



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

C-12382  
835  
FAX: 0110 310711

## RIVO Rapport

Nummer: C047/00

# Jaarlijkse schelpkalkproductie door *Spisula subtruncata*

J.A. Craeymeersch<sup>1</sup> & M.F. Leopold<sup>2</sup>

1. RIVO Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek, Centrum voor Schelpdieronderzoek, Postbus 77, 4400 AB Yerseke
2. ALTERRA Research Instituut voor de Groene Ruimte, Postbus 167, 1790 AD Den Burg (Texel)

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat  
Rijksinstituut voor Kust en Zee  
Kerklaan 30  
9751 NN Haren

Project nummer: 75003-22-00

Contract nummer: 00.043

Akkoord: Dr. A.C. Smaal  
Locatiemanager Yerseke

Handtekening:

Datum:

14-11-99

Aantal exemplaren:	50
Aantal pagina's:	18
Aantal tabellen:	5
Aantal figuren:	2
Aantal bijlagen:	0

In verband met de  
verzelfstandiging van de  
Stichting DLO, waartoe tevens  
RIVO behoort, maken wij sinds  
1 juni 1999 geen deel meer uit  
van het Ministerie van  
Landbouw, Natuurbeheer en  
Visserij. Wij zijn geregistreerd  
in het Handelsregister Centraal  
Nederland nr. 09098104 BTW  
nr. NL 806511618B14.

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

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

# Inhoudsopgave:

Samenvatting . . . . .	3
1. Inleiding . . . . .	4
2. Materiaal en methoden . . . . .	4
2.1. Onderzoeksgebied . . . . .	4
2.2. Bestandsschattingen . . . . .	4
2.3. Bepaling van de schelpkalkproductie . . . . .	5
3. Resultaten . . . . .	7
4. Discussie . . . . .	7
5. Conclusies . . . . .	9
6. Referenties . . . . .	10
Lijst van tabellen en figuren . . . . .	11

## Samenvatting

In dit rapport is in opdracht van het Rijksinstituut voor Kust en Zee van Rijkswaterstaat een schatting gemaakt van de jaarlijkse schelpkalkproductie in het gebied boven de Waddeneilanden. Onder schelpkalkproductie is verstaan de som van het schelpgewicht van dieren die tot meer dan 1 cm gegroeid en vervolgens gestorven zijn. In drie van de vier jaar werd jaarlijks ongeveer 200000 m<sup>3</sup> schelpkalk geproduceerd, voornamelijk schelpen van 14-15 mm lengte. Niet alle geproduceerde schelpkalk is potentieel winbaar. De belangrijkste bron van verlies is vergruizing door schelpdier-etende eenden. In normale jaren zou predatie door zee-eenden zorgen voor een vergruizing van ongeveer 100000 m<sup>3</sup>, de helft van de productie. De gepresenteerde hoeveelheden zijn grove schattingen. Voor de bepaling van de schelpkalkproductie zijn een aantal aannames gemaakt betreffende het jaarlijkse verloop van groei en sterfte. Voor de conversie van gewicht naar volume is uitgegaan van 1m<sup>3</sup> = 400 kg. Voor de bepaling van de vergruizing door zee-eenden is uitgegaan van een vaste prooi-lengte (25 mm).

# 1. Inleiding

De halfgeknotte strandschelp, *Spisula subtruncata*, is in de Nederlandse kustzone een van de meest voorkomende soorten (Eisma, 1966; Holtmann *et al.*, 1996). In de periode 1995-1997 kwamen in het voorjaar telkens ongeveer 400 miljard individuen voor (Craeymeersch, 1999). De schelpkalkproductie zou daarom aanzienlijk kunnen zijn. Meer kennis is wel nodig omdat de overheid bij de vaststelling van het contingent schelpen dat jaarlijks opgevist mag worden, rekening wil houden met de hoeveelheden schelpkalk die jaarlijks geproduceerd worden.

In opdracht van het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) van Rijkswaterstaat wordt in dit rapport een schatting van de schelpkalkproductie gemaakt op basis van de gegevens verzameld door het RIVO (Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek) en ALTERRA in de periode 1995-1999. De opdracht is vanuit het RIKZ begeleid door dr. K. Essink en ir. H.P.J. Mulder. Het onderzoek beperkt zich tot de kustzone buiten de Waddeneilanden (Den Helder tot Duitse grens). In die periode hebben RIVO en ALTERRA jaarlijks gegevens verzameld over de aanwezige bestanden, populatie-opbouw en schelp lengtes van *S. subtruncata*. In dit rapport wordt als schelpkalkproductie verstaan: de som van het schelpgewicht van dieren die tot meer dan 1 cm gegroeid en vervolgens gestorven zijn. Schelpen kleiner dan 1 cm zijn voor winning niet interessant. Niet alle geproduceerde schelpkalk is potentieel winbaar. Er treden onder andere verliezen op door afvoer naar andere gebieden en door vergruizing of begraving. In de discussie wordt daar voor zover mogelijk nader op ingegaan.

