hoeveelheid voedsel, opgenomen door de eenden in het studiegebied, kan berekend worden door de dagelijkse voedselbehoefte per eend te vermenigvuldigen met het aantal 'eenddagen'. Een eenddag is de eenheid van bezetting, te weten het aantal eenden dat dagelijks aanwezig is, gesommeerd over het aantal dagen dat de vogels in een gebied verblijven. Het aantal eenddagen is afgeleid van de opeenvolgende eendentellingen. De dagelijkse voedselbehoeften van de verschillende soorten eenden, de belangrijkste predatoren in deze studie zijn geschat aan de hand van het lichaamsgewicht van de vogels. Bij vogels is er een verband tussen hun massa ( $M$ , in kg) en hun energiebehoefte. Voor niet-zangvogels geldt de volgende relatie (Aschoff & Pohl 1970):

$$\text{BMR} = 307.6M^{0.734}, \text{ waarbij:}$$

BMR het basaalmetabolisme (*Basal Metabolic Rate*) is, in KiloJoules per dag. BMR is de verbruikte hoeveelheid energie in rust, zonder dat er nog voedsel wordt verteerd (lege maag en darm) en in de zogenaamde 'thermoneutrale zone' van de vogel (geen extra energiekosten voor warm houden of afkoelen). Bij het ontplooiën van activiteiten (mechanisch: zwemmen, vliegen, of duiken, dan wel chemisch: voedselverteren, warmhouden) stijgt de hoeveelheid verbruikte energie. Voor duikeenden in de winter wordt geschat, dat de dagelijkse energiebehoefte ongeveer 4.25 BMR is (Nehls 1995, de Leeuw 1997). Een laatste factor is de voedsel-verterings-efficiency: deze wordt voor schelpdier-voedsel geschat op 0.70 (Tasker & Furness 1996). Dit betekent, dat  $100/70 = 1.43$  keer zoveel voedsel wordt gegeten als opgenomen in het lichaam, de rest wordt onbenut weer uitgescheiden. Voor de volgende berekening van de dagelijkse energiebehoefte DEB wordt dus aangehouden:

$$\text{DEB} = 4.25 * 1.43 * \text{BMR} = 6.08 \text{ BMR} = 1870M^{0.734} \text{ KJ}$$

Voor de verschillende soorten eenden in het studiegebied kunnen hiermee de hoeveelheden opgenomen voedsel worden berekend, uitgaande van een gemiddelde energie-inhoud van 21.67 KJ per gram asvrijdrooggewicht (cf. Swennen 1976). Deze schattingen staan gegeven in Tabel 3.

Tabel 3. Hoeveelheid opgenomen voedsel per eend per dag in KiloJoule en in grammen asvrijdrooggewicht *Spisula*-vlees.

Soort eend	Massa	DEB-KJ	DEB-ADW
Zw. Zee-eend ♂	1.294	2258	104.27
Zw. Zee-eend ♀	1.249	2201	101.59
Gr. Zee-eend	1.700	2761	127.39
Eidereend	2.250	3391	156.49

Uitgedrukt in aantallen *Spisula's* betekent dit (Tabel 4-6):

Tabel 4. Aantallen benodigde oude of jonge *Spisula's* per eend per dag ten noorden van de eilanden, uitgaande van een exclusief dieet van één van beide grootte-klassen. NB: verschillen tussen januari en maart worden veroorzaakt door een verschil in gemiddelde vleesinhoud per kleine *Spisula*.

Soort eend	Jan-groot	Jan-klein	Maart-klein
Zw. Zee-eend ♂	1088	28703	17989
Zw. Zee-eend ♀	1060	27966	17526
Gr. Zee-eend	1329	35067	21977
Eidereend	1633	43076	26996

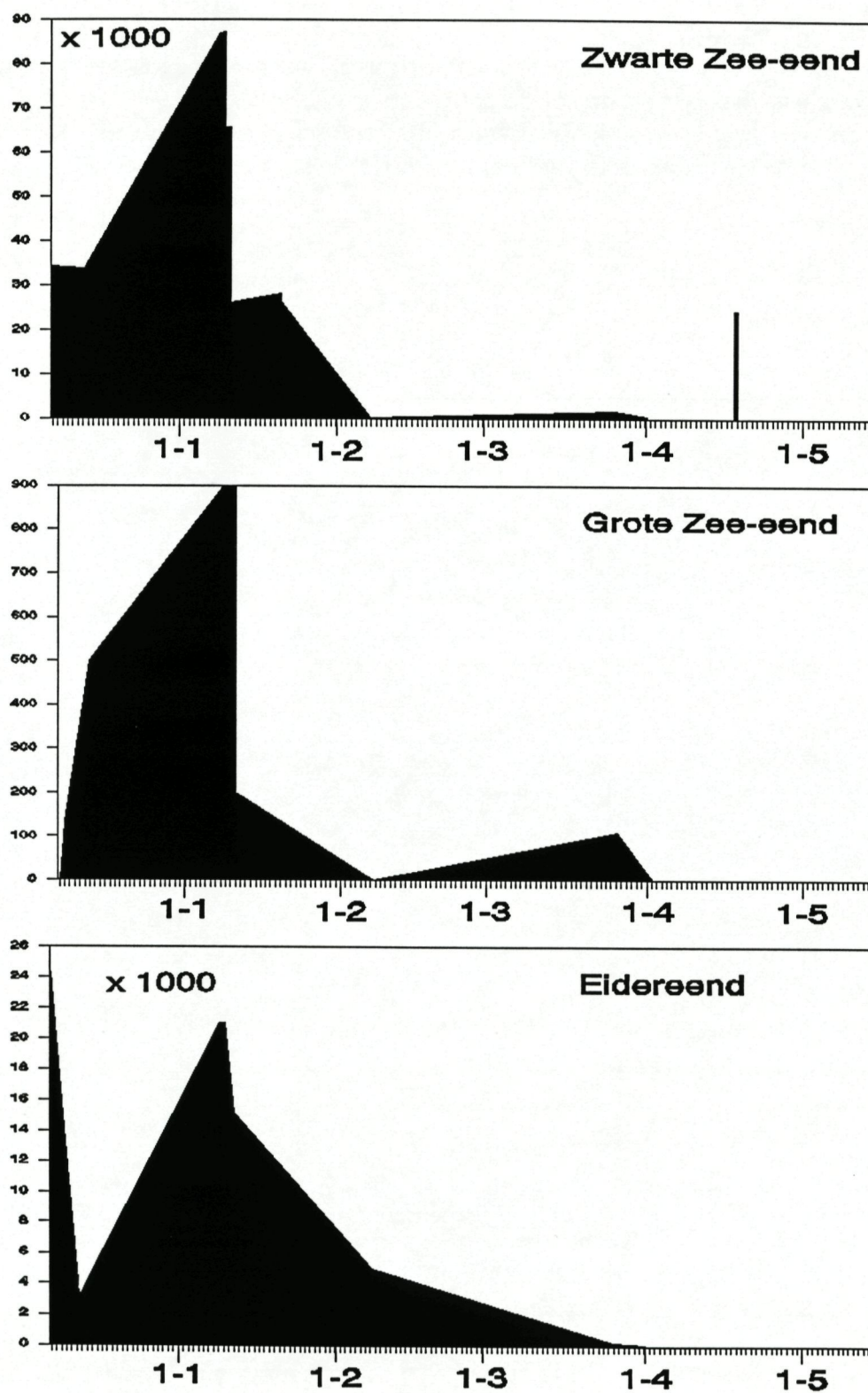
Tabel 5. Aantallen benodigde oude *Spisula's* per eend per dag bij Noord-Holland, uitgaande van een exclusieve voorkeur voor oude (grote) *Spisula*.

Soort eend	Maart	April	Mei
Zw. Zee-eend ♂	1218	1046	930
Zw. Zee-eend ♀	1187	1018	906
Gr. Zee-eend	1489	1277	1136
Eidereend	1829	1569	1395

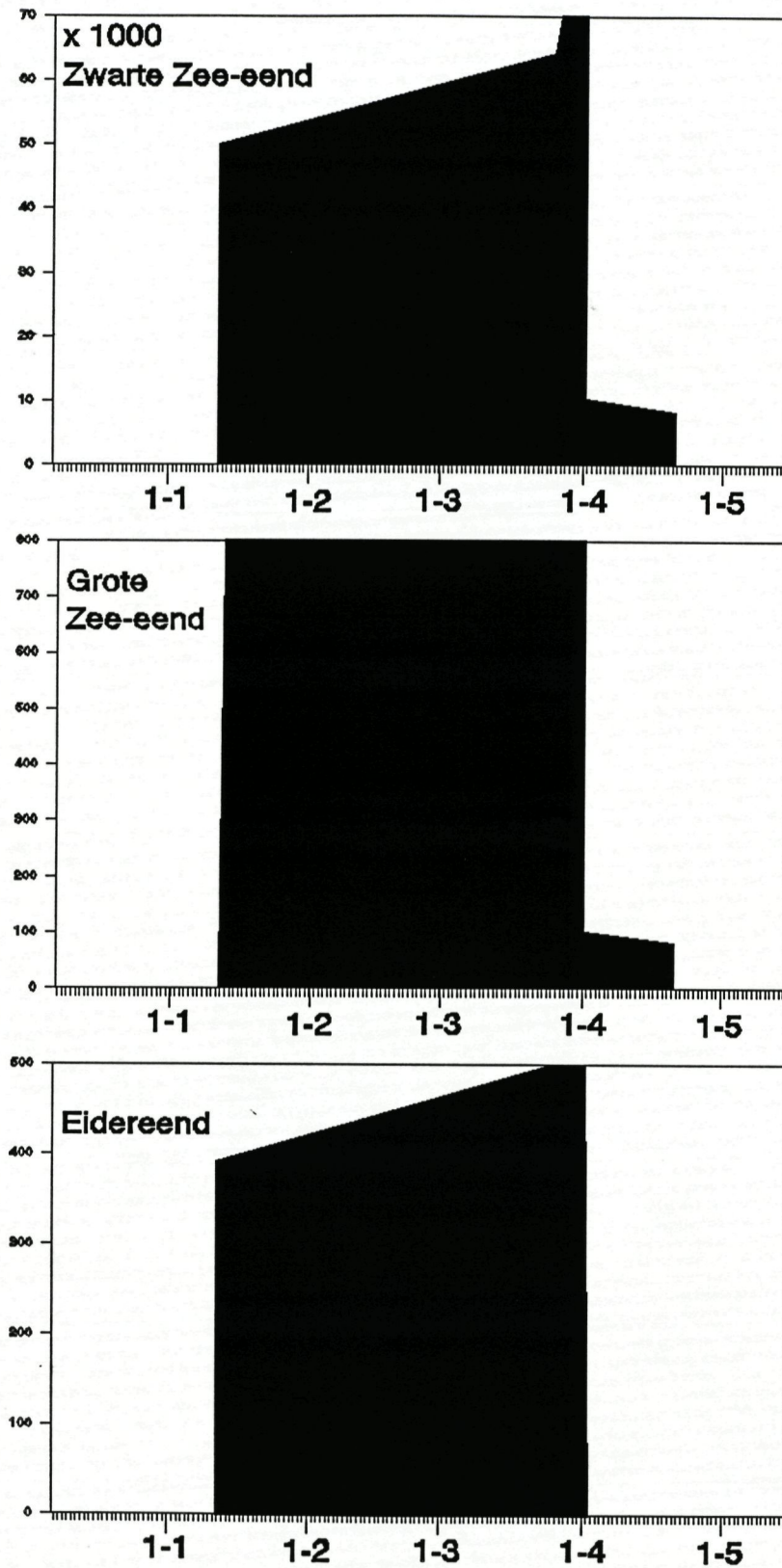
Tabel 6. Aantallen benodigde jonge *Spisula's* per eend per dag bij Noord-Holland, uitgaande van een exclusieve voorkeur voor jonge (kleine) *Spisula*.

Soort eend	Maart	April	Mei
Zw. Zee-eend ♂	14346	12795	6481
Zw. Zee-eend ♀	13977	12466	6314
Gr. Zee-eend	17526	15632	7918
Eidereend	21530	19202	9726

Met bovenstaande cijfers en de aantallen eend-dagen (figuur 19 en 20) kan de totale consumptie van alle eenden samen worden berekend. Dit is gedaan voor de locatie Noord-Holland, waar we beschikken over drie successieve bemonsteringen van de *Spisula*. Voor de locatie ten noorden van de wadden was in feite slechts één *Spisula* bemonstering beschikbaar. De geconstateerde sterfte van de *Spisula's* boven de wadden in maart komt voor een onbekend, maar zeer groot deel op het conto van de vorst, zodat een koppeling met eendenpredatie hier niet gemaakt kan worden.



