

Foerageergedrag van
de Grote Stern
Sterna sandvicensis

Beleidsgericht
ecologisch onderzoek
van de
Noordzee/Waddenzee



BEON

**Foeragegedrag van de
Grote Stern**
Sterna sandvicensis

Karen van Essen (RWS-RIKZ/Den Haag)
John H.M. Schobben (RWS-RIKZ/Den Haag)
Henk J.M. Baptist (RWS-RIKZ/Middelburg)
Chris J.N. Winter (NIOZ)
Johan Jol (RWS-RIKZ/Middelburg)

Juni 1998

**BEON Rapport nr. 98-12 /
Werkdocument RIKZ/OS-98.117**

BEON project IBN 95 H 24

ISSN 0924-6576

Voorwoord

Binnen de werkgroep Habitats van BEON wordt door het RIVO, IBN-Arnhem en het RIKZ onderzoek gedaan naar de Grote Stern. In dat kader heeft het RIKZ in 1994 een meetcampagne van twee weken uitgevoerd naar het foeragegedrag van de Grote Stern. In het voor u liggende werkdocument zijn de resultaten van deze meetcampagne beschreven. In de eindrapportage van het project (geschreven door het IBN) zal een deel van de resultaten terugkomen.

Zonder de medewerking van een groot aantal personen had dit werkdocument niet kunnen verschijnen. Allereerst worden de bemanning van de Capella bedankt voor hun inzet en gastvrijheid. De hulp van meetleider W. Vos was onontbeerlijk voor de uitvoering van de metingen. T. Top heeft de voorbereiding voor zijn rekening genomen. Het RIVO heeft het vistuig ter beschikking gesteld. A. Corten en S. Rijs hebben met woord en daad advies gegeven over het te gebruiken vistuig. R. Witte heeft de vogeltellingen uitgewerkt. Daarnaast hebben A. Brenninkmeijer en E. Stienen suggesties gegeven voor verbetering van de tekst.

Inhoud

1 Inleiding 6

- 1.1 *Kader & Doelstelling* 6
- 1.2 *Ecologie van de Grote Stern* 7
- 1.3 *Indeling rapport* 8

2 Materialen & Methoden 9

- 2.1 *Inleiding* 9
- 2.2 *Fysische metingen en visvangsten aan boord van de Capella* 9
- 2.3 *Doorzicht* 11
- 2.4 *Veldonderzoek Griend* 11
- 2.5 *Dagverspreiding van de op Griend broedende Grote Sterns* 12

3 Resultaten 14

- 3.1 *Fysische metingen en visvangsten aan boord van de Capella* 14
- 3.2 *Doorzicht / Zwevend stof* 21
- 3.3 *Veldonderzoek Griend* 22
- 3.4 *Dagverspreiding van de op Griend broedende Grote Sterns* 26

4 Discussie 29

5 Conclusies 31

6 Literatuur 32

Bijlage 33

Samenvatting

De Grote Stern is een belangrijke indicatorsoort voor de kwaliteit van de Waddenzee en kustwateren. Momenteel zijn de aantallen broedparen in de Waddenzee beduidend lager dan in het verleden mogelijk was. Dit kan meerdere oorzaken hebben. Eén daarvan is de voedselbeschikbaarheid. Als voedselspecialist is de Grote Stern sterk afhankelijk van het voorkomen van vis (Haring, Sprot, Zandspiering, Smelt).

Een eventuele verandering in voedselbeschikbaarheid van de vis kan meerdere oorzaken hebben:

- er kan minder vis aanwezig zijn
- de grootte van de vis kan kleiner zijn, omdat de grote exemplaren door de visserij weggevangen worden.
- de vis kan een andere verspreiding hebben, zodat de Grote Stern langere afstanden moet afleggen voor het vangen van vis
- de troebelheid van het water kan zo groot zijn dat de Grote Stern - als zichtjager - belemmerd wordt in zijn vangst

Doelstelling van het onderhavige werkdocument is om inzicht te krijgen in het foerageergedrag van de Grote Stern in de Waddenzee. Hierbij ligt de nadruk op de relatie met het doorzicht, het voorkomen van vis en de verspreiding van de Grote Stern.