## 2. Materiaal en methoden

### 2.1. Onderzoeksgebied

Het onderzoek is beperkt tot de kustzone buiten de Waddeneilanden (Den Helder tot Duitse grens). Het gebied is onderverdeeld in 10 deelgebieden (figuur 1). Hierdoor is er onderscheid tussen de eilanden (Texel, Vlieland, Terschelling, Ameland en Schiemonnikoog incl. Rotterumerplaat en -oog). Deze vijf gebieden zijn verder onderverdeeld volgens de 3-mijlsgrens (grens vergunningen schelpwinning).

### 2.2. Bestandsschattingen

#### *Bemonsteringen*

Sinds 1995 inventariseert het RIVO jaarlijks de schelpdierbestanden voor de Nederlandse kust met als doel het in kaart brengen van de schelpdierbestanden en de fluctuaties in de tijd in de ligging en de omvang van deze bestanden. Het onderzoek is in eerste instantie gericht op de bestanden van *Spisula subtruncata*, maar geeft ook een kwantitatief beeld over de verspreiding en dichtheid van een 25-tal andere bodemdiersoorten. In 1998 is het onderzoek uitgevoerd in samenwerking met ALTERRA, dat het gebied ten noorden van de Waddeneilanden tot ongeveer 6 mijl uit de kust voor zijn rekening nam.

De RIVO-bemonsteringen zijn steeds uitgevoerd in het voorjaar (april-juni). In het gebied boven de Waddeneilanden werd gevestigd met een speciaal voor het bemonsteren van schelpdieren ontworpen sleepkor (de "guts"). De guts is een soort kooi die aan de onderzijde is voorzien van een schaaaf van 10 cm breed, en bemonstert de bovenste 7 cm van het sediment. Vissen gebeurde over een afstand van ongeveer 150 meter. De bemonsterde oppervlakte was daardoor  $\pm 15\text{m}^2$ .

De monsterpunten waren over het onderzoeksgebied verdeeld volgens een grid, waarbij voor een efficiënte verdeling van de onderzoeksinspanning het gebied verdeeld werd in een aantal strata: gebieden met verschillende kans of verwachting op het voorkomen van

schelpdieren. De indeling was gebaseerd op informatie uit eerdere bestandsopnames en op informatie van schelpdiervissers. In strata waar zich mogelijk schelpdieren konden bevinden, werd een fijner grid bemonsterd dan in gebieden waar maar lage dichtheden verwacht werden. In strata waar geen schelpdieren verwacht werden, werd het minst intensief bemonsterd.

Het bodemmateriaal dat naar boven kwam, werd in een grote roestvrijstalen bak opgevangen en uitgespoeld (maaswijdte 5 mm). De vangst werd opgemeten (in liters) en uit een deelmonster werden alle levende organismen uitgezocht en de aantallen bepaald. Voor *Spisula subtruncata* is daarbij een onderscheid gemaakt tussen 1-jarige dieren (broed van voorgaande jaar) en meerjarige individuen.

ALTERRA nam in mei 1998 bodemonsters met een bodemhapper. De monsters lagen op raaien die min of meer loodrecht op de kust liepen. Per lokatie bedroeg de bemonsterde oppervlakte 0.167475 of 0.18225 m<sup>2</sup>. Het materiaal werd op een 1mm-zeef gespoeld. Van alle levende *Spisula*'s werd de lengte bepaald.

### *Populatie-opbouw*

Naast de reeds genoemde bemonstering in 1998 heeft ALTERRA sinds begin jaren negentig tijdens de winter en/of voorjaar de gehele kustzone of geselecteerde gebieden boven de Waddeneilanden bemonsterd. Van alle *Spisula*'s werd de lengte bepaald. Uit de lengte-frekwentiedistributies is de leeftijdsverdeling en de gemiddelde lengte van iedere jaarklasse bepaald. Het bestand meerjarige dieren, zoals bepaald uit de RIVO-bestandsopnames, is volgens deze leeftijdsverdeling verder onderverdeeld. Meestal betrof het 2-jarige dieren. Enkel in het voorjaar 1995 en 1999 werden ook oudere individuen aangetroffen. Een verdere onderverdeling van deze dieren was niet mogelijk. Bij de berekeningen zijn zij als 3-jarig beschouwd.

### *Bepaling van de bestanden*

Per lokatie is per leeftijdsklasse de dichtheid (aantal per vierkante meter) bepaald. Voor de bepaling van het totaal aantal aanwezige individuen is voor de RIVO-inventarisaties de dichtheid vermenigvuldigd met de oppervlakte waarvoor ieder punt stond (d.i. bijv. 250 ha in een stratum met een monsterdichtheid van één monsterpunt per 250 ha) en per deelgebied gesommeerd. Voor de ALTERRA-bemonsteringen is de gemiddelde dichtheid per deelgebied vermenigvuldigd met de totale oppervlakte van het bemonsterde gebied.