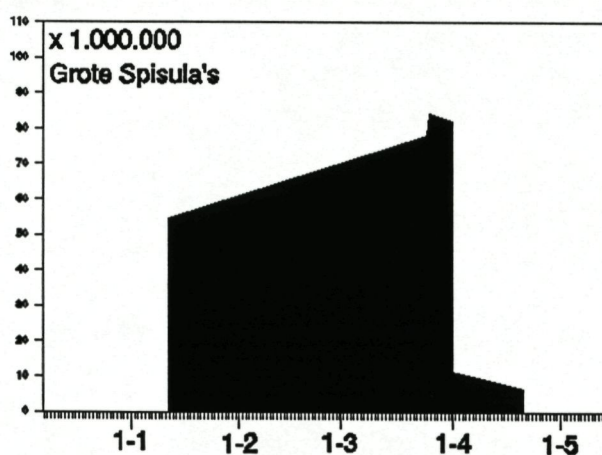
Figuur 19. Aantallen eend-dagen per soort ten noorden van Ameland en Terschelling, januari-mei 1996.



Figuur 20. Aantallen eend-dagen per soort voor de locatie Noord-Holland, januari-maart 1996.

De consumptie van schelpdier vlees werd bij Noord-Holland vrijwel volledig bepaald door de aantallen aanwezige Zwarte Zee-eenden, die de aantallen van de andere twee soorten verre overtroffen (figuur 20 en 21). In figuur 21 is de berekende dagelijkse consumptie uitgezet in aantallen grote *Spisula's*. Als de consumptie zou worden uitgedrukt in aantallen kleine *Spisula's* of in een vaste verhouding grote:kleine *Spisula's* verandert dit beeld niet, alleen de aantallen dieren op de Y-as stijgt (de totale geconsumeerde biomassa per dag blijft gelijk onder de aanname, dat de foerageer- en verteringskosten voor grote en kleine *Spisula's* gelijk zijn).

Gerekend over de totale periode dat er voor de kust van Noord-Holland eenden aanwezig zijn geweest, was hun totale consumptie 6098 miljoen grote *Spisula's*, of 71882 miljoen kleine. Bestandsschattingen voor de aanwezige *Spisula* zijn echter alleen voor handen voor het laatste gedeelte van het verblijf van de eenden in dit gebied: van 26 maart tot 17 april, met daarbij de aantekening dat de eenden op 2 April vertrokken. Over deze periode was de consumptie in totaal 785 miljoen grote, of 9316 miljoen kleine *Spisula's*. Vergeleken met de geschatte (maar niet significante) afname in deze periode van 7045 miljoen grote én 12914 miljoen kleine *Spisula's* (Tabel 2), zijn deze hoeveelheden relatief gering. Als alle eenden alleen grote *Spisula's* gegeten zouden hebben zou slechts 11% van de aantallen verdwenen *Spisula's* door de eenden geconsumeerd zijn. Als de eenden alleen kleine *Spisula's* gegeten zouden hebben binnen het primaire bemonsteringsgebied, kan hun predatiedruk de sterfte echter wel voor een aanzienlijk deel verklaren. Dit laatste scenario lijkt echter onwaarschijnlijk, gezien de zeer grote aantallen prooien die de eenden dan per dag zouden moeten hebben opduiken (Tabel 6).



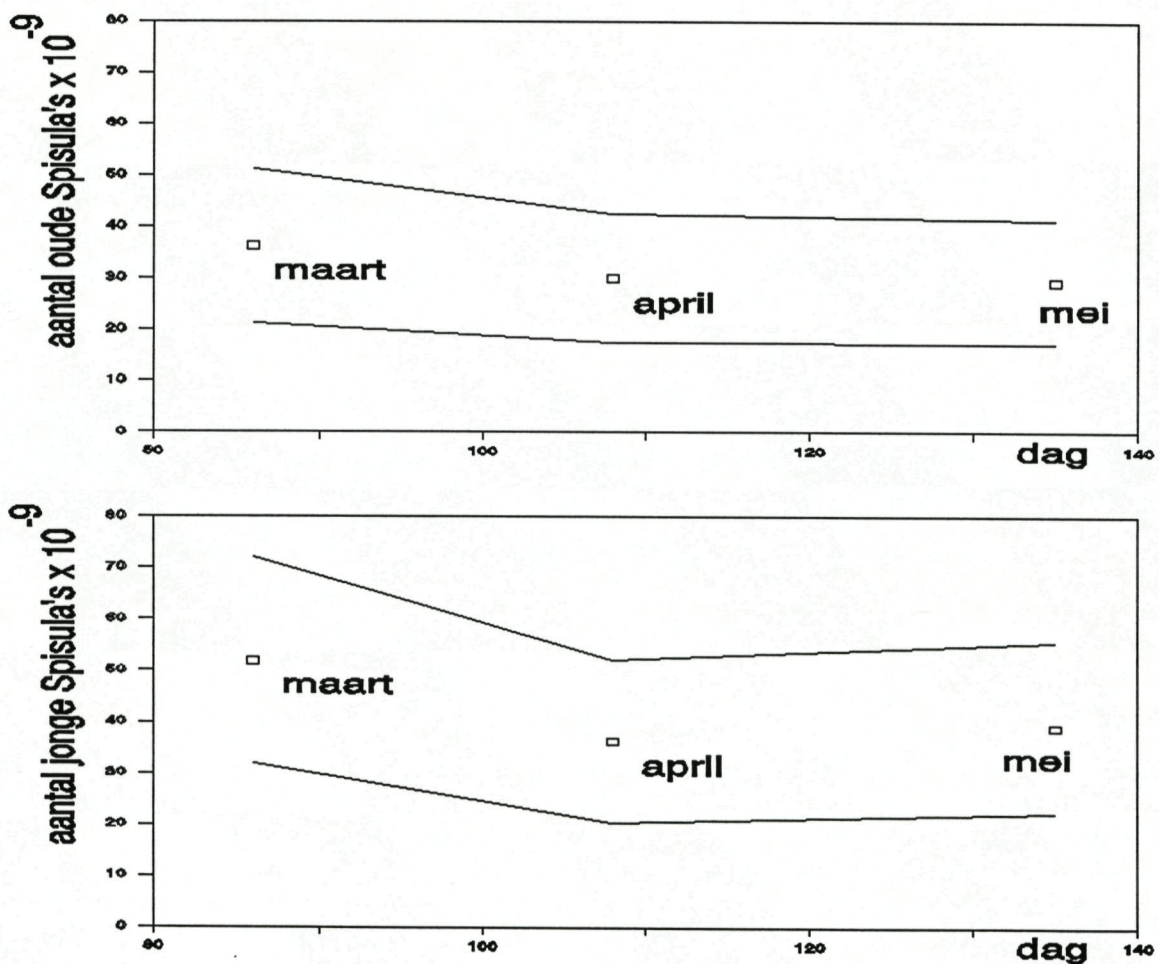
Figuur 21. Dagelijkse totale consumptie van de drie soorten eenden, uitgedrukt in aantallen grote *Spisula's*, bij Noord-Holland.

### 4.3. CONCLUSIES

1. *Spisula subtruncata* is niet bestand tegen zeer lage zeewatertemperaturen en stierf ten noorden van de wadden massaal af in januari/februari 1996, toen de zeewatertemperatuur daalde tot onder nul graden Celcius. In deze winter overtrof de sterfte door de koude in dit gebied alle andere bronnen van mortaliteit.
2. Met het afsterven van de voedselbron moesten de zee-eenden, die leefden van deze schelpdieren, vertrekken. Een deel van de vogels streek in februari neer bij de eerstvolgende beschikbare *Spisula* banken, die bij Noord-Holland.
3. De eenden troffen hier een overvloed aan *Spisula* aan, verdeeld over concentraties oude en jonge *Spisula*'s. Gezien het zeer grote aantal kleine *Spisula*'s dat de eenden per dag zouden moeten eten om in conditie te blijven (orde grootte 15-55.000 per dag) moet worden aangenomen, dat de eenden zich concentreerden op de oudere schelpdieren, waarvan per eend slechts 1300-2100 per dag gegeten moesten worden (Tabellen 4-6).
4. Betrouwbare bestandsschattingen waaruit verliezen per dag ondubbelzinnig kunnen worden afgelezen, zijn voor een *Spisula* veld van de grootte als bij Noord-Holland met de gebruikte technieken niet te geven. Geschatte populatie-groottes volgens de opeenvolgende schattingen vallen binnen elkaars betrouwbaarheidsintervallen (figuur 22) en moeten daarom met grote voorzichtigheid worden bezien.
5. Bij een aanwezige hoeveelheid op 26 maart 1996 van 36289 miljoen oude *Spisula*'s bij Noord-Holland, een geschatte totale consumptie van 7623 miljoen *Spisula*'s door de eenden, verdeeld over 6642 miljoen voor en 981 miljoen na 26 maart, is de totale predatiedruk van de eenden minder dan 20% van de oorspronkelijk aanwezige voorraad oude *Spisula*'s geweest.
6. Door groei van de vleesinhoud tijdens het voorjaar werden de verliezen aan gepredeerde *Spisula* in termen van biomassa al in april/mei ruimschoots gecompenseerd (Tabel 2, laatste kolom).
7. Naast de verliezen aan *Spisula* die aan de vorst en de eenden kunnen worden toegeschreven, waren er ook onverklaarde 'verliezen' aan *Spisula*. Van de geschatte aantallen aanwezige jonge *Spisula* in het studiegebied voor de kust van Noord-Holland verdwenen per dag ongeveer 250 miljoen individuen, gelet op de bestandsschattingen (maar dit zijn schattingen met lage betrouwbaarheid). Deze aantallen komen overeen met de dagelijkse behoefte van de eenden, maar deze aten vermoedelijk vooral grotere *Spisula* (punt 3). Bovendien was er ook een verlies van 140 miljoen van deze grote *Spisula*'s per dag, waarvan nog geen 20% op het conto van de eenden komt. Sterfte door vorstschade lijkt (na 26 maart) onwaar-

schijnlijk, maar verlate effecten zijn niet uitgesloten. Andere natuurlijke predatoren kwamen of in zeer lage dichtheden voor (zeesterren) of konden deze grootte klasse van oude *Spisula's* niet meer eten (platvissen). Visserijsterfte trad zeker op, zowel door gerichte schelpdiervisserij als door ongerichte boomkorvisserij, maar de grootte van deze factor kon niet betrouwbaar worden bepaald bij Noord-Holland.

8. Vervolgonderzoek dient zich bij voorkeur te richten op een relatief kleine bank *Spisula*, met grote aantallen eenden, zodat de te verwachte consumptie het bestand significant kan laten dalen. De visserijsterfte ter plaatse moet in het model worden meegenomen, evenals de predatie door vissen, zeesterren en andere predatoren.



Figuur 22. Geschatte aantallen (miljarden) grote (boven) en kleine (onder) *Spisula's* binnen het onderzochte gebied bij Noord-Holland van maart-mei 1996. De lijnen geven het 90% betrouwbaarheidsgebied rond de schattingen aan.

## 5. DANKWOORD

Aanvullende gegevens over aantallen eenden in de kustzone werden verkregen van Henk Baptist en Richard Witte (RIKZ-Middelburg), Nick van der Ham (Nederlandse Zeevogelgroep) en Cor Smit (Coördinator VWG Texel). Assistentie tijdens de vaartochten werd verleend door Koost Zeegers, Kees Oosterbeek, Bart Ebbinge, Leo Bruinzeel en Sophie Brasseur (IBN-Texel) en Theo Postma, Guido Keijl, Ico Hoogendoorn, Nick den Hollander en Bas van der Burg (Nederlandse Zeevogelgroep). De samenwerking met de bemanning van de Smal Agt en DNZ-meetleiders was zeer plezierig; evenals de begeleiding van Directie Noordzee in de personen van Jacob Asjes, Jos Kamphuis en Karel Bijleveld. Assistentie bij het labwerk was er van Cora Schol (RIVO-Yerseke). Kees Barel, Rogier Daan en Wanda Zevenboom voorzagen het concept-rapport van deskundig, en nuttig commentaar.