Het onderzoek is uitgevoerd d.m.v. een twee weken durende meetcampagne in de Waddenzee. Getracht is om in die twee weken meerdere facetten te meten. Met een schip is het voorkomen van vis en het doorzicht gemeten. Met een vliegtuig is de verspreiding van foeragerende Grote Sterns bepaald en in de broedkolonies is de hoeveelheid en de soort vis die aan de kuikens worden gevoerd bijhouden.

Uit het onderzoek bleek de Grote Stern selectief te zijn in de keuze van de prooivissen die aan de kuikens worden gevoerd. Hij heeft een voorkeur voor grote vissen (meestal groter dan 6,5 cm) in vergelijking met de vissen die in de Waddenzee voorkomen (meestal kleiner dan 6,5 cm). Daarnaast brengt de Grote Stern relatief iets meer zandpierungen aan, alhoewel het aandeel haringachtigen (haring en sprot) veel groter is. 99% van de gevangen vis in de Waddenzee bestaat namelijk uit haringachtigen, terwijl de Grote Stern 91% haringachtigen aanvoert. Helaas ontbreken hierover gegevens uit het verleden, zodat een harde conclusie over de gevolgen voor de populatieomvang van de Grote Stern niet mogelijk is.

Het doorzicht in de Waddenzee komt zelden onder de 0,5 meter en is daarmee waarschijnlijk niet te troebel voor de Grote Stern. Bij zeer helder water (meer dan 1,5 meter doorzicht) wordt er zelfs minder vis gevangen. Verklaring hiervoor kan zijn dat er géén vis aanwezig is of dat de vis de Grote Stern cq. het net van te voren ziet aankomen en kan ontsnappen.

De Grote Stern foerageert vooral rond Griend en tussen Vlieland en Terschelling. Het aantal foeragerende Grote Sterns is onafhankelijk van het tij. De Grote Stern foerageert tijdens eb meer buitengaats dan tijdens vloed. In vergelijking met begin jaren zeventig is het foerageergebied niet wezenlijk veranderd.

Getij is van invloed op de visvangst met het vstuig; tijdens eb werd er meer gevangen dan tijdens vloed. Voor de Grote Stern geldt dit slechts in zeer geringe mate.

1 Inleiding

1.1 Kader & Doelstelling

De Grote Stern is een belangrijke indicatorsoort voor de kwaliteit van de Waddenzee en de Nederlandse kustwateren. In het verleden is het aantal broedparen drie maal sterk gedaald. In het begin van deze eeuw werd dit veroorzaakt door de jacht en het rapen van eieren en eind jaren zestig door lozing van giftige bestrijdingsmiddelen. Vanaf 1965 heeft de populatie zich weer langzaam hersteld, zonder de hoge aantallen bereikt van voor de Tweede Wereldoorlog. Dit kan duiden op beperkende omstandigheden rond het broedgebied in de Waddenzee. Dit kan meerdere oorzaken hebben (Brenninkmeijer & Stienen, 1992):

- toxicologische verontreiniging
- biotoopveranderingen
- rustverstoring door onder andere recreatie
- verandering in voedselbeschikbaarheid
- verandering in migratiepatronen

In dit rapport beperken we ons tot de beschikbaarheid van het voedsel van de Grote Stern. De Grote Stern - gespecialiseerd in het vergaren van slechts vier vissoorten (Haring, Sprot, Zandspiering en Smelt) - kan negatieve gevolgen ondervinden van een lagere beschikbaarheid van deze soorten vis. In het verleden is van een aantal andere zeevogelkolonies aannemelijk gemaakt dat de beperkte hoeveelheid vis een negatieve rol heeft gespeeld bij de omvang van de kolonies.

Een verminderde beschikbaarheid van de vis kan meerdere oorzaken hebben:

- de hoeveelheid aanwezige vis kan minder zijn.
- de vis kan kleiner zijn, omdat de grote exemplaren door de visserij (als bijvangst) weggevangen worden.
- de vis kan een andere verspreiding hebben, zodat de Grote Stern langere afstanden moet afleggen voor het vangen van vis.
- de troebelheid van het water kan zo groot zijn dat de Grote Stern - als zichtjager - belemmerd wordt in zijn vangst.