## 2.3. Bepaling van de schelpkalkproductie

Sterfte, dus schelpkalkproductie, treedt het hele jaar op. In de winter zijn de belangrijkste factoren die schelpdieren doen sterven: vorst, stormen, en predatie door eenden (Leopold *et al.* 1998); in de zomer treedt sterfte op door schelpdiervisserij en wellicht als gevolg van de uitputting die gepaard gaat met voortplanting. Ook sterfte door zandwinning en zandsuppleties vindt vooral 's zomers plaats (van Dalfsen & Essink, 1997). Door het hele jaar heen treedt sterfte op als gevolg van de boomkorvisserij (Lindeboom & De Groot 1998). Het relatieve gewicht van alle bekende en nog onbekende sterftefactoren is niet bekend. Om deze reden zijn we uitgegaan van een gemiddelde sterfte die gelijk is voor het gehele jaar. De jaarlijkse sterfte  $S_j$  is per leeftijdsklasse bepaald als het verschil in aantal levende individuen van een leeftijdscohorte in twee opeenvolgende jaren.

$$S_j = N_{j,i+1} - N_{j,i}$$

met  $N_{j,i+1}$  en  $N_{j,i}$  het aantal individuen van de leeftijdscohorte  $j$  op tijdstippen  $i$  en  $i+1$  (één jaar later) (bij Texel bijvoorbeeld zijn er  $16405 - 375 = 16030$  miljoen individuen gestorven in hun tweede levensjaar in de periode 1995-1996). In enkele gevallen bleek de sterfte negatief. In voorkomend geval (bijv. bij Texel in periode 1997-1998 wat betreft 1-j in 1997:  $13 \cdot 10^6$  individuen in het voorjaar 1997 van 1 jaar oud,  $397 \cdot 10^6$  individuen van 2 jaar oud in 1998; tabel 1) is de sterfte op nul gezet. Gezien het daarbij telkens om relatief kleine

bestanden gaat, betekent dit slechts een kleine onderschatting van de totale schelpkalkproductie. Deze sterfte is verder opgesplitst per maand, aannemende dat er iedere maand evenveel dieren sterven:

$$D_{i,j} = \frac{S_j}{12}$$

met  $D_{i,j}$  de sterfte in maand  $i$  ( $i=1-12$ ) van leeftijdsklasse  $j$ , waarbij  $D_{1,j} = D_{2,j} = \dots = D_{12,j}$  (dus bij Texel in de periode 1995-1996 zowat 1336 miljoen individuen per maand).

Op basis van de maandelijkse sterfte en de gemiddelde lengtes is het totale gewicht aan 'nieuw geproduceerde' lege schelpen berekend.

$$G_s = \sum_{i=1}^{12} w_i * D_i / 1000$$

waarbij

$G_s$  = totale gewicht (kg) aan 'geproduceerde' lege schelpen,

$w_i$  = individueel schelpgewicht (g) in maand  $i$  ( $i = 1 - 12$ ).

Het individueel schelpgewicht is bepaald aan de hand van de geschatte lengte op het moment van sterven. Deze laatste is als volgt bepaald. Uit het verloop van de gemiddelde lengte van iedere leeftijdsklasse (zie hoger) is de gemiddelde lengte per maand bepaald. Er is daarbij aangenomen dat er geen groei is van oktober tot maart, en dat de groei in de overige maanden gelijk is. Driejarige individuen zijn maximaal tot 33 mm gegroeid, 2-jarige dieren die het daaropvolgende jaar stierven maximaal 30 mm. In mei 1995 groeide een 1-jarig dier bij Texel dus bijna 1.3 mm ( $= (25-16)/7$ ) waarbij 16mm de lengte van een 1-jarig dier in mei 1995 en 25mm de lengte van een 2-jarig individu in mei 1996 – zie tabel 3), een 2-jarig individu 0.7mm en een 3-jarige 0.3 mm.

Er is hierbij aangenomen dat er exact 12 maanden tussen iedere bemonstering waren, en dat de lengtes zoals bepaald uit de lengte-frekwentiedistributies (ALTERRA-gegevens) overeenkomen met de lengteverdeling bij de RIVO-inventarisaties. In de praktijk gebeuren de inventarisaties niet precies op dezelfde datum. Niet alle punten worden trouwens op dezelfde dag bemonsterd. En de bemonsteringen door RIVO en ALTERRA gebeurden ook niet op dezelfde dagen. Omdat de bemonsteringen in het groeiseizoen gebeuren, zit er zeker een onnauwkeurigheid (1 tot een paar millimeters) op de geschatte lengte en groei van iedere jaarklasse.

Het individueel schelpgewicht is berekend aan de hand van volgende relatie (Roozen, 2000):

$$w = 8 * 10^{-5} * l^{3.0324}$$

met

$w$  = individueel gewicht (g), en

$l$  = lengte (mm)

De schelpkalkproductie is tenslotte uitgedrukt in volume, gebruikt makend van de eerder door Essink (1995) vastgestelde verhouding tussen gewicht en volume: 1m<sup>3</sup> lege schelpen weegt 400 kg.

Broedval van *Spisula subtruncata* vindt in de zomer plaats. Tijdens het eerste jaar sterven veel dieren. Een deel van deze dieren is vermoedelijk binnen korte tijd reeds groot genoeg om voor de schelpenvisserij potentieel winbaar te zijn. In december 1995 bijvoorbeeld, bleken reeds heel wat 0-jarigen meer dan 10 mm lang. Maar najaars- en wintergegevens over de lengtefrekwentiedistributies en bestanden zijn niet of slechts beperkt in ruimte en/of tijd voorhanden. De beschikbare data laten daarom niet toe de productie tijdens het eerste levensjaar (d.i. vanaf de zomerbroedval tot de voorjaarsinventarisatie) te schatten.