## 6. REFERENTIES:

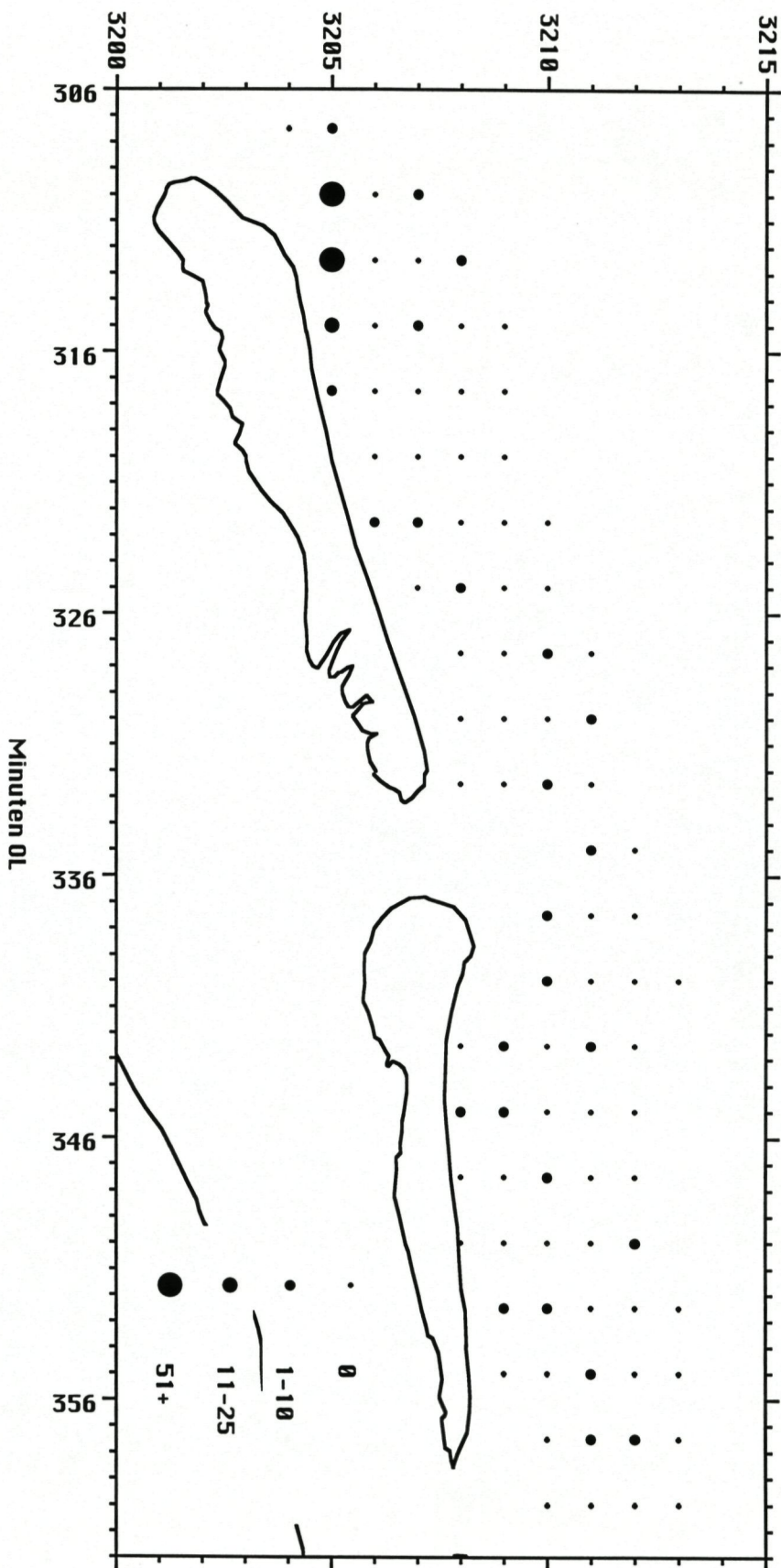
- Aschoff J. & Pohl H. 1970. Der Ruheumsatz von Vögeln als Funktion der Tageszeit und der Körpergröße. *J. Orn.* 11: 38-47.
- Baptist H.J.M., Witte R.H., Duiven P. & Wolf P.A. 1997. Aantallen Eidereenden *Somateria mollissima* in de Nederlandse kustwateren en de Waddenzee in de winters 1993-97. *Limosa* 70: 113-118.
- Camphuysen C.J. 1996. Het Sea Empress olie-incident in Wales. *Sula* 10: 109-111.
- Camphuysen C.J. & van Dijk J. 1983. Zee- en kustvogels langs de Nederlandse kust 1974-79. *Limosa* 56:81-230.
- Cramp S. & Simmons K.E.L. 1977. The Birds of the Western Palearctic, Vol 1. Oxford University Press, Oxford 722pp.
- Durinck J., Christensen K.D., Skov H. & Danielsen F. 1990. Diet of Common Scoter *Melanitta nigra* and Velvet Scoter *M. fusca* wintering in the North Sea. *Ornis Fennica* 70: 215-218.
- Leeuw J. de 1997. Demanding divers - Ecological energetics of food exploitation by diving ducks. Proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen, 178 p.
- Leopold M.F. 1993. *Spisula's*, zeeëenden en kokkelvissers: een nieuw milieuprobleem op de Noordzee. *Sula* 7: 24-28.
- Leopold M.F. 1996. *Spisula subtruncata* als voedselbron voor zee-eenden in Nederland. BEON Rapport 96-2, 58 pp.
- Leopold M.F., Baptist H.J., Offringa H. & Wolf P.A. 1995. De Zwarte Zeeëend *Melanit nigra* in Nederland. *Limosa* 68: 49-64.
- Leopold M.F., Dankers N.M.J.A. & C.M. Bisseling (eds) 1997. Natuur in de zoute wateren. Achtergronddocument bij de Natuurverkenning 97. Informatie en Kennis Centrum Natuurbeheer, Wageningen.
- Nehls G. 1995. Strategien der Ernährung und ihre Bedeutung für Energiehaushalt und Ökologie der Eiderente (*Somateria mollissima* L., 1758). Proefschrift, Univ. Kiel, 173 p.
- Offringa H. 1991. Verspreiding en voedseloecologie van de Zwarte Zeeëend (*Melanitta nigra*) in Nederland. Ongepubl. NIOZ Rapport 1991-13: 64 pp.
- Swennen C. 1976. Populatiestructuur en voedsel van de Eidereend *Somateria mollissima* in de Nederlandse Waddenzee. *Ardea* 64: 311-371.
- Tasker M.L. & Furness R.W. 1996. Estimation of food consumption by seabirds in the North Sea. In: G.L. Hunt Jr & R.W. Furness (eds). Seabird/fish interactions, with particular reference to seabirds in the North Sea. ICES Cooperative Research Report 216: 6-42.

## BIJLAGE 1

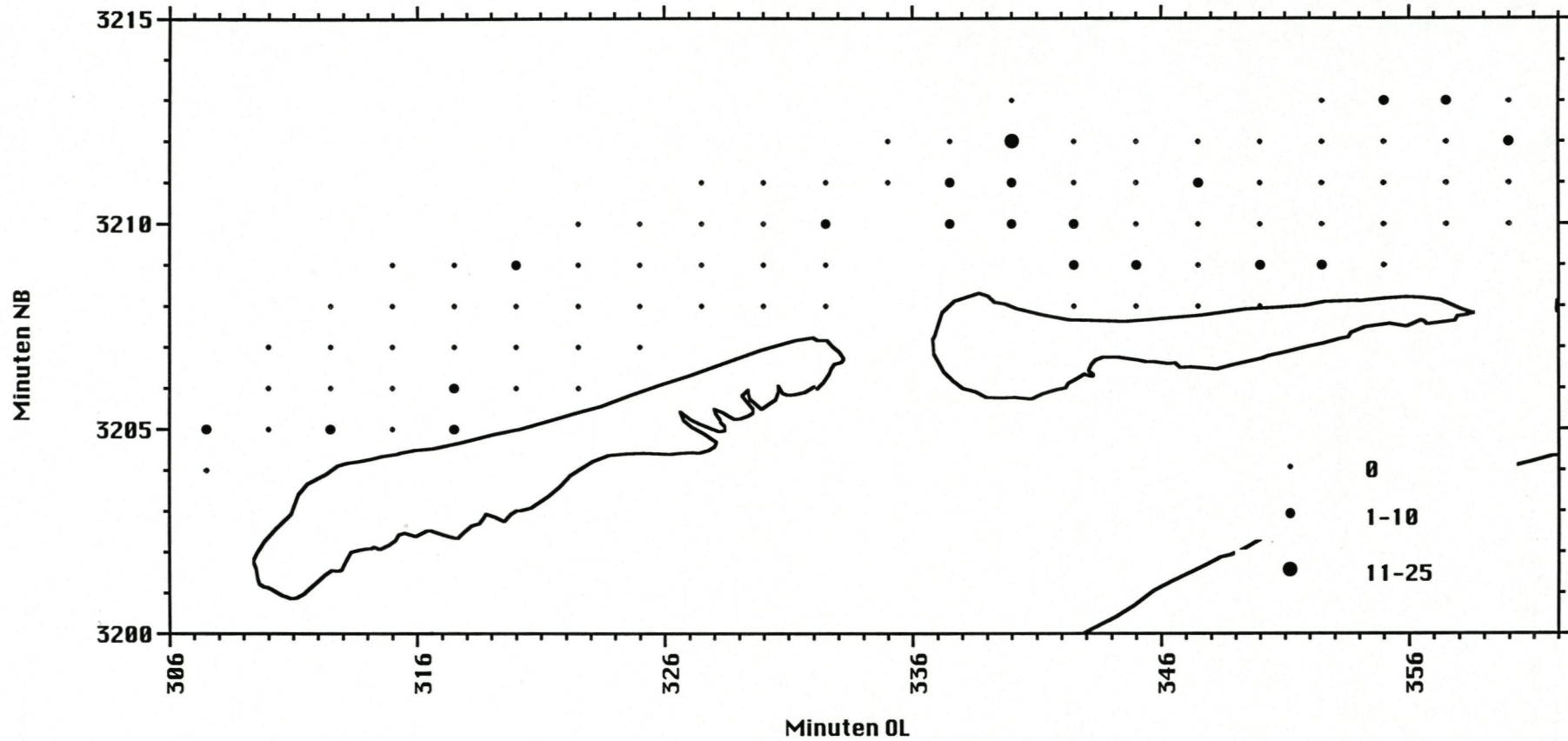
Verspreidingskaarten van de meest algemene soorten potentiële alternatieve prooien. Alle dichtheden in aantal per hap. Achtereenvolgens:

1. Eilanden: jonge Amerikaanse zwaardschede (*Ensis americanus*) voor de vorst;
2. Eilanden: overjarige Amerikaanse zwaardschede (*Ensis americanus*) voor de vorst;
3. Eilanden: jonge Amerikaanse zwaardschede (*Ensis americanus*) na de vorst;
4. Eilanden: overjarige Amerikaanse zwaardschede (*Ensis americanus*) na de vorst;
5. Eilanden: Zaagjes (*Donax vittatus*) voor de vorst (deze soort werd na de vorst niet meer aangetroffen);
- 6 en 7. Eilanden: Nonntjes (*Macoma balthica*) voor en na de vorst;
- 8 en 9. Eilanden: Tere platschelpen (*Tellina tenuis*) voor en na de vorst;
10. Eilanden: Rechtsgestreepte platschelpen (*Tellina fabula*) voor de vorst (deze soort werd na de vorst niet meer aangetroffen);
  
- 11 en 12. Noord-Holland: jonge en oude Amerikaanse zwaardscheden in maart;
13. Noord-Holland: Nonnetjes in maart;
- 14 en 15. Noord-Holland: Tere en rechtsgestreepte platschelpen in maart;
16. Noord-Holland: Tepelhorens (*Euspira catena*) in maart.