Doelstelling van het onderhavige werkdocument is om inzicht te krijgen in het foerageergedrag van de Grote Stern in de Waddenzee. Hierbij ligt de nadruk op de relatie met het doorzicht van het water, het voorkomen van vis en de verspreiding van de Grote Stern.

Het onderzoek is uitgevoerd door middel van een twee weken durende meetcampagne in de Waddenzee, waarin meerdere facetten zijn gemeten: met een schip het voorkomen van vis en het doorzicht, met een vliegtuig de verspreiding van foeragerende Grote Sterns en in de broedkolonies de hoeveelheid en de soort vis die aan de kuikens is gevoerd. Aangezien gegevens hierover uit het verleden zeer schaars zijn en de meetcampagne slechts twee weken heeft geduurd, is hypothesetoetsing niet mogelijk. Het onderzoek heeft daarom een exploratief karakter.

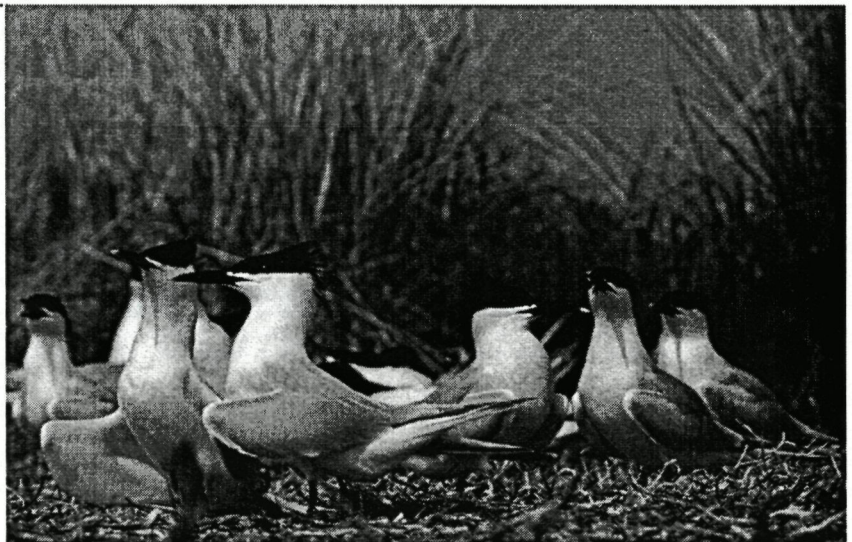
1.2 Ecologie van de Grote Stern

De Grote Stern (*Sterna sandvicensis*) is een slanke, witte vogel met een zwarte kruin, een korte staart, lange vleugels, zwarte poten en een lange, slanke, zwarte snavel met gele punt. De bovenzijde van de rug en vleugels is lichtgrijs (Brenninkmeijer & Stienen, 1992).

De Grote Stern is een zichtjager die door middel van stootduiken vis uit de bovenste 1,5 tot 2 m van de waterkolom vangt (Borodulina 1960, Dunn 1972). Vanwege het zicht-jagen is het doorzicht van de waterkolom mogelijk bepalend voor het vangstsucces van de Grote Stern.

Het voedsel van de Grote Stern bestaat in Nederland voornamelijk uit Haring, Sprot, Smelt en Zandspiering (Veen 1977, Brenninkmeijer & Stienen 1992). Zandspiering en Smelt worden op plaatsen met een sterke stroming gevangen, waar deze op de bodem levende vissen door de turbulentie van het water naar het oppervlak komen (Veen 1977) of worden opgejaagd door. Haring en Sprot bewegen zich meer onder invloed van getij en kunnen soms in ondiep water in grote scholen binnen het bereik van de Grote Sterns komen. Jonge haringen trekken in scholen in de bovenste waterlaag en zijn daardoor gemakkelijk te vangen (Arts & Meininger, 1995).

Foto 1.
De Grote Stern (Foto: John Schobben).