De schatting van de schelpkalkproductie is beperkt tot de deelgebieden binnen de 3-mijlszone. Verderaf werd slechts zelden *S. subtruncata* gevonden, zij het dat ze daar lokaal wel in hoge dichtheden kunnen voorkwamen (zie resultaten).

### 3. Resultaten

Tabellen 1 en 2 geven de omvang van de bestanden in de periode 1995-1999 voor de verschillende deelgebieden respectievelijk binnen en buiten de 3-mijlszone. In het laatste gebied blijken de bestanden meestal relatief klein. Slechts in enkele gevallen werden hoge aantallen, vooral 1-jarige dieren gevonden. Veelal werden slechts op 1 of 2 lokaties hoge aantallen gevonden (Schiermonniksoog, 1997; Ameland, 1996; Terschelling, 1997). Bij Ameland lag in 1997 één locatie met hoge aantallen net buiten de 3-mijlsgrens. Omdat de *Spisula*-banken zich dus vooral binnen de 3-mijlsgrens bevonden, is de berekening van de schelpkalkproductie ook tot de 3-mijlszone beperkt.

Tabel 3 geeft voor de verschillende deelgebieden de gemiddelde lengte per leeftijdsklasse weer. Het is duidelijk dat de lengte van vooral de 1-jarigen sterk verschilt per jaar en per gebied. Zoals eerder aangegeven, is dit voor een deel toe te schrijven aan verschillen in het tijdstip van bemonsteren. De verklaring voor de grotere verschillen dient gezocht te worden in verschillen in hun omgeving, voedsel en dichtheid. Overigens blijken de verschillen bij de 2-jarigen veel geringer. Zoals ook voor de Belgische kust vastgesteld (Degraer, 1999), kennen kleine schelpen in hun tweede jaar blijkbaar een inhaalslag. Eenzelfde fenomeen doet zich ook voor bij andere tweekleppigen zoals het nonnetje (Lammens, 1967).

Tabel 4 geeft een overzicht van de geschatte schelpkalkproductiewaardes. In totaal worden jaarlijks ongeveer 200000 m<sup>3</sup> lege schelpen geproduceerd, praktisch allen groter dan 15 mm. Enkel in 1996-1997 lag dit getal veel lager door sterfte in het voorjaar 1996. Er zijn grote verschillen tussen de gebieden en tussen de jaren. De hoogste productie betreft steeds schelpen van 14-15 mm (figuur 2).

### 4. Discussie

De jaarlijkse bestanden van de halfgeknotte strandschelp, *Spisula subtruncata*, vertonen grote fluctuaties (Craeymeersch, 1999; Smaal *et al.*, 2000). Dit is uiteraard terug te vinden in de omvang aan lege schelpen die jaarlijks geproduceerd wordt. Een deel is terug te voeren op verschillen in broedval, een ander deel terug te voeren op bijv. de wintertemperatuur. Zo stierven de meeste dieren boven de Waddeneilanden tijdens de vorstperiode begin 1996. Dit resulteert in een lage schelpkalkproductie in 1996-1997. De schelpkalkproductie in drie van de vier onderzochte jaren bedroeg ongeveer 200000 m<sup>3</sup>. Dit is ongeveer wat er jaarlijks in de Waddenzee aan schelpen opgevist mag worden (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1998).

De berekende waardes zijn exclusief sterfte van 0-jarigen, dus een onderschatting. Veelal zullen deze dieren kleiner dan 10 mm zijn, en dus niet potentieel winbaar. Maar in sommige gebieden en jaren is de groei tijdens het eerste halfjaar erg goed (bijv. bij Schiermonnikoog in 1995) en zijn praktisch alle nog levende 0-jarigen vóór de winter reeds groter dan 10 mm. Wat dan sterft vóór de voorjaarsinventarisatie is niet in de gepresenteerde volumes meegenomen.

De in dit rapport berekende schelpkalkproductie voor de periode 1995-1996 wijkt sterk af van de door Essink (1995) gerapporteerde getallen. Allereerst is de toenmalige berekening beperkt tot de kustzone boven de eilanden Vlieland, Terschelling en Ameland. Er is aangenomen dat de productie voor de kust van Texel en Schiermonnikoog-Rottumeroog ruwweg even groot was. In het huidige rapport is uitgegaan van de bestandsopnames voor

de hele kustzone. Verder was het bestand 'zaad' (1-jarige dieren) waar Essink vanuit ging bijna tweemaal zolaag als bij de huidige schatting. Essink ging uit van ongeveer 6000 miljoen individuen boven Terschelling en 35000 individuen boven Ameland. De huidige berekeningen komen voor beide gebieden respectievelijk op ongeveer 11000 en bijna 70000 miljoen individuen (tabellen 1 en 2). De reden voor deze verschillen zijn niet te achterhalen. Tot slot is er ook een groot verschil in benadering. Essink berekende de hoeveelheid schelpkalk aanwezig in levende dieren. De productie was dan de som van het schelpgewicht van 1-jarige dieren en het schelpgewicht aan meerjarige dieren gedeeld door drie (aannemende dat de productie over het 2de, 3de en 4de groeiseizoen gelijk was). In dit rapport is onder schelpkalkproductie verstaan het totale gewicht aan schelpen die tot meer dan 1 cm gegroeid en vervolgens gestorven zijn. Voor groei en sterfte is uitgegaan van lengte-frekwentiedistributies, een aantal aannames betreffende groei en sterfte, en een lengte-schelpgewicht relatie. Essink schatte dus de hoeveelheid schelpkalk geproduceerd in levende schelpen, dit rapport de hoeveelheid schelpkalk die onder de vorm van lege schelpen 'vrij' komt.