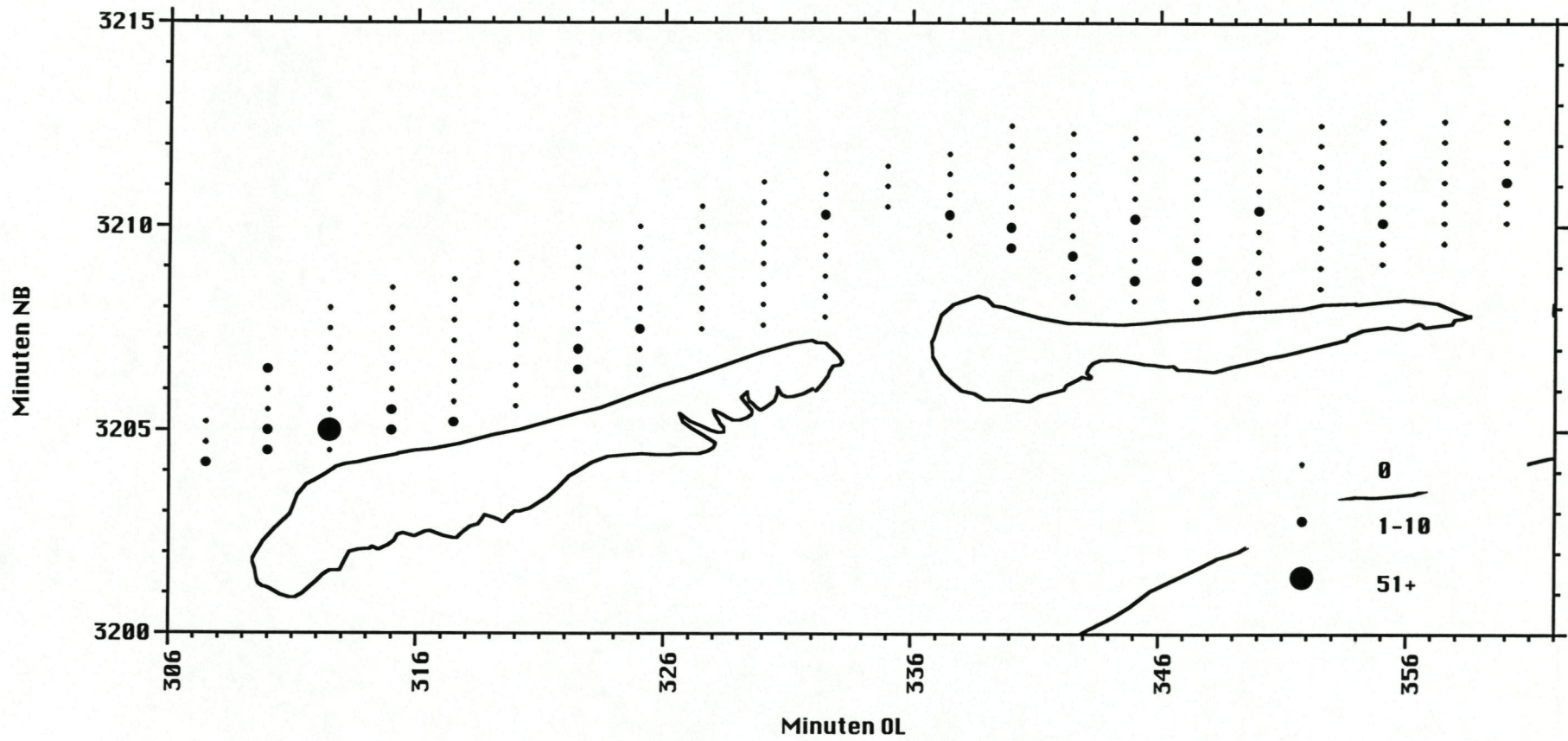
Minuten NB



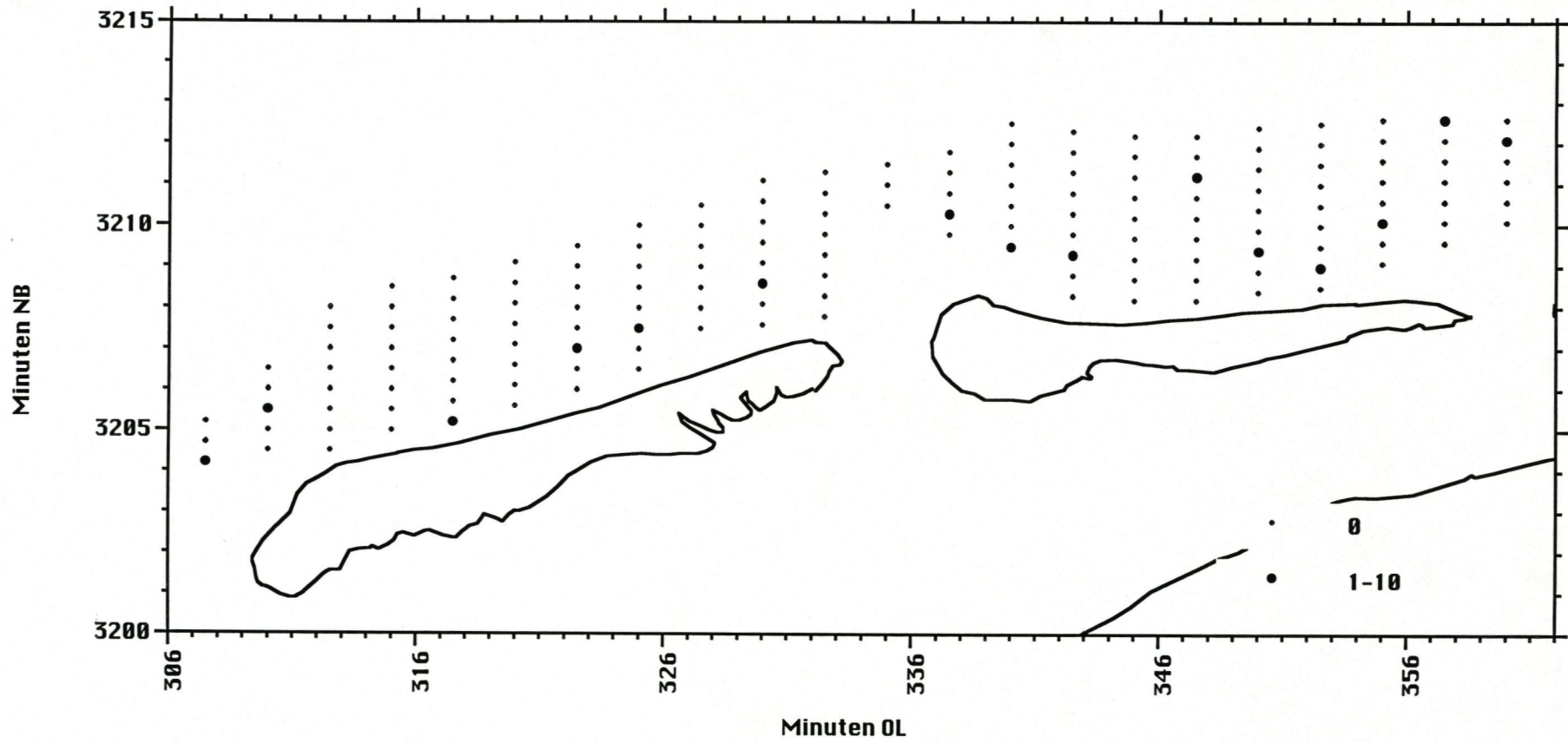
Abundantie van *Ensis americanus* (categorie Klein) in januari '96



Abundantie van *Ensis americanus* (categorie groot) in januari'96

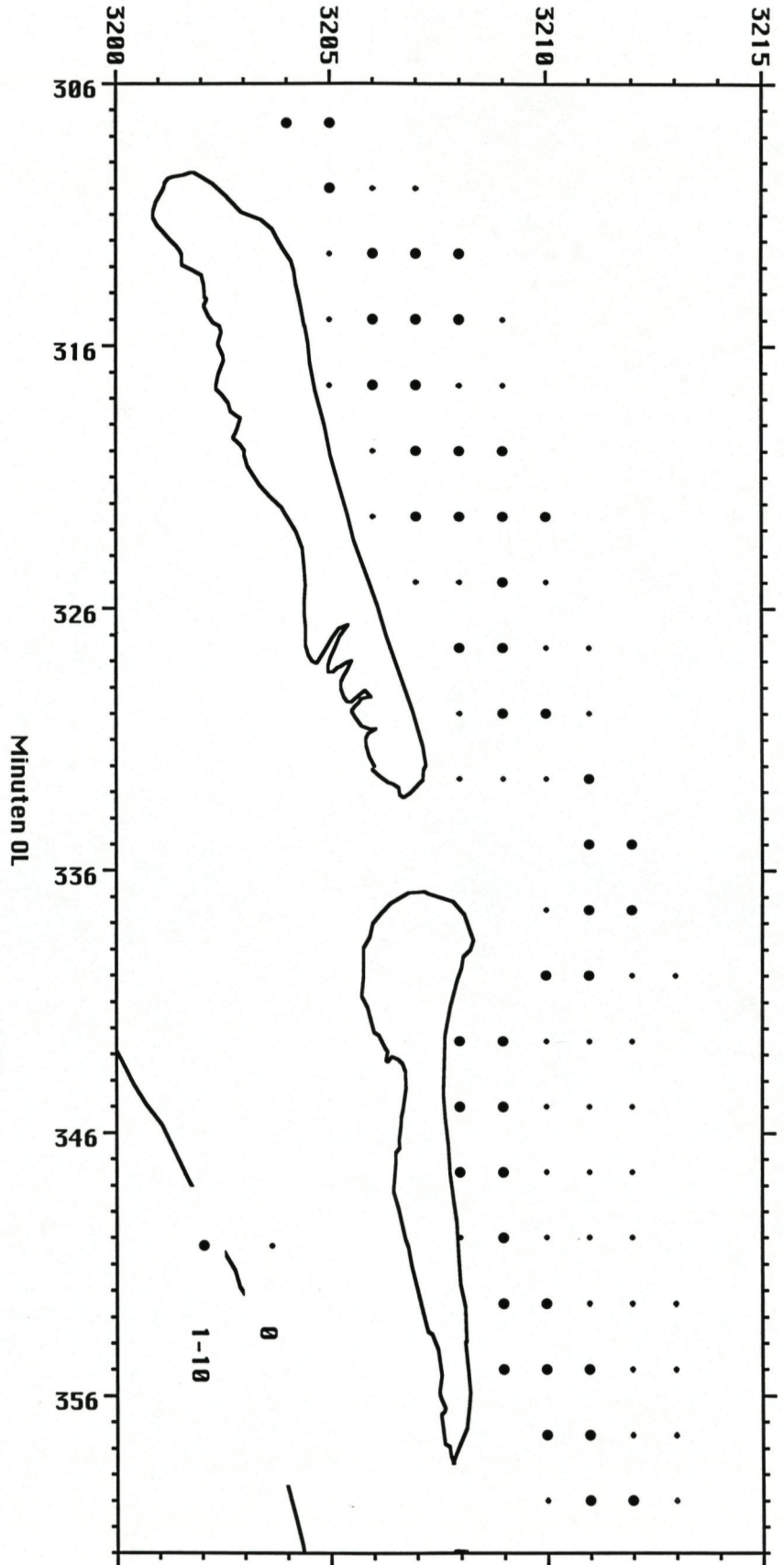


Abundantie van *Ensis americanus* (categorie klein) in maart'96



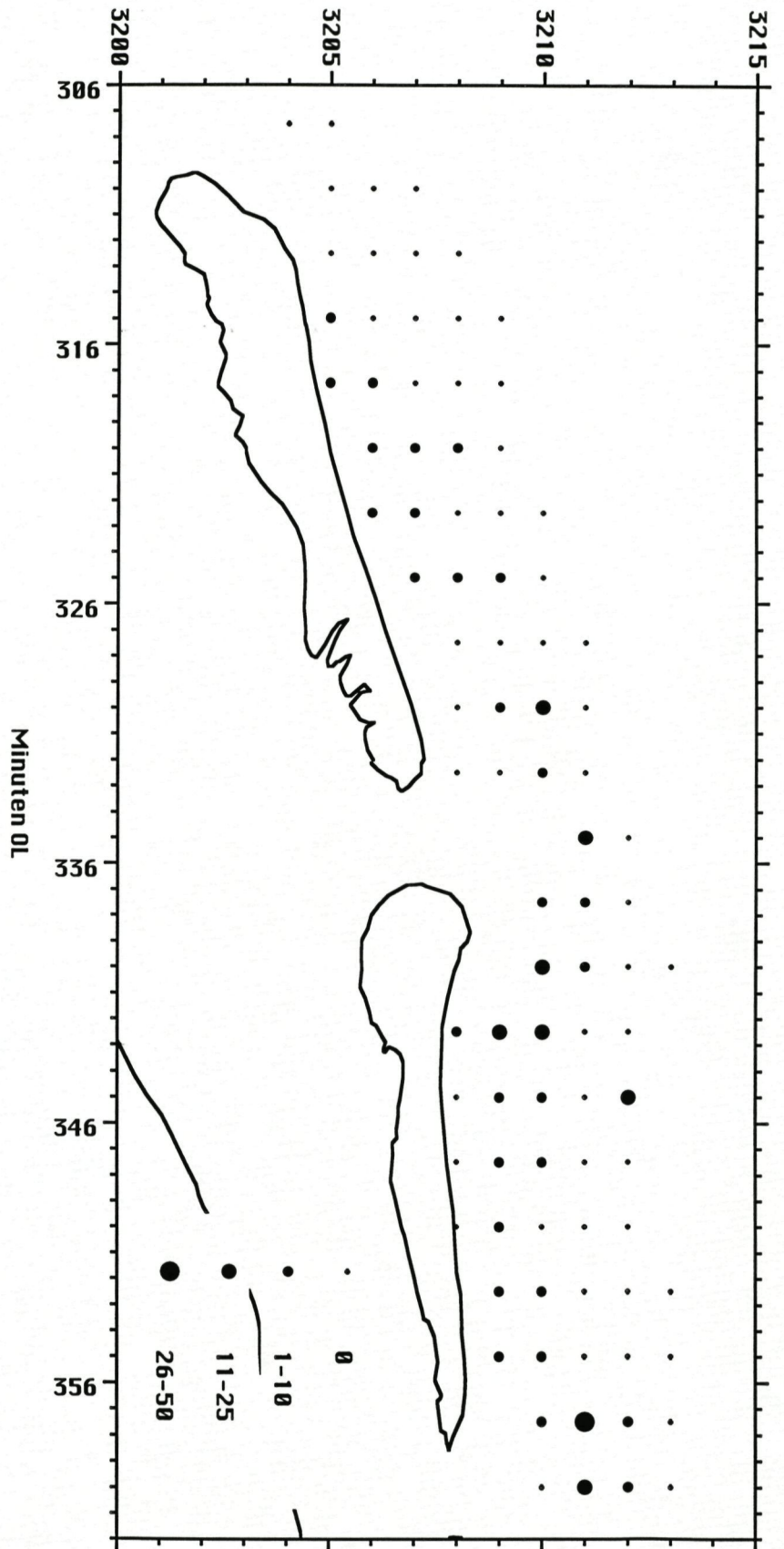
**Abundantie van *Ensis americanus* (categorie groot) in maart'96**