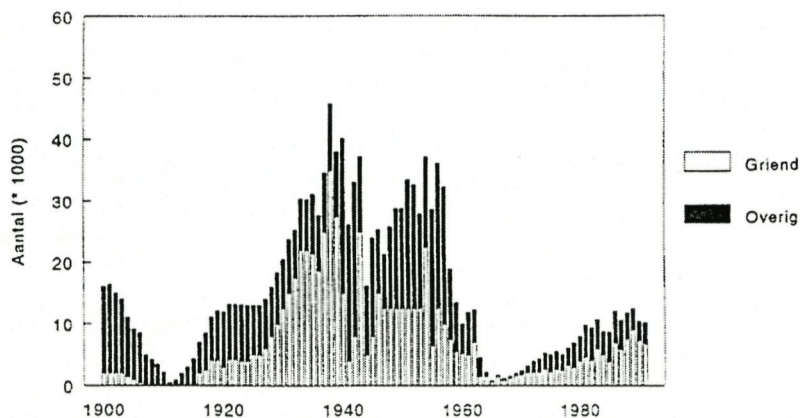


De Grote Stern broedt in Europa, Noord-Amerika en Zuid-Amerika. Het is een typeische kolonievogel. In Nederland nestelt deze vogel alleen in de kustzone, voornamelijk op vlakke, kale of weinig begroeide eilandjes. De twee grootste kolonies in Nederland zijn gelegen in het Grevelingenmeer (Hompelvoet) en in de Waddenzee (Griend) (van Boven & Schobben, 1993).

Het aantalverloop van de in Nederland broedende Stern vertoont grote fluctuaties tijdens de twintigste eeuw (Stienen & Brenninkmeijer, 1994). Tot drie maal toe veroorzaakte menselijk ingrijpen (het rapen van eieren, het schieten en verstoren van adulte vogels en vergiftiging met chloorkoolwaterstoffen) het ineenstorten van de populatie. Na de laatste ineenstorting aan het eind van de jaren zestig heeft de populatie zich onvolledig en langzaam hersteld in vergelijking met eerdere herstelperiodes.

Sinds 1980 stagneert het aantal broedparen min of meer. Het aantalsverloop van de populatie op Griend loopt ongeveer gelijk met het verloop van de Nederlandse broedpopulatie.

Figuur 1.
 Het verloop van het aantal broedparen van de Grote Stern op Griend en in de rest van Nederland (uit Brenninkmeijer & Stienen, 1992).



Mogelijke oorzaken voor deze stagnatie kunnen het verminderde doorzicht door eutrofiëring, baggeren, intensieve visserij op proovissen (van Boven & Schobben, 1993) en schelpdiervisserij zijn.

1.3 Indeling rapport

De indeling van het rapport is als volgt. In hoofdstuk 2 zijn de methodes weergegeven van de meetcampagne in juni 1994. De resultaten van de verschillende deelonderzoeken zijn weergegeven in hoofdstuk 3. De resultaten worden bediscussieerd in hoofdstuk 4, waarna de conclusies zijn weergegeven in hoofdstuk 5.

2 Materialen & Methoden

2.1 Inleiding

In juni 1994 heeft er een twee weken durende meetcampagne in de Waddenzee plaatsgevonden. Deze meetcampagne bestond uit verschillende onderdelen.

- Aan boord van het rijkswaterstaatsschip de "Capella" zijn op verschillende locaties fysische metingen (o.a. diepte, doorzicht en getij) uitgevoerd. Op sommige locaties heeft er ook een visbemonstering plaatsgevonden.
- Extra doorzicht-gegevens aan de hand van het Rijkswaterstaatsmeetnet (MWTL) zijn uit DONAR (Data Opslagsysteem Natte Rijkswaterstaat) gehaald.
- Op het eiland Griend zijn er dagelijks gegevens door het Instituut voor Bos- en Natuur onderzoek (IBN-DLO) over de voedselaanvoer van de Grote Stern verzamelt.
- Er zijn vliegtuigtellingen uitgevoerd door het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) om de dagverspreiding van de in het Waddengebied broedende Grote Sterns te achterhalen.