Het potentieel winbare gedeelte van de productie is kleiner dan de productie zelf. Er treden verliezen op door afvoer tot buiten de voor winning aangewezen gebieden, bijvoorbeeld naar te diep water, naar de stranden of, al dan niet via de schelpdiervisserij, naar de Waddenzee, terwijl ook nog verliezen kunnen optreden door vergruizing of begraving (bijvoorbeeld door zandsuppleties op de vooroever). Verplaatste schelpen kunnen op termijn weer beschikbaar komen voor de schelpenwinning, vergruisde schelpen niet. Een deel van de vergruizing is te wijten aan predatie door vissen, garnalen en zee-eenden. Fragmenten van *Spisula* zijn o.a. gevonden in magen van schollen en tong, al vormen ze er niet de belangrijkste voedselprooi (Braber & de Groot, 1973; Offringa, 1991; De Clerck & Buyseune, 1989; Rijnsdorp & Vingerhoed, in voorbereiding). Ook gewone garnalen prederen op tweekleppigen (del Norte-Compos & Temping, 1994), maar dan vooral op sifons van surface deposit-feeders zoals het nonnetje (Kamermans & Huitema, 1994). Naar verwachting is predatie op volledige schelpen echter beperkt tot kleine (< 5 mm) individuen, en dus geen (grote) verliespost voor de berekende schelpkalkproductie.

Enkel vergruizing door schelpdier-etende eenden lijkt daarom belangrijk. Van belang zijn vooral de zwarte zee-eend en de eidereend, en in mindere mate de grote zee-eend. Deze vogels hebben alle gemeen dat ze schelpdieren opduiken en in hun geheel inslikken en vervolgens in hun maag vergruizen. Gezien het relatieve voorkomen van de verschillende soorten schelpdieren in de kustzone, moet sinds begin jaren negentig bijna 100% van het voedsel bestaan uit *Spisula subtruncata*, hooguit met enkele procenten aangevuld met het zaagje, *Donax vittatus*, en het nonnetje, *Macoma baltica*. Dit wordt bevestigd door (zeer summier) maagonderzoek aan dode eenden. Hieruit volgt dat de consumptie van deze vogels één op één is te vertalen naar vergruizing van *Spisula*. De onzekerheden bij de schatting van de totale eenden-consumptie zijn hierbij dermate groot, dat procenten 'bijvangst' van andere soorten dan *Spisula* hierin zonder betekenis zijn.

De hoeveelheid voedsel, opgenomen door de eenden, kan worden berekend door de dagelijkse voedselbehoefte per eend te vermenigvuldigen met het aantal 'eenddagen'. Het aantal eenddagen is voor de meeste jaren niet goed bekend en moet dus geschat worden. Gegevens over de aantallen eenden zijn afkomstig van de jaarlijkse tellingen door RIKZ (tellingen vanuit de lucht) en incidentele tellingen door Alterra (tellingen vanaf een boot) (Leopold *et al.*, 1995; Baptist *et al.*, 1997). In normale jaren zitten er in januari/februari rond de 90000 zwarte zee-eenden; 500-1000 grote zee-eenden en 30-50000 eidereenden. In de twee ijswinters in de studieperiode (1995/96 en 1996/97) zaten er na januari veel minder, in de eerste, strengste winter vanaf 1 februari geen. De aantallen nemen in de herfst toe, pieken in mid-winter en dalen daarna weer. In dit rapport is uitgegaan van volgende verdeling (in procenten van de midwinterpiek): oktober 10%; november 50%; december 80%; januari en februari 100%; maart 80%; april 60%; mei 30% juni 20%; juli-september 5%.

Ook in de ruimte zijn de eenden niet gelijkmatig verdeeld. De eenden hebben boven de wadden voorkeuren voor deelgebieden, die per soort en per winter lijken te variëren. Daarnaast kunnen de eenden om uiteenlopende redenen (vorst, gepaard gaande met sterfte van *Spisula*; visserij op *Spisula*; maar niet, voor zover bekend, uitputting van de bank door de eenden zelf) opeens vertrekken naar een andere locatie binnen of buiten de kuststrook benoorden de wadden. Er is uitgegaan van volgende verdeling voor zwarte en grote zee-eend (ZZ en GZ) en eidereend (E) (Leopold, ongepubliceerd):



	ZZ	GZ	Eider
Texel	25%	5%	20%
Vlieland	-	-	-
Terschelling	50%	90%	75%
Ameland	25%	5%	5%
Schier/Rottum	-	-	-

Vlieland is dus van geen belang. Schiermonnikoog en Rottumerplaat en -oog zijn de laatste jaren van marginaal belang. Texel is vooral van belang bij verstoring bij Terschelling. Ameland lijkt een satellietlocatie van Terschelling voor de zwarte zee-eend, met name van belang bij verstoring bij Terschelling.