Minuten NB



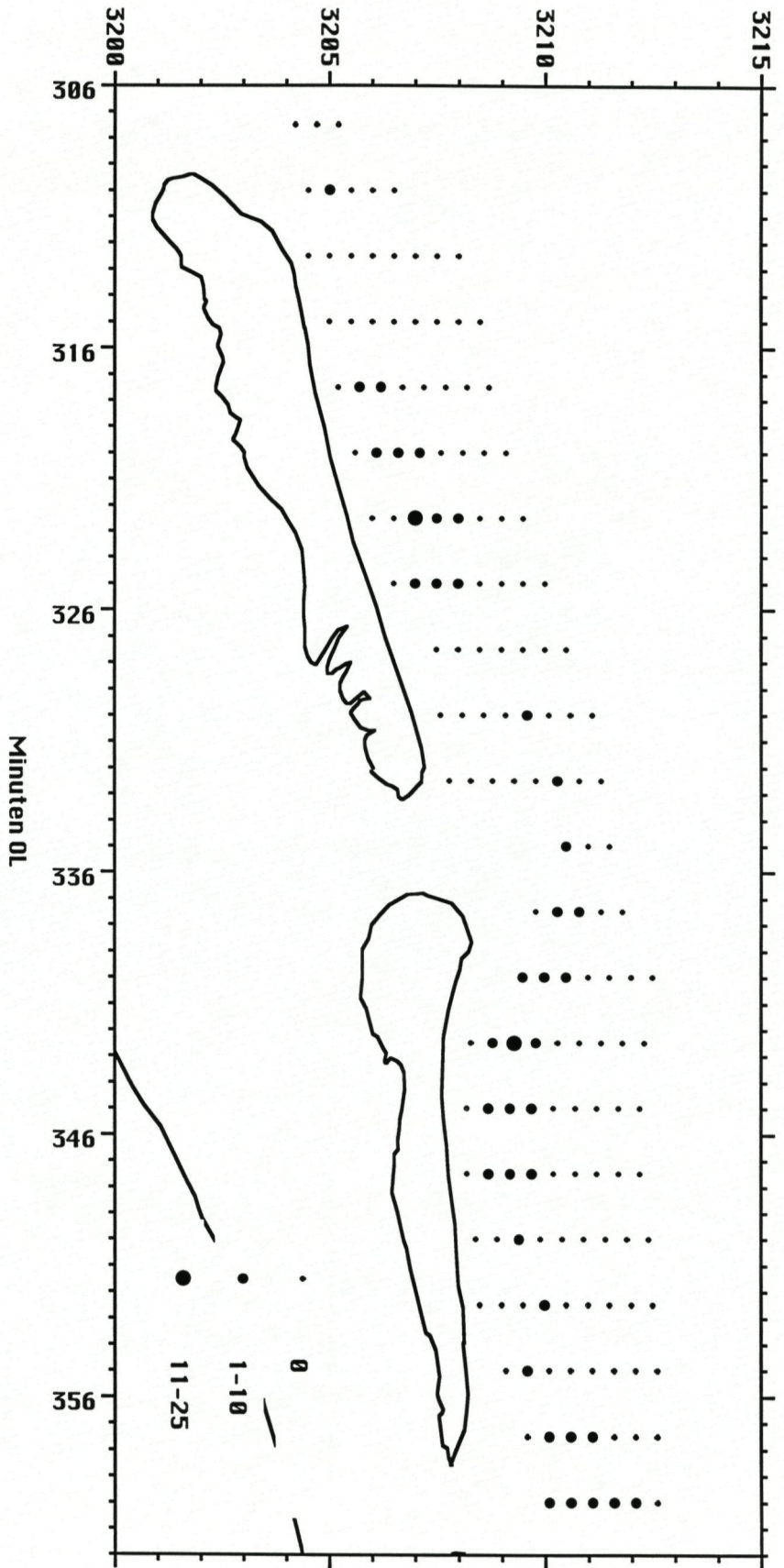
Abundantie van *Donax vittatus* in januari'96

Minuten NB

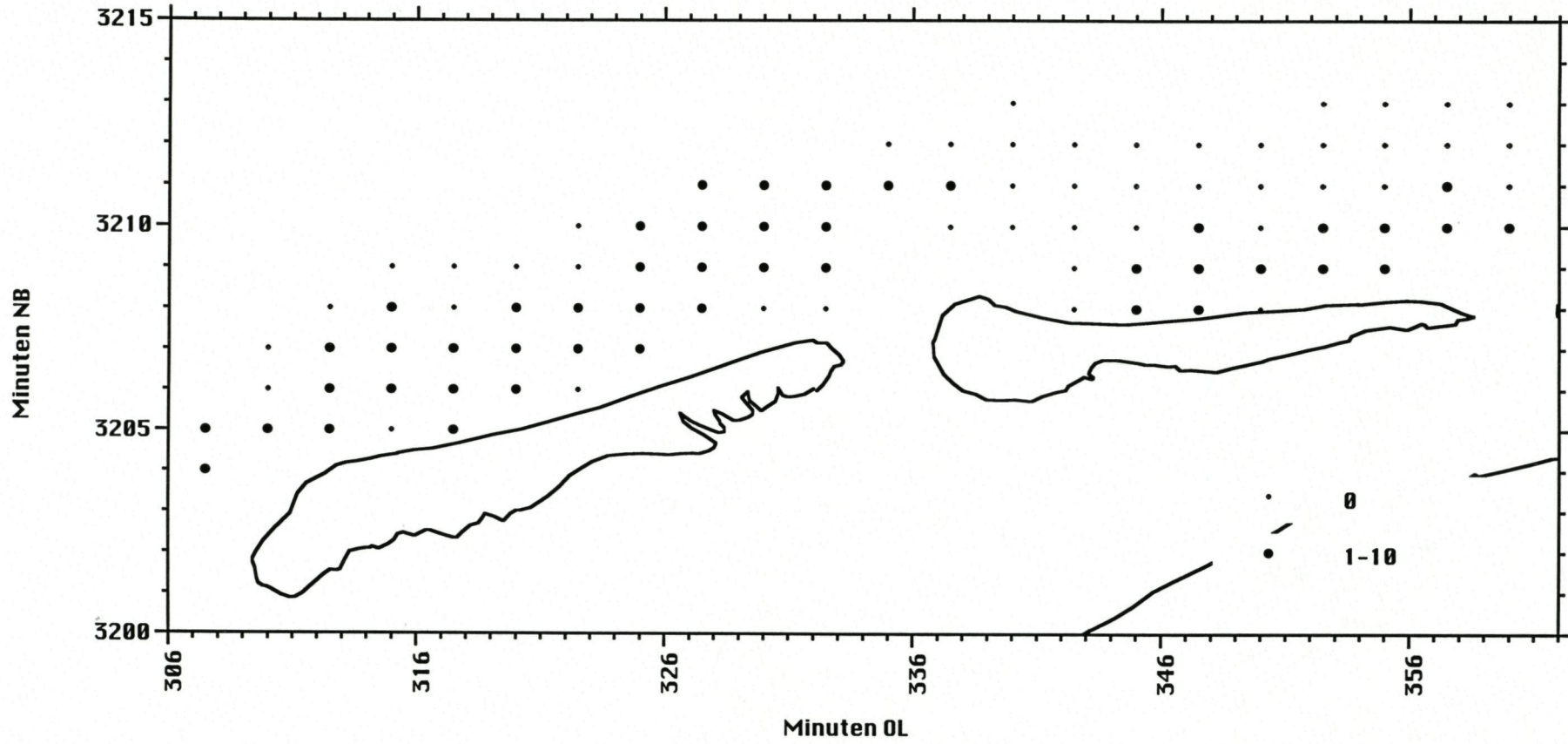


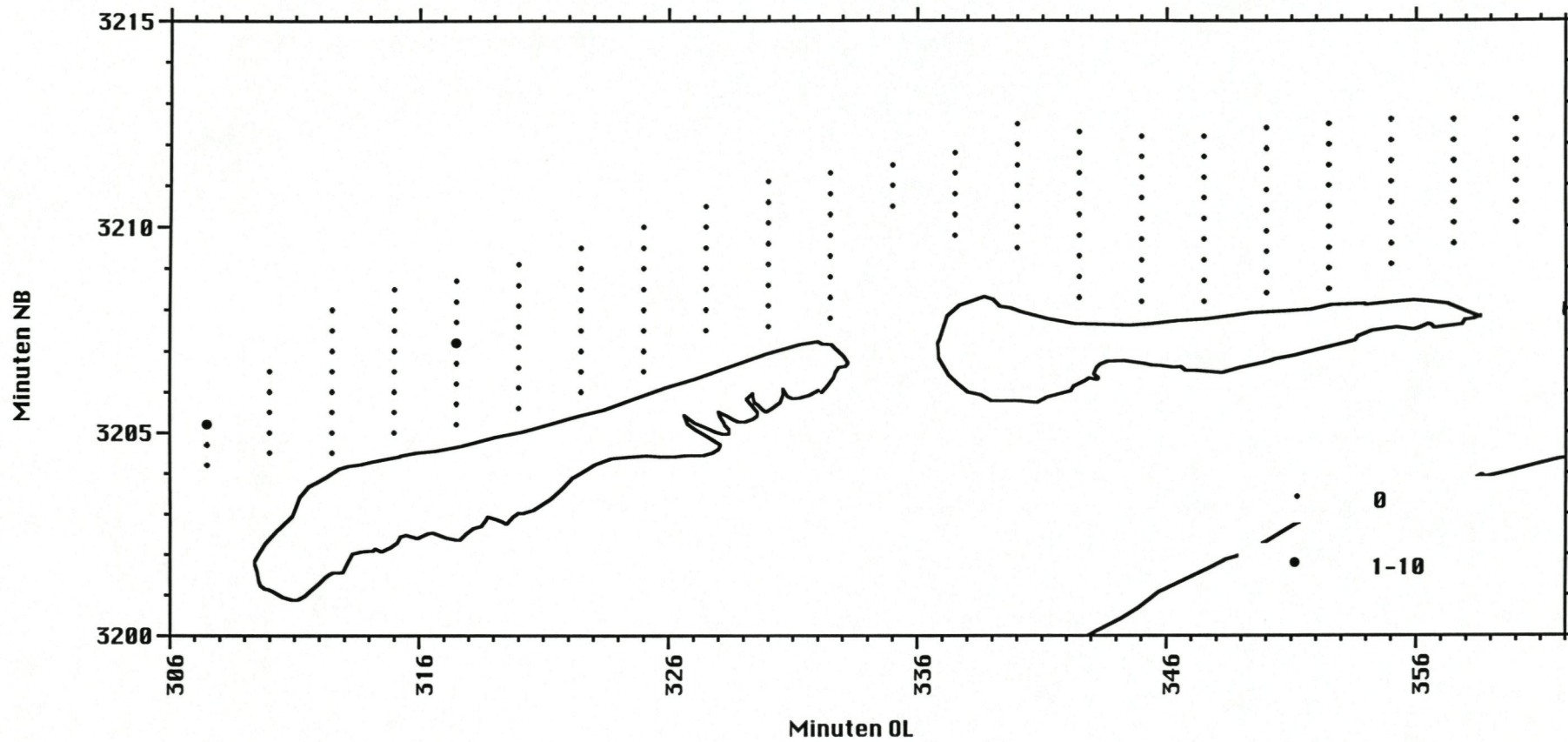
Abundantie van *Macoma balthica* in januari'96