2.2 Fysische metingen en visvangsten aan boord van de Capella

In de periode van 6 juni tot 18 juni 1994 (met uitzondering van 11 en 12 juni) heeft het schip de "Capella" in de buurt van Griend en rond Vlieland en Terschelling op verschillende locaties (figuur 2) fysische metingen (onder andere diepte, doorzicht, getij) uitgevoerd. Op sommige locaties heeft er ook een visbemonstering plaatsgevonden (figuur 2). In de meeste gevallen is dit gebeurd met behulp van een ankerkuil met een maaswijdte van 0,5 cm en een doorsnede netopening van 2 m. Er is op verschillende dieptes bemonsterd (onder andere aan de oppervlakte). Twee keer is er bemonsterd met een garnalenkor (maaswijdte 1,8 cm). Bij de laatstgenoemde methode wordt het net over een bepaald traject gesleept, en niet zoals bij de ankerkuil op één bepaalde locatie uitgezet.

Foto 2.
De gebruikte ankerkuil (Foto: John Schobben).



Visvangsten die zijn binnengehaald met behulp van de garnalenkor worden hier buiten beschouwing gelaten, vanwege te weinig gegevens.

Er ontbraken gegevens, die wel van belang waren. Getracht is deze gegevens te achterhalen. De gegevens, die niet volledig waren (4,8%), zijn verwijderd. Dit houdt in dat ze niet zijn meegenomen in het onderzoek.

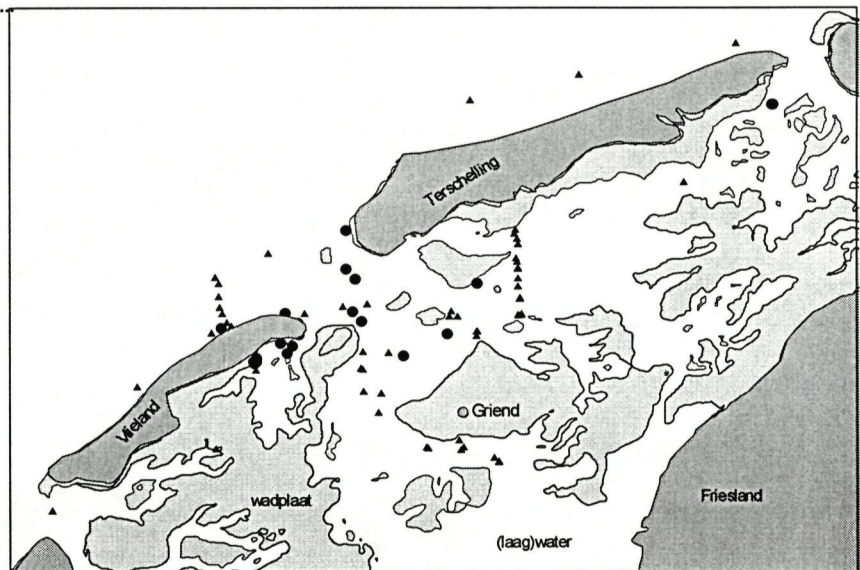
Van de gevangen Sprot/Haring en Zandspiering/Smelt is de lengte bepaald en van een deel hiervan is ook het gewicht bepaald, zodat een lengte-gewicht relatie kon worden berekend. Uit deze gegevens kan ook een lengte-frequentie verdeling worden uitgezet.

Sommige vangsten waren zo groot dat er een deelmonster is genomen. Van dit deelmonster zijn alle grote exemplaren Sprot/Haring (≥ 80 mm) en een deel van de kleinere exemplaren (< 80 mm) gemeten.

Dit houdt in dat er een correctie moest worden uitgevoerd om de lengte-frequentie verdeling van Sprot/Haring te bepalen, aangezien er in verhouding te veel grotere exemplaren zouden worden meegenomen.

Met behulp van het statistische programma Systat is nagegaan of Sprot/Haring en Zandspiering/Smelt isomorf groeien (vorm blijft gelijk naarmate de vissen langer worden).