De dagconsumptie per eend van de betrokken soorten in de Nederlandse kustzone in de winter is berekend door Leopold *et al.* (1998), voor januari-mei 1996. De dagelijkse voedselbehoeftes werden geschat aan de hand van het lichaamsgewicht van de vogels. Voor zwarte zee-eenden, grote zee-eenden en eidereenden werd de voedselbehoefte geschat op respectievelijk 100-105g, ongeveer 130g en bijna 160g asvrijdrooggewicht vlees per dag per dier. De consumptie, in aantal schelpen, zal dus sterk afhangen van de grootte van die schelpen. Verder dient opgemerkt te worden dat de vleesinhoud per schelpdier over de winter varieert, maar niet goed bekend is hoe. In dit rapport is uitgegaan van een vaste gemiddeld vleesgewicht per schelpdier per seizoen (berekend aan de hand van bekende lengte-vleesgewichtrelaties; zie Leopold *et al.*, 1998). De berekeningen zijn uitgevoerd voor schelpen met een lengte van 10mm en 25mm. Voor beide lengtes is berekend hoeveel schelpen dagelijks door een eend gegeten moeten worden om aan zijn of haar voedselbehoefte te voldoen.

Door de getelde, dan wel geschatte aantallen eenden, per soort voor iedere maand, te vermenigvuldigen met het aantal dagen van de betreffende maand en met de dagelijkse consumptie per eend per dag krijgen we een beeld over de consumptie, in aantal schelpen. Vervolgens is het aantal schelpen vermenigvuldigd met het gemiddelde schelpgewicht voor die lengte.

Als de eenden zouden moeten leven van kleine *Spisula*'s, is de vergruizing vele malen hoger dan de productie, doordat de eenden astronomisch hoge aantallen schelpdieren zouden moeten eten ( $58000-330000 \cdot 10^6$  individuen of  $145-825 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ ). Bij een consumptie van exclusief schelpen van gemiddeld 25 mm, is de consumptie nog steeds hoog: circa 50% van de schelpkalkproductie. In normale jaren ligt de post 'vergruizing' op circa 100000 kubieke meter schelpkalk (tabel 5). Dit betekent dat er hooguit de helft van de schelpkalkproductie overblijft voor schelpenvisserij.

## 5. Conclusies

In drie van de vier onderzochte jaren bedroeg de schelpkalkproductie ongeveer  $200000 \text{ m}^3$ . Daarvan was ongeveer de helft niet voor schelpenwinning beschikbaar omdat de schelpdieren door zee-eenden zijn opgegeten en vergruisd. Het 'vergruis'-model is echter zeer gevoelig voor de aangenomen lengte van de gepredeerde schelpen. Verfijning kan enkel door gedetailleerdere gegevens over de verdeling van de eenden per bank (RIKZ) te koppelen aan meer gedetailleerde gegevens over de lengte van de *Spisula*'s (maandelijkse metingen per bank). Deze laatste ontbreken. Niettemin kan geconcludeerd worden dat de te winnen hoeveelheid schelpkalk aan *Spisula*'s veel kleiner is dan wat jaarlijks in de Waddenzee aan schelpen opgevist mag worden.

## 6. Referenties

- Baptist, H.J.M., R.H. Witte, P. Duiven & P.A. Wolf 1997. aantallen Eidereenden *Somateria molissima* in de Nederlandse kustwateren en de Waddenzee in de winters 1993-97. *Limosa* 70: 113-118.
- 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.
- Craeymeersch, J.A. 1999. *Spisula subtruncata* in de Nederlandse kustzone (1993-1997). Uitwerking graadmeter 'stapelvoedsel'. RIVO Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek, IJmuiden. Rapport C061/99. 25 pp.
- De Clerck, R. & D. Buseyne 1989. On the feeding in the plaice in the southern North Sea. ICES CM 1989/G:23
- Degraer, S. 1999. Macrobenthos of shallow marine habitats (Belgian coast) and its use in coastal zone management. PhD Thesis, Rijksuniversiteit Gent.
- del Norte-Campos, A.G.C. & A. Temming 1994. Daily activity, feeding and rations in gobies and brown shrimp in the northern Wadden Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 115, 41-53.
- Eisma, D. 1966. The distribution of benthic marine molluscs off the main Dutch coast. *Neth. J. Sea Res.* 3, 107-163.
- Essink, K. 1995. Schatting schelpproductie kustzone. Notitie RWS-RIKZ. 4 pp.
- Holtmann, S.E., A. Groenewold, K.H.M. Schrader, J. Asjes, J.A. Craeymeersch, G.C.A. Duineveld, A.J. van Bostelen & J. van der Meer 1996. Atlas of the Zoobenthos of the Dutch Continental Shelf. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, North sea directorate, Rijswijk. 244 pp.
- Kamermans, P. & H.J. Huitema 1994. Shrimp (*Crangon crangon* L.) browsing upon siphon tips inhibits feeding and growth in the bivalve *Macoma balthica* (L.). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 174, 59-75.
- Lammens, J.J. 1976. Growth and reproduction in a tidal flat population of *Macoma balthica* (L.). *Neth. J. Sea Res.* 3, 315-382.
- Leopold, M.F., H.J. Baptist, H.J., H. Offringa & P.A. Wolf 1995. De Zwarte Zeeëend *Melanitta nigra* in Nederland. *Limosa* 68: 49-64.
- Leopold, M.F., M.A. van der Land & H.C. Welleman 1998. *Spisula* en zee-eenden in de strenge winter van 1995/96 in Nederland. BEON Rapport nr. 98-6.
- Lindeboom, H.J. & S.J. de Groot (eds.), 1998. IMPACT-II. The effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic ecosystems. NIOZ-Rapport 1998-1 / RIVO-DLO Report C003/98. 404 pp.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1998. Landelijke Beleidsnota Schelpenwinning. Den Haag, december 1998.
- Rijnsdorp, A.D. & B. Vingerhoed, in voorbereiding. The effects of beam trawling on the feeding of plaice *Pleuronectes platessa* L. and sole *Solea solea* (L.).
- Roozen, S. 2000. *Spisula subtruncata*. De biometrische verschillen tussen de Kust en de Voordelta. Stageverslag. RIVO Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek. Rapport 00.0007. 28 pp.
- Smaal, A.C., J.A. Craeymeersch, P. Kamermans, J.J. Kesteloo, E. Schuiling 2000. Schelpdieren en krabben in het Waddengebied in de periode 1994-2000 als mogelijk voedsel voor Eidereenden. RIVO Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek. Rapport C029/00. 23 pp.
- Van Dalfsen, J.A. & K. Essink, 1997. RIACON Risk Analysis of Coastal Nourishment Techniques. National Evaluation Report (The Netherlands). RIKZ, Haren. Report RIKZ-97.022. 98 pp.