Minuten NB



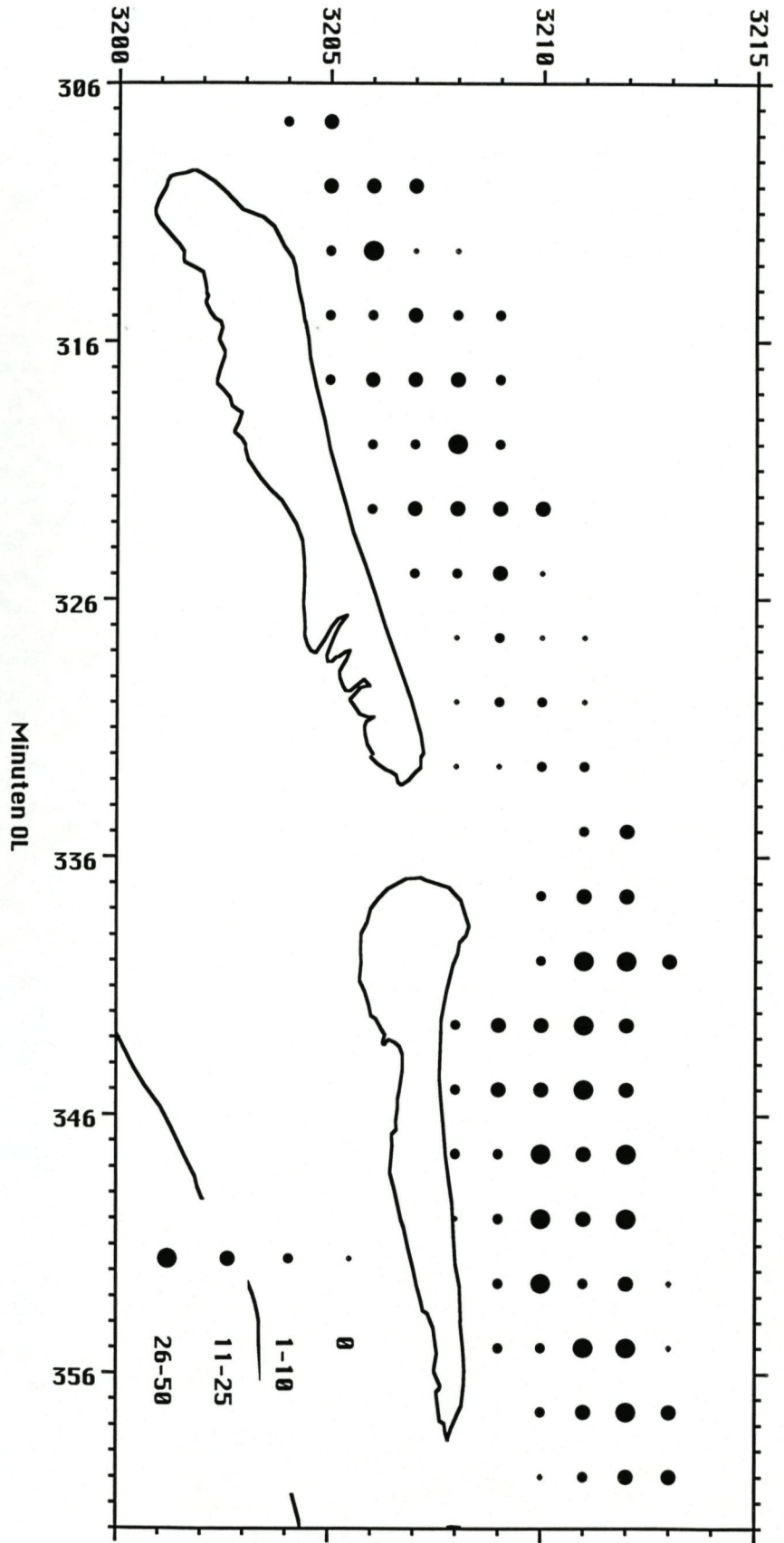
Abundantie van *Macoma balthica* in maart '96