Figuur 2.
Bemonsteringslocaties "Capella".
(driehoekje alleen fysische metingen;
rondje fysische metingen en
visbemonstering)



Tevens moet voor sommige analyses gerekend worden met een omrekeningsfactor. Niet bij iedere bemonstering is dezelfde hoeveelheid water door het net gegaan. Dit is afhankelijk van de stroomsnelheid van het water en de duur van het vissen. Met behulp van een metertje, dat aan het net is bevestigd kan aan de hand van de hoeveelheid omwentelingen worden uitgerekend hoeveel kubieke meter water er door het net is gegaan. Helaas was de ijkfactor van de meter niet te achterhalen, zodat de hoeveelheid water uit dit onderzoek moet worden weggelaten.

Door de resultaten weer te geven per omwenteling, kunnen ze toch nog onderling met elkaar worden vergeleken (relatief).

In het onderzoek is tevens gekeken naar verticale visverspreiding in de waterkolom. Hiervoor is de diepte van de waterkolom opgesplitst in twee delen: het bovenste gedeelte van de waterkolom (0 tot en met 2 meter diep) en het onderste gedeelte van de waterkolom (dieper dan 2 meter). Zeven keer is er gevist in het bovendste gedeelte van de waterkolom en vijftien keer in het onderste gedeelte. Van de overige elf visbemonsteringen is niet te achterhalen op welke diepte deze heeft plaatsgevonden.

De grens is gelegd op een diepte van 2 meter aangezien de Grote Stern stootduiken maakt tot maximaal 1,5 à 2 meter. Het is nauwelijks mogelijk de waterkolom in bijvoorbeeld drieën op te splitsen. Op erg ondiepe plaatsen is het moeilijk aan te geven in welk gedeelte van de waterkolom er is gevist, aangezien de ankerkuil een doorsnede heeft van 2 meter.

Tijdens de meetcampagne is het Rijkswaterstaatsschip "Capella" twee keer over drie raaien (Terschelling-raai, Vlieland-raai en Blauwe Slenk-raai) gevaren. Daarbij is het doorzicht met behulp van een secchi disk bepaald. Onderzocht zal worden in hoeverre doorzicht afhankelijk is van getij.

Ook is er gekeken naar de relatie tussen doorzicht en het aantal prooien (cq. de aanwezigheid van prooien).

2.3 Doorzicht

De hoeveelheid vis die beschikbaar is voor foeragerende sterns is afhankelijk van het doorzicht van het water (Stienen & Brenninkmeijer, 1997). Onderzoek in het overwinteringsgebied in West-Afrika heeft de relatie gekwantificeerd tussen visvangstsucces van de Grote Stern en doorzicht (Stienen & Brenninkmeijer, 1994). Om na te gaan hoeveel succes de foeragerende Grote Stern in de Waddenzee en het kustgebied potentieel heeft is er gekeken naar de doorzicht van het water in het foerageergebied rond Griend. Hierbij is gebruik gemaakt van gegevens uit WORSRO (voorloper van DONAR). In de periode van 1984 tot en met 1994 is er in de maanden mei en juni op 2 WORSRO-stations (WZ190 en WZ230) het doorzicht gemeten met behulp van een secchi disk. Bij het verwerken van deze gegevens is geen rekening gehouden met het getij.

2.4 Veldonderzoek Griend

Op het eiland Griend zijn 10 kuikens van de Grote Stern, in leeftijd variërend van 4 tot en met 14 dagen oud, in de periode van 6 juni 1994 tot en met 17 juni 1994 gevolgd. De prooien voor de kuikens zijn onderverdeeld in twee soortklassen, namelijk: Haring/Sprot (verder in dit rapport clupeiden genoemd) en Zandspiering/Smelt (verder in dit rapport ammodytidae genoemd). Deze indeling van de soorten komt uit het rapport van Stienen & Brenninkmeijer (1994). De lengte van de aangebrachte vissen is geschat op basis van de snavelengte van de oudervogel (gemiddelde lengte is 54,6 mm, N = 93. Stienen & Brenninkmeijer, 1997).