## Lijst van tabellen en figuren

Tabel 1. Omvang in aantallen (miljoen individuen) van de Spisula-bestanden binnen de 3-mijlszone in 1995-1999.

Tabel 2. Omvang in aantallen (miljoen individuen) van de Spisula-bestanden buiten de 3-mijlszone in 1995-1996 (meerjarige dieren – mj – zijn niet verder opgesplitst in leeftijdsklassen).

Tabel 3. Gemiddelde lengte (mm) per leeftijdsklasse.

Tabel 4. jaarlijkse schelpkalkproductie in volume ( $\text{m}^3$ ) berekend voor alle lengtes (alles) en schelpen groter dan 15 mm.

Tabel 5: Consumptie door alle zee-eenden samen, in alle deelgebieden per jaar (juli tot juni), in tonnen schelpkalk en in kubieke meters, bij een exclusieve consumptie van schelpdieren van 25 mm groot.

Figuur 1. Deelgebieden onderscheiden in deze studie

Figuur 2. Schelpkalkproductie (volume in  $\text{m}^3$ ) per lengteklasse.

Tabel 1. Omvang in aantallen (miljoen individuen) van de *Spisula*-bestanden binnen de 3-mijlszone in 1995-1999.

gebied	jaar	leeftijd			totaal
		1-j	2-j	3-j	
Texel	1995	16405	26	26	16456
	1996	6966	375	0	7341
	1997	13	4323	0	4336
	1998	100466	397	0	100863
	1999	71	31515	0	31586
Vlieland	1995	1557	1	1	1560
	1996	0	2	0	2
	1997	0	124	0	124
	1998	212	33	0	244
	1999	0	5	0	5
Terschelling	1995	11077	215	215	11508
	1996	4	0	0	4
	1997	32966	3	0	32969
	1998	219	1205	0	1424
	1999	608	8	0	616
Ameland	1995	55345	276	276	55898
	1996	0	0	0	0
	1997	68292	0	0	68292
	1998	540	3866	0	4405
	1999	1085	37	4	1125
Schiermonnikoog	1995	65	95	142	302
Tot Rottumeroog	1996	0	0	0	0
	1997	4	0	0	4
	1998	9013	66	0	9079
	1999	1	214	0	214

Tabel 2. Omvang in aantallen (miljoen individuen) van de *Spisula*-bestanden buiten de 3-mijlszone in 1995-1996 (meerjarige dieren – mj – zijn niet verder opgesplitst in leeftijdsklassen).

gebied	jaar	leeftijd		totaal
		1-j	m-j	
Texel	1995	252	18	270
	1996	203	1	205
	1997	0	22	22
	1998	221	19	239
	1999	2	16	19
Vlieland	1995	56	49	104
	1996	3292	1	3292
	1997	15	11	27
	1998	19	2	20
	1999	0	0	0
Terschelling	1995	23	31	54
	1996	31	0	31
	1997	36643	20	36663
	1998	0	0	0
	1999	6	1	7
Ameland	1995	13614	302	13917
	1996	42321	0	42321
	1997	26780	57	26837
	1998	15	0	15
	1999	15	2	17
Schiermonnikoog tot Rottumeroog	1995	408	1013	1421
	1996	12104	0	12104
	1997	39	4	43
	1998	11	0	11
	1999	423	14	437

Tabel 3. Gemiddelde lengte (mm) per leeftijdsklasse.