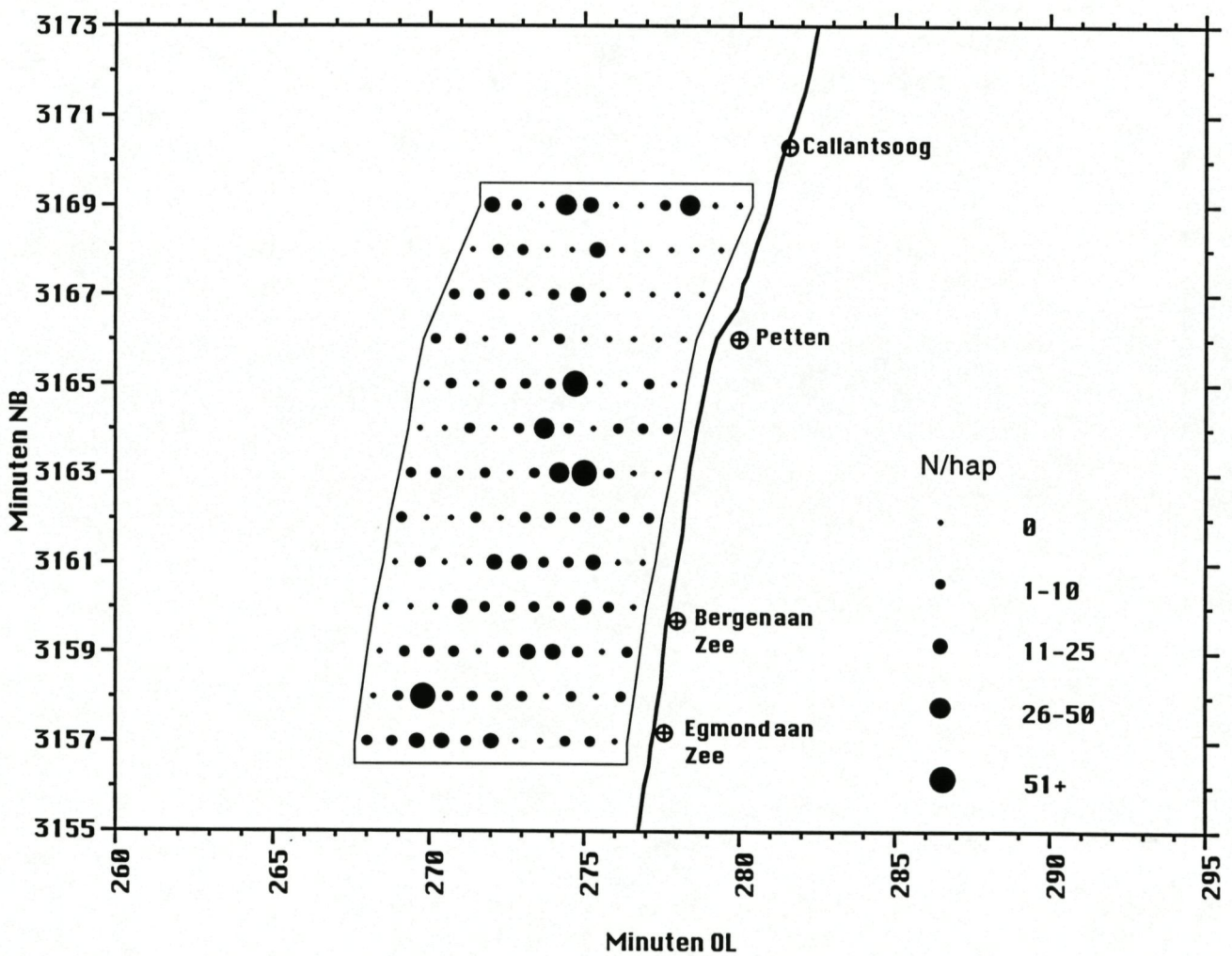


Abundantie van *Tellina tenuis* in maart '96

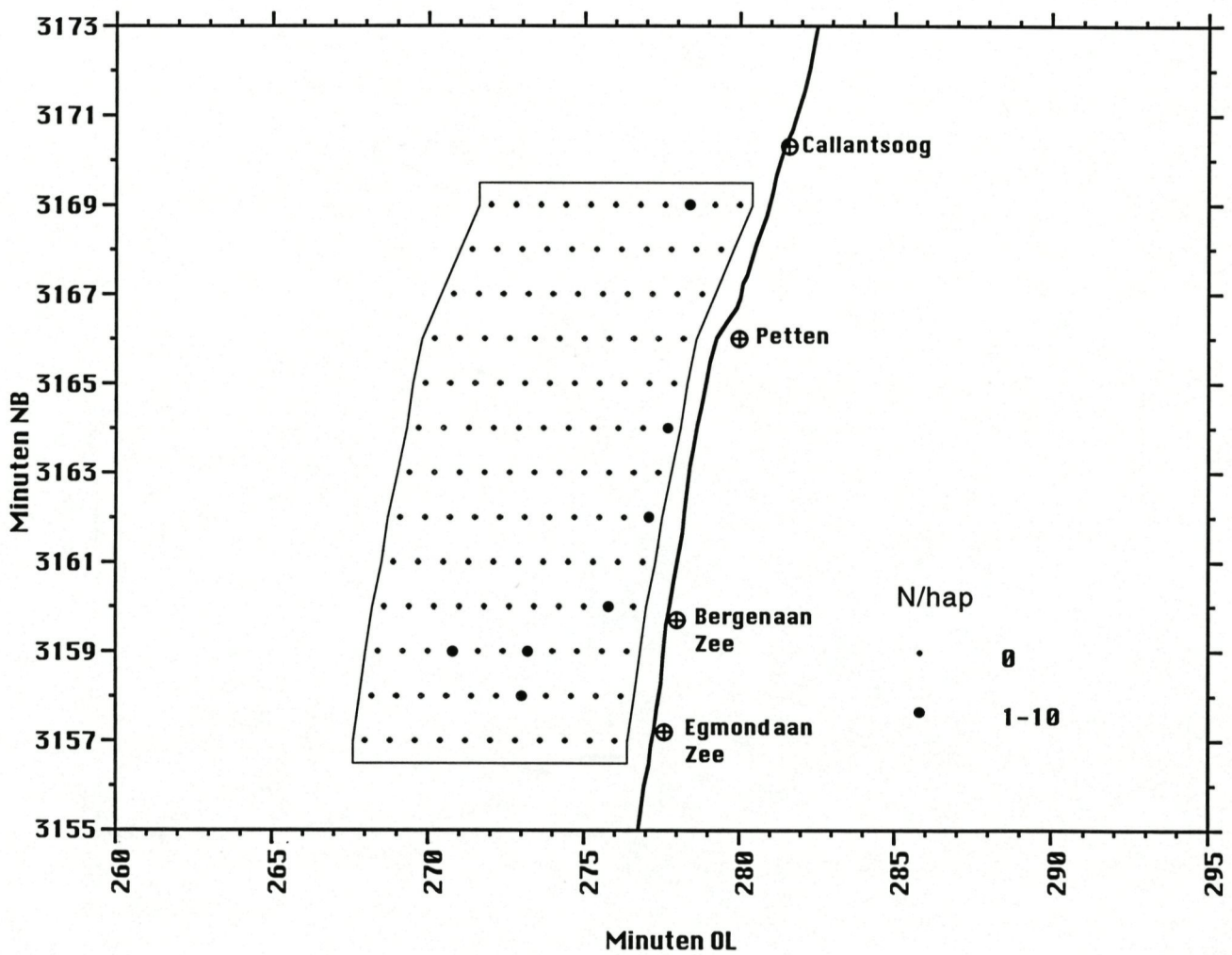
Minuten NB



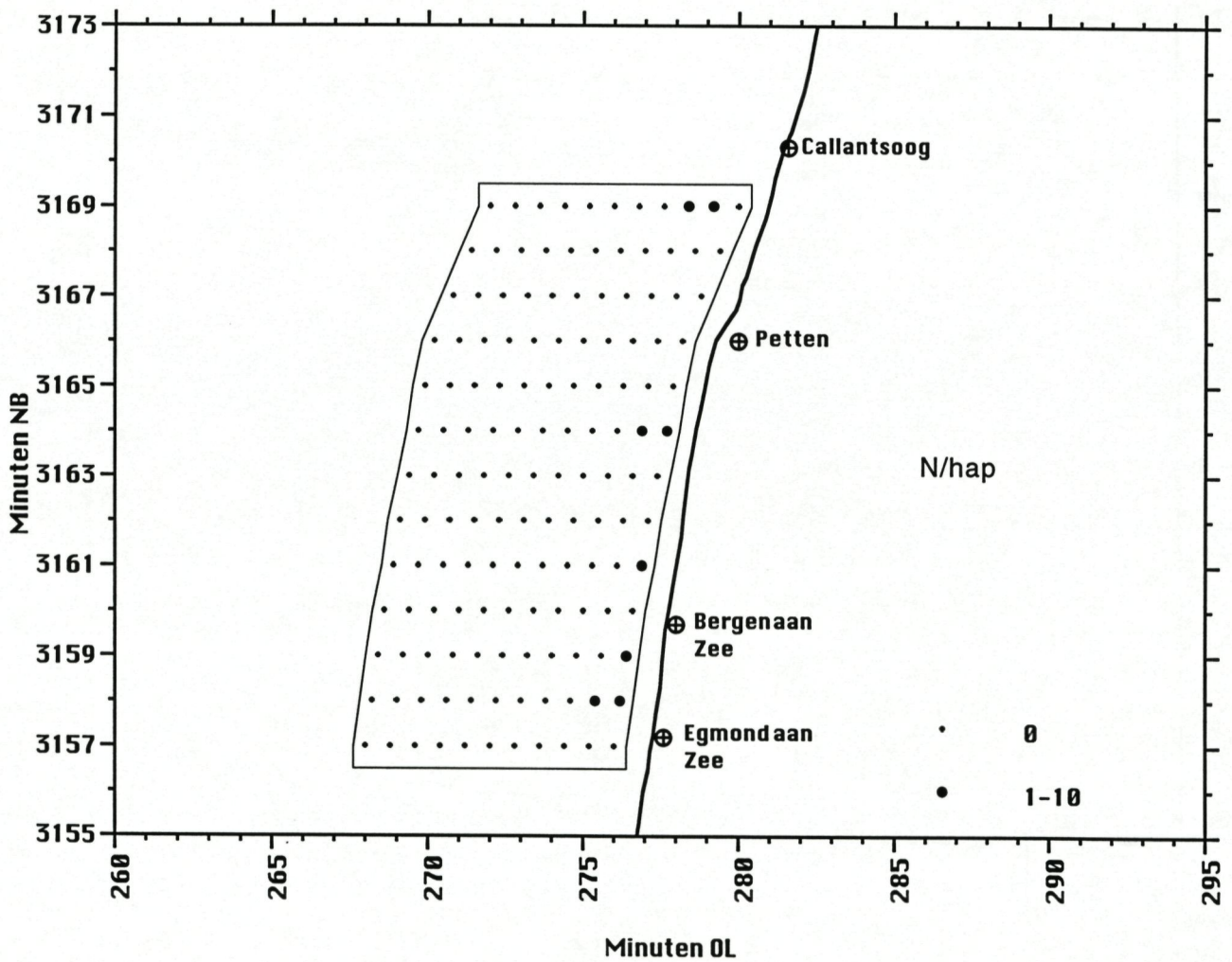
Abundantie van *Tellina fabula* in januari'96



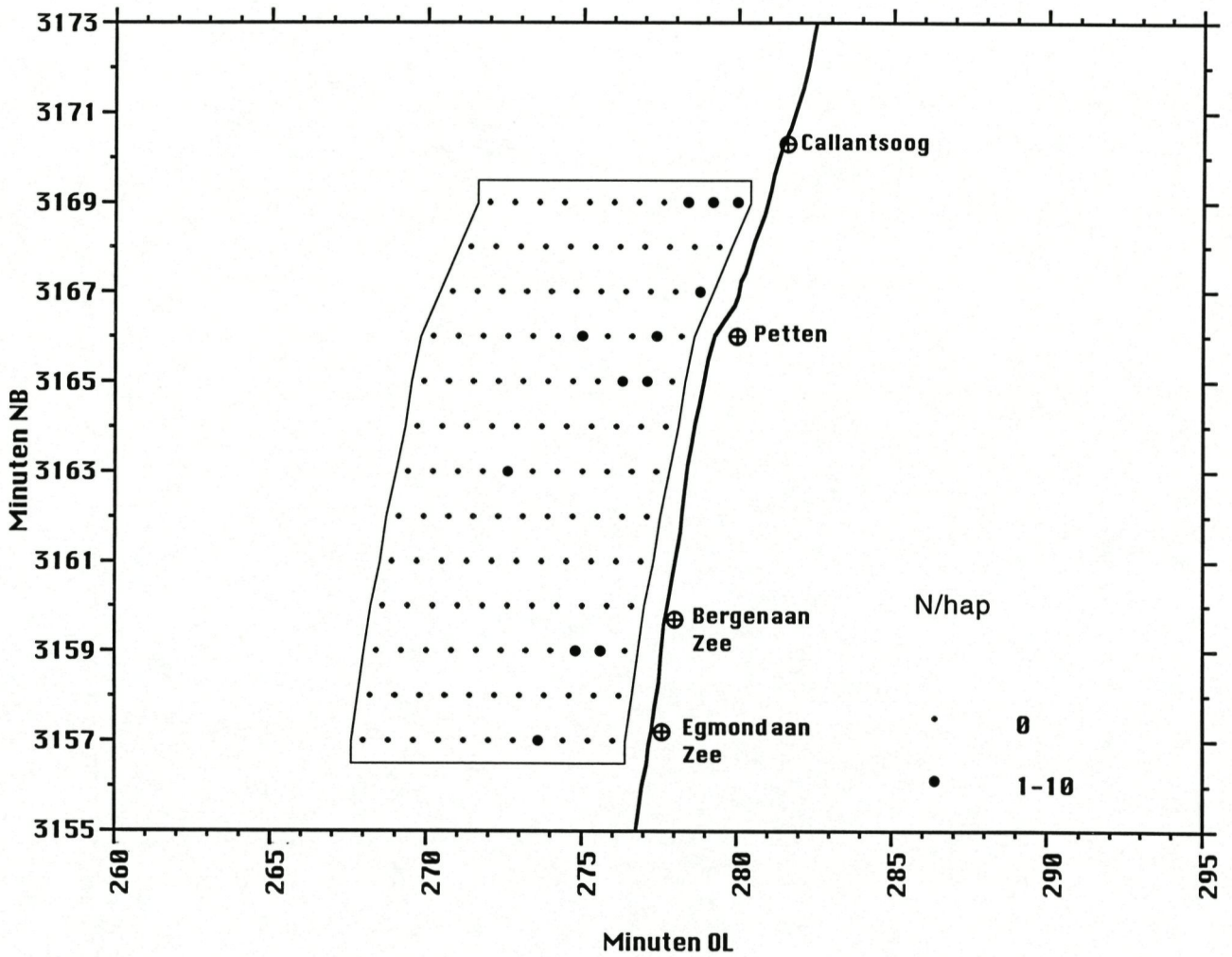
Abundantie van *Ensis americanus* (categorie klein) in maart'96



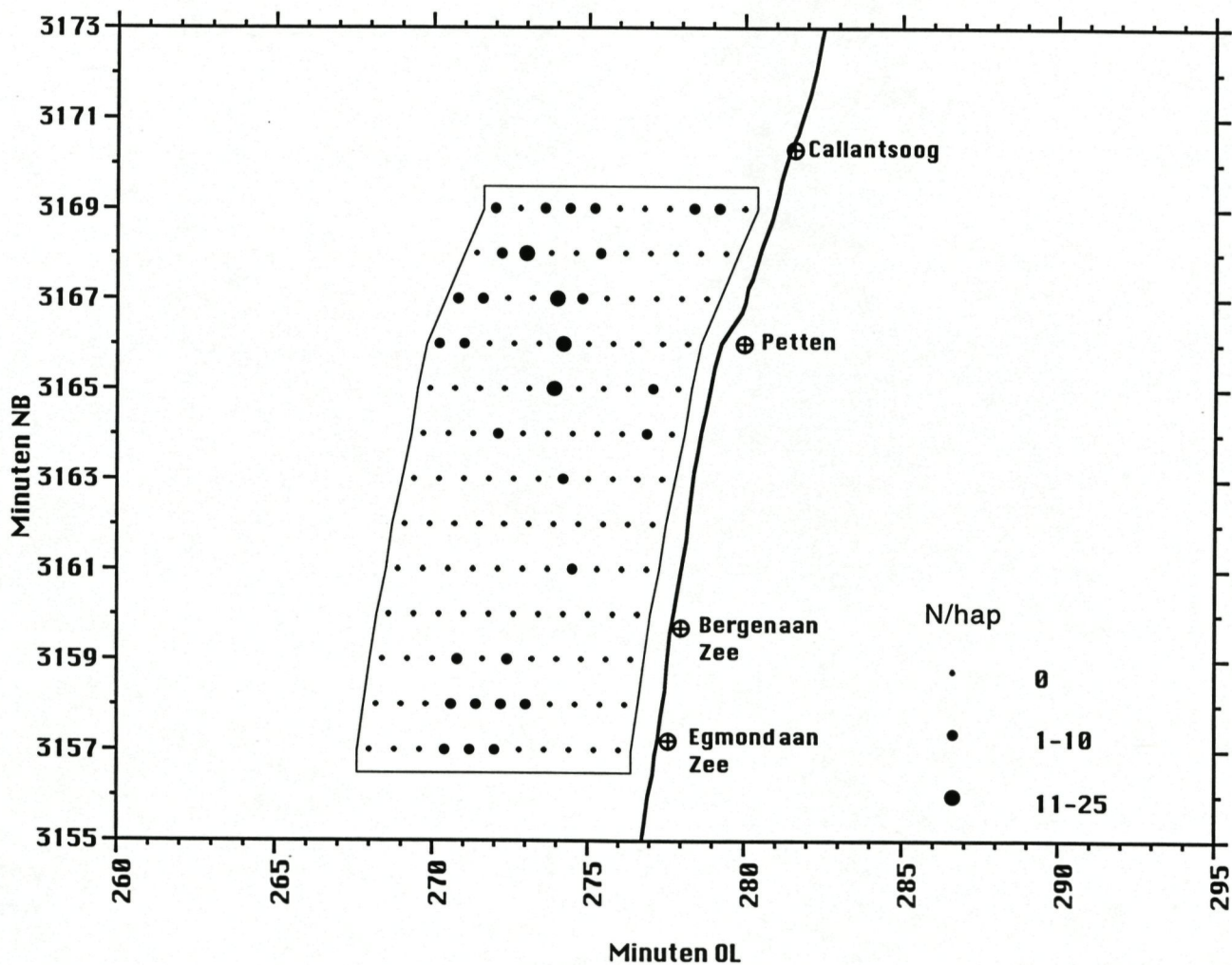
Abundantie van *Ensis americanus* (categorie groot) in maart'96



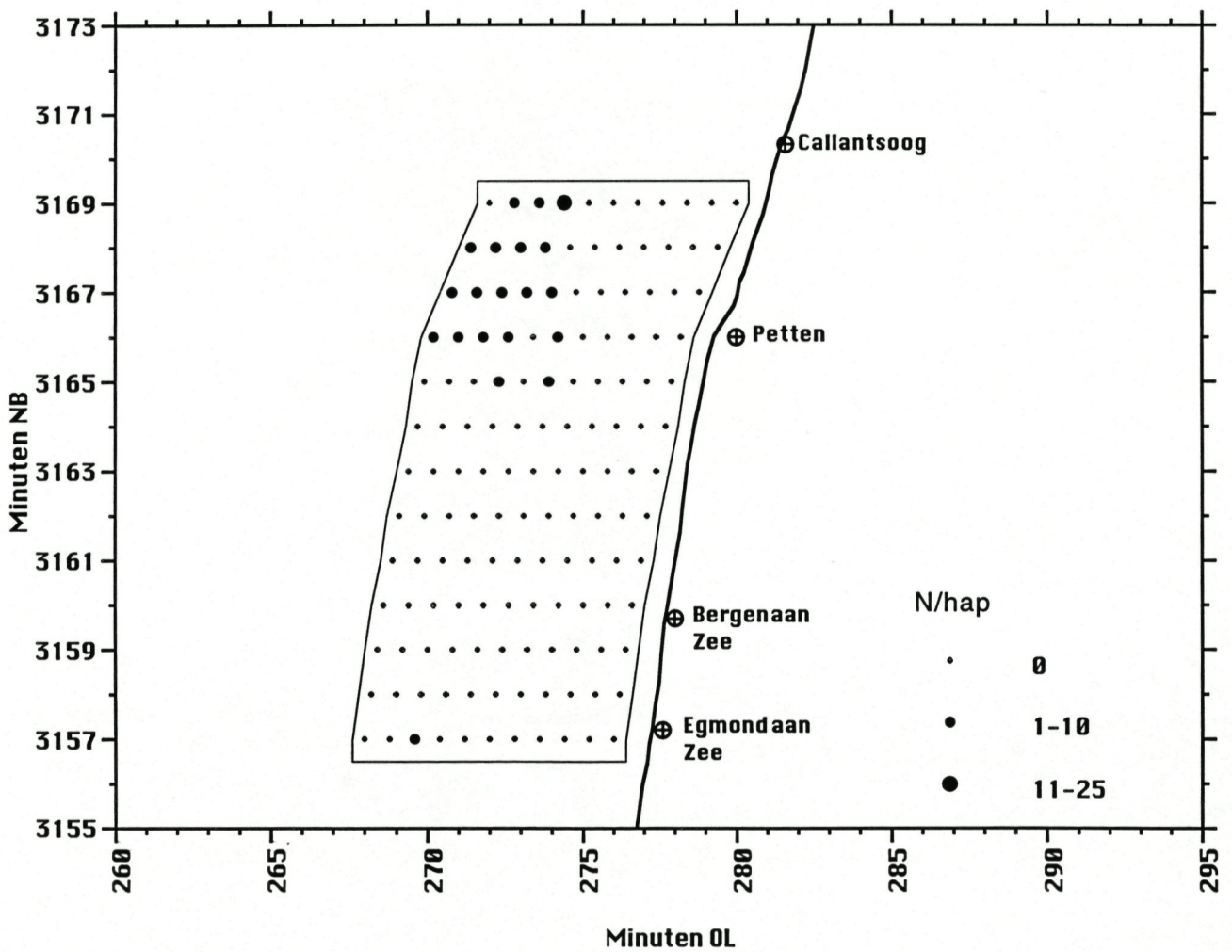
Abundantie van *Macoma balthica* in maart'96