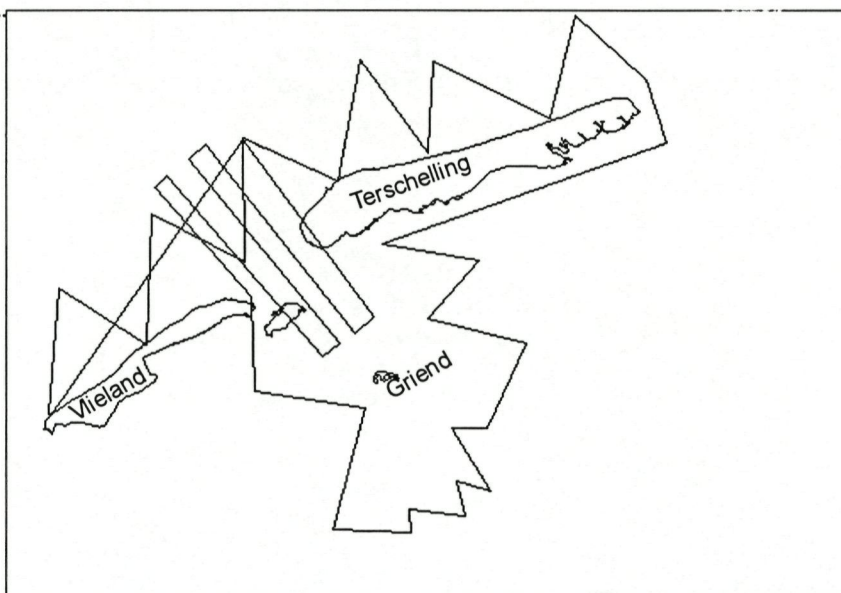
Onderzocht is of de leeftijd van de kuikens en het getij van invloed is op de voedselaanvoer van de Grote Stern. Met behulp van de getij-generator (Min. VenW) is nagegaan op welke tijdstippen het eb, kentering laagwater, vloed en kentering hoogwater was.

Hierbij zijn de gegevens van vier locaties in de Waddenzee gebruikt (Vlieland haven, West-Terschelling, Stortemelk en Terschelling Noordzee). Zodra het op één van de locaties kentering laagwater of hoogwater was is dit voor de andere locaties ook genoteerd. Dit houdt in dat het langer dan in werkelijkheid kentering laagwater of hoogwater is. Er zal voornamelijk worden gekeken naar eb en vloed, aangezien de "Capella" alleen gedurende eb en vloed (stroming aanwezig) visbemonsteringen met de ankerkuil heeft kunnen uitvoeren.

2.5 Dagverspreiding van de op Griend broedende Grote Sterns

Op 19 juni 1994 is drie keer dezelfde vlucht (figuur 3) in een straal van ongeveer 20 km rond Griend gemaakt, waarbij aanwezige vliegende vogels zijn geteld. Het doel was het verkrijgen van een indruk van de temporele en spatiële distributie van foeragerende Grote Sterns onder invloed van de getijcyclus.

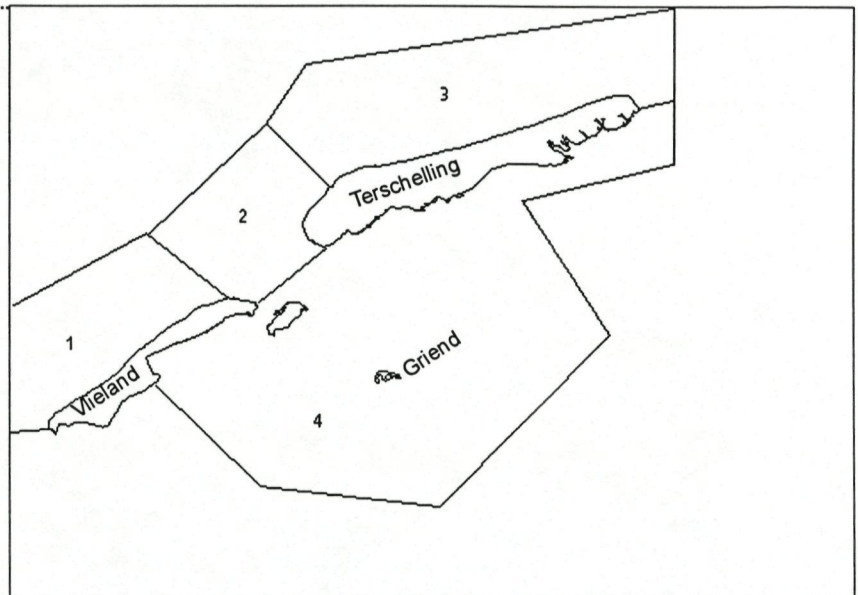
Figuur 3.
Vliegroute ten behoeve van de vogeltellingen.