gebied	jaar	leeftijd		
		1-j	2-j	3-j
Texel	1995	16.0	25.0	31.0
	1996	9.0	25.0	
	1997	11.0	26.5	
	1998	18.0	27.5	
	1999	10.0	24.0	
Vlieland	1995	16.0	25.0	31.0
	1996	9.0	25.0	
	1997	11.0	26.5	
	1998	19.0	26.0	
	1999	10.0	24.0	
Terschelling	1995	19.0	26.5	31.0
	1996	9.0	25.0	
	1997	14.0	25.0	
	1998	15.0	24.0	
	1999	13.0	27.0	
Ameland	1995	16.0	25.0	31.0
	1996	9.0	25.0	
	1997	14.0	25.0	
	1998	16.0	24.0	
	1999	10.0	26.0	31.0
Schiermonnikoog Tot Rottumeroog	1995	15.0	25.0	31.0
	1996	12.0	20.0	
	1997	9.0	22.0	
	1998	12.0	20.0	
	1999	9.0	23.5	

Tabel 4. jaarlijkse schelpkalkproductie in volume (m<sup>3</sup>) berekend voor alle lengtes (alles) en schelpen groter dan 15 mm.

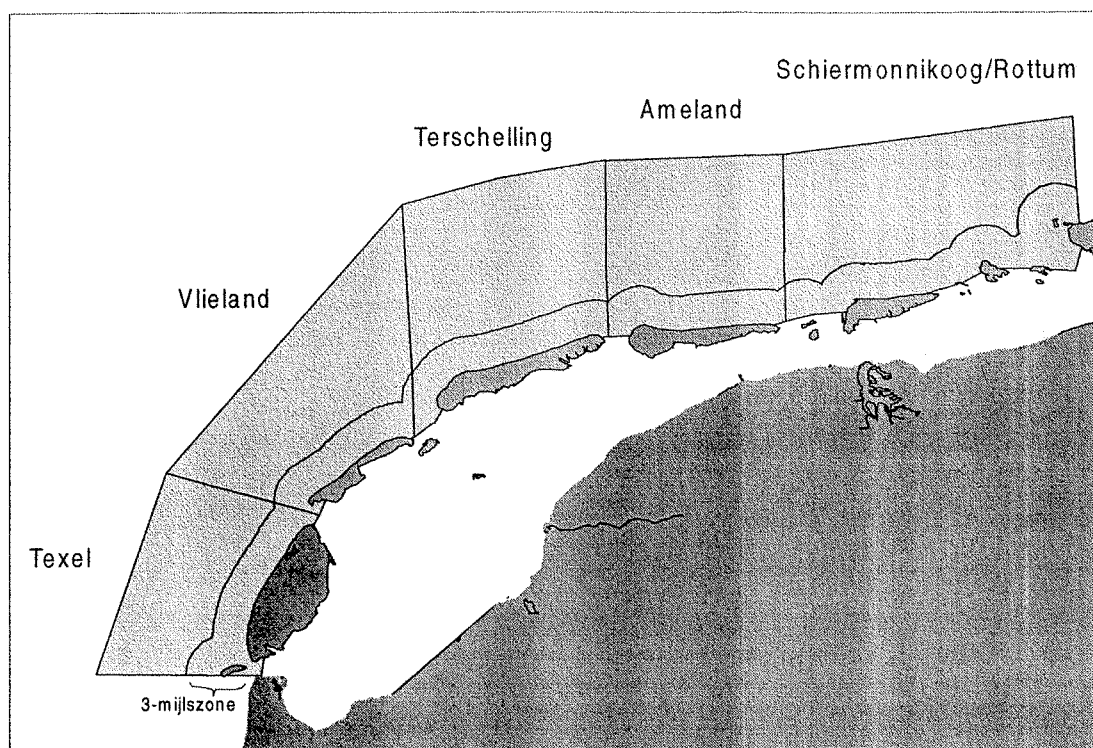
gebied	periode	alles	>15mm
Texel	1995-1996	33946	33946
	1996-1997	6158	5919
	1997-1998	22180	22180
	1998-1999	151352	151352
	gem	53409	53349
Vlieland	1995-1996	3281	3281
	1996-1997	8	8
	1997-1998	635	635
	1998-1999	637	637
	gem	1140	1140
Terschelling	1995-1996	30195	30195
	1996-1997	1	1
	1997-1998	52813	52813
	1998-1999	5999	5999
	gem	22252	22252
Ameland	1995-1996	119476	119476
	1996-1997	0	0
	1997-1998	107098	107098
	1998-1999	46877	46877
	gem	68363	68363
Schiermonnikoog tot Rottumeroog	1995-1996	1225	1225
	1996-1997	0	0
	1997-1998	0	0
	1998-1999	12337	12337
	gem	3391	3391

Tabel 5: Consumptie door alle zee-eenden samen, in alle deelgebieden per jaar (juli tot juni), in tonnen schelpkalk en in kubieke meters, bij een exclusieve consumptie van schelpdieren van 25 mm groot.

jaar	gewicht	volume
1995/96	7536	18840
1996/97	38332	95830
1997/98	36196	90491
1998/99	42057	105143
gemiddeld	31030	77576



Figuur 1. Deelgebieden onderscheiden in deze studie (onderscheid tussen de eilanden en verdeling volgens de 3-mijlsgrens)



Figuur 2. Schelpkalkproductie (volume in m<sup>3</sup>) per lengteklasse.