Abundantie van *Tellina tenuis* in maart '96



Abundantie van *Tellina fabula* in maart '96



Abundantie van *Euspira catena* in maart'96

### 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 Modellerling.	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 Helmkraab (Corystes cassivelaanus). 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 <i>Arctica Islandica</i> 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 Effecten van verschuivingen van nutriëntenconcentraties op biota in de Nederlandse kustwateren. Philippart, C.J.M. & E.G. de Groot, A.G. Brinkman, R.G. Jak, M.C.Th. Scholten (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 Jaarverslag 1993: Algenonderzoek in mesocosms en modellering/lering. Riegman, R. (NIOZ 93 E 01).
- BEON rapport nr. 94-5 Impact of anthropogenic activities on the productivity of the western Wadden Sea ecosystem. Veer, H.W. van der. (NIOZ 93 E 02).
- BEON rapport nr. 94-6.1 Benthic nutriënt generation in the ERSEM ecosystem model of the North Sea. Ruardij, P. and W. van Raaphorst: (NIOZ 93 E 03)
- BEON rapport nr. 94-6.2 The EcoWasp model and its environment. Smit, J.P.C., A.G. Brinkman, E.G.M. Embsen, P. Ruardij, and W. van Raaphorst. (NIOZ 93 E 03)
- BEON rapport nr. 94-7 Risico-analyse Mariene Systemen (RAM\*2 project) Eindrapport van de RAM-Auditgroep.
- BEON rapport nr. 94-8 Comparison of models describing species composition of marine phytoplankton Michielsens, H & Berg, A. van den & Joordens, J., et al.(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. Buijs, J., 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. Boon, J.P., H.M. Sleiderink, M.L. Eggen, A.D. Vethaak (NIOZ 93 M 05)
- BEON rapport nr. 94-13 Directe effecten van de visserij met de 12m en 4m boomkorren op het bodemleven in de Nederlandse sector van de Noordzee. Bergman, M.J.N. en J.W. van Santbrink. (NIOZ 93 V 07)
- BEON rapport nr. 94-14 Scavenging seabirds at beamtrawlers in the southern North Sea, distribution, relative abundance, behaviour, prey selection, feeding efficiency, kleptoparasitism and the possible effects of the establishment of protected areas'. Camphuysen, C.J. (BEONADD IV/V)
- BEON rapport nr. 94-15 The relationship between food supply, reproductive parameters and population dynamics in Dutch Lesser Black-backed Gulls *Larus fuscus*: a pilot study. Spaans, A.L., M. Bukacińska, D. Bukacińska. (BEONADD IV/V)
- BEON rapport nr. 94-16 Pilot study on the influence of feeding conditions at the North Sea on the breeding results of the Sandwich Tern *Sterna sandvicensis*. Brenninkmeijer, A. & E.W. M. Stienen. (BEONADD IV/V)
- BEON rapport nr. 94-17 BEON-studie naar de effecten van de teruglopende nutriëntenbelasting van de Nederlandse kustzone. Boddeke, R. en P. Hagel. (RIVO 93 E 03)

## 1995

- BEON rapport nr. 95-1 Effecten van de schepdiervisserij op het bodemleven in de Voordelta. Van der Land, M.A. (RIVO 94 V 06).
- BEON rapport nr. 95-2 Jaarwerkplan 1995.
- BEON rapport nr. 95-3 Trends in het voorkomen van vissen en epibenthische evertrebraten in de Noordzee: Een vergelijking van datasets. Van der Veer, H.W., J.A. Craeymeersch, J. Van der Meer, A.D. Rijnsdorp, J.IJ. Witte. (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 organohalogenen 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. Van Raaphorst, W., F.C. van Duyl, H. Ridderinkhof, R. Riegman, P. Ruardy. (NIOZ 94 E 01)
- BEON rapport nr. 95-9 Effecten van antropogene activiteiten op de produktiviteit van het ecosysteem in de Westelijke Waddenzee. Van der Veer, H.W., J.J. Beukema, G.C. Cadée, J. Hegeman, B. Mom, W. Van Raaphorst, J. IJ. Witte (NIOZ 93 E 02)
- BEON rapport nr. 95-11 Biomarkers of Toxic effects chemoreception: effects of contaminated dredge spoil on chemoreception acuity in whelks. Ten Hallers-Tjabbes, C. and C.V. Fisher. (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 Intercalibratie 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 organohalogenverbindingen in mariene toppredatoren. II. Toxafeen. Boon, J.P., H.M. Sleiderink, J. De Boer, P. Wester, H.J. Klamer, B. Govers. (NIOZ 95 M 03).
- BEON rapport nr. 96-2 *Spisula subtruncata* als voedselbron voor Zeeëenden in Nederland. Leopold, M.F. (IBN 95 V 29).
- BEON rapport nr. 96-3 BENTOX. Toxische effecten van verontreinigde sedimenten voor marien benthos. 1e fase: Verkennend onderzoek met 'natuurlijk' verontreinigde sedimenten, 2e fase: Benzo(a)pyreen en fluoranteen, 3e fase: BaP concentratiereeks. Kaag, N.H.B.M., J.P. Boon, K. Booij, C.V. Fischer, E.M. Foekema, M.T.J. Hillebrand, H. Hummel, H. Kralt, M.C. Th. Scholten, B.M.H. Timmermans, A.P.M.A. Vonck, M. de Vries, E. van Weerlee. (TNO 93 M 04, TNO 94 M 06, TNO 95 M 16).
- BEON rapport nr. 96-4 Algenbegrazing: Een nadere analyse van de invloed van toxicanten op het ontstaan van eutrofiëringsproblemen. Jak, R.G., Michielsen, B.F. (TNO 95 E 07).
- BEON rapport nr. 96-5 Habitatkartering en beschrijving Nederlandse kustwateren (IBN 95 H 36)
- BEON rapport nr. 96-6 Onderzoek naar de invloed van fluctuaties in de lokale voedselbeschikbaarheid op de populatiedynamiek van de grote stern *Sterna sandvicensis*: tussentijdse resultaten. Stienen, E.W.M. & A. Brenninkmeijer. (IBN 95 H 24).
- BEON rapport nr. 96-7 Resultaten BEON Workshop NW4.
- BEON rapport nr. 96-8 Thema bijeenkomst Boomkorvisserij.
- BEON rapport nr. 96-9 Jaarwerkplan 1996.
- BEON rapport nr. 96-10 SCREMOTOX (WL 95 M 21).
- BEON rapport nr. 96-11 Effecten van de schelpdiervisserij op het bodemleven in de Voordelta: De schelpdierbestanden in de Voordelta in 1995. Van der Land, M.A. (RIVO 95 V 30).
- BEON rapport nr. 96-12 Verslag van de BEON workshop ter voorbereiding van de Nederlandse inbreng van de tussenconferentie van Noordzee- en Visserijministers (IMM 97).
- BEON rapport nr. 96-13 BEON thema bijeenkomst polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's). 22 februari 1996 Den Haag.
- BEON rapport nr. 96-14 Evaluatierapport BEON 1996. Tussentijdse evaluatie Tweede Meerjarenprogramma BEON 1993-1997. Rapport naar aanleiding van de BEON evaluatieworkshop d.d. 2 februari 1996, Den Haag.

- BEON rapport nr. 96-15      Onderzoek naar mogelijkheden tot vermindering van discard productie door technische aanpassing van boomkornetten (NIOZ 95 V 05). Fonds, M. & W. Blom
- BEON rapport nr. 96-16      INP-Mooring 94-96: Antropogene eutrofiëring en natuurlijke variaties in de open Noordzee: metingen op een verankeringsstation in de Oestergronden (NIOZ 95 E 01)

### 1997

- BEON rapport nr. 97-1      Fluctuaties in de lokale voedselbeschikbaarheid in relatie tot de populatiedynamiek van de Grote Stern *Sterna sandvicensis*: resultaten 1995-1996 (IBN 95 H 24). Stienen, E.W.M. en A. Brenninkmeijer.
- BEON rapport nr. 97-2      Vervallen.
- BEON rapport nr. 97-3      Jaarwerkplan 1997.
- BEON rapport nr. 97-4      De betekenis van het zout- en silicaatgehalte in Nederlandse kustwateren voor het zeegrasareaal. Kamermans, P., M.A. Hemminga, D. de Jong, K.S. Dijkema. (NIOO 96 EH 07).
- BEON rapport nr. 97-5      Giftige Algen en de Reductie van de Nutriëntenbelasting (BEON-GARdeN) Competitie tussen algen. Jaarverslag 1996. Riegman, R., K. Peeters, H. Los. (NIOZ 95 E 02).
- BEON rapport nr. 97-6      In vitro biotransformatie van organohalogeenvbindingen in zeezoogdieren en vogels. Mogelijke gevolgen voor bioaccumulatie en genotoxiciteit. III: Gebromeerde vlamvertragers (Polybroom difenylethers & polybroom bifenylen). Boon, J.P., M.J. Greve, J.B. Bouma, M.K. de Boer, W.E. Lewis, H.J.C. Klamer, D. Pastor, P. Wester, J. de Boer (NIOZ 95 M 03).
- BEON rapport nr. 97-7      The impact of marine eutrophication on phytoplankton, zooplankton and benthic suspension feeders. Stratification in mesocosms, a pilot experiment (Escaravage, V, Wetsteyn, L.P.M.J., T.C. Prins, A.J. Pouwer, A. de Kruijff, M. Vink-Lievaart, C.M. van der Voorn, J.C.H. Peeters & A.C. Smaal (RIKZ 96 E 01).

### 1998

- BEON rapport nr. 98-1      In vitro biotransformatie van organohalogeenvbindingen in zeezoogdieren en vogels. Mogelijke gevolgen voor bioaccumulatie en genotoxiciteit. IV. Polychloor terfenylen (PCT's). Boon, J.P. D.E.C. Smith, W.E. Lewis, H.J.C. Klamer, D. Pastor, P. G. Wester, J. de Boer (NIOZ 95 M 03)
- BEON rapport nr. 98-2      The distribution of benthic macrofauna in the Dutch sector of the North Sea in relation to the micro distribution of beam trawling. Final report 1998. Bergman, M.J.N., J.W. van Santbrink J. Buys, J. A. Craeymeersch, G.J. Piet, A.D. Rijnsdorp, C. Laban, W. Zevenboom (NIOZ 96 V 26)
- BEON rapport nr. 98-3      Effects of changing food availability on population dynamics of the Sandwich Tern *Sterna sandvicensis*. Stienen, E.W.M., A. Brenninkmeijer (IBN 95 H 24)
- BEON rapport nr. 98-4      BEON-GARdeN (Eindrapport). Giftige Algen en de Reductie van de Nutriëntenbelasting. Riegman, R., K. Peeters, H. Los. (NIOZ 95 E 02)
- BEON rapport nr. 98-5      De betekenis van het zout en silicaatgehalte in Nederlandse kustwateren voor het zeegrasareaal. Kamermans, Hemminga, P. M.A., D. de Jong. (NIOO 96 EH 07)

### **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- 3114258/3114259/3114260**  
**Telefax: 070- 3114321**