De vogeltellingen zijn uitgevoerd volgens de striptransectmethode vanuit een vliegtuig dat op 210 meter hoogte met een snelheid van ongeveer 180 kilometer per uur vloog. Tijdens de vluchten wordt het gebied bemonsterd door steeds in een ongeveer 210 meter brede strook met een lengte van 1 minuut vliegtijd, alle aanwezige vliegende vogels te tellen. Ter voorkoming van verstoring is bewust gekozen om niet over Griend heen te vliegen, maar er omheen. De positie en de oppervlakte van elke telling wordt achteraf berekend. De drie vluchten duurden elk anderhalf uur en vingden aan om 6.30 uur (vlucht (1), aanvang 1 uur na hoog water), 11.20 uur (vlucht (2), aanvang met laag water) resp. 16.00 uur (vlucht (3), aanvang 1,5 uur voor hoog water).

Het getelde gebied is opgedeeld in vier deelgebieden (figuur 4).

Figuur 4.
Deelgebieden. (1) kust van Vlieland, (2) Boomkensdiep, (3) kust voor Terschelling en (4) Waddenzee



Met behulp van griddingstechnieken, methode Universal Block Kriging, is aan de hand van de meetpunten een schatting gemaakt van de dichtheid in een raster van $0,5 * 0,5 \text{ km}^2$. Uit deze gegevens zijn de totale aantallen berekend door per deelgebied de afzonderlijke waarden (aantallen vogels/ km^2) van de rasterhokken binnen het gebied te sommeren. Met behulp van tekenprogramma's zijn de geschatte waarden gevisualiseerd als isolijnen van gelijke dichtheid.

3 Resultaten

3.1 Fysische metingen en visvangsten aan boord van de Capella

In totaal hebben er gedurende de meetcampagne 35 trekken plaatsgevonden, waarvan 33 keer met de ankerkuil. In tabel 1 zijn de totale vangsten weergegeven en in hoeveel trekken de soort werd gevangen. Tevens zijn de vangsten omgerekend per omwenteling.

Tabel 1.
Gevangen soorten en aantallen.

| Soort | Totale vangst | Aantal trekken | Vangst per omwenteling |
|--------------------------|---------------|----------------|------------------------|
| Bot | 3 | 1 | 1 |
| Driedoornige stekelbaars | 8 | 2 | 3 |
| Grondel spec. | 27 | 6 | 10 |
| Harnasmannetje | 6 | 3 | 2 |
| Schol | 17 | 5 | 6 |
| Slakdolf | 47 | 4 | 18 |
| Smelt | 1 | 1 | 0.2 |
| Sprot / Haring | 41263 | 17 | 10135 |
| Steurgarnaal | 1 | 1 | 0.4 |
| Tong | 5 | 4 | 2 |
| Visspec | 5 | 3 | 2 |
| Wijting | 147 | 8 | 52 |
| Zandspiering | 17 | 9 | 5 |
| Zeenaald spec. | 10 | 6 | 5 |

Uit de tabel komt naar voren dat er maar weinig ammodytidae (Zandspiering/Smelt = 0,1%) met de Capella zijn gevangen in verhouding tot de clupeiden (Sprot/Haring = 99,9%). Om deze reden zijn de ammodytidae dan ook niet in deze paragraaf meegenomen worden. Wel is de lengte-gewicht relatie van de ammodytidae uitgerekend. Deze is grafisch weergegeven in figuur 5.

De algemene relatie voor een lengte-gewicht relatie is:

$$G = a * L^b$$

waarin: G = gewicht (gram versgewicht)
L = totale lengte (cm)
a en b = parameters

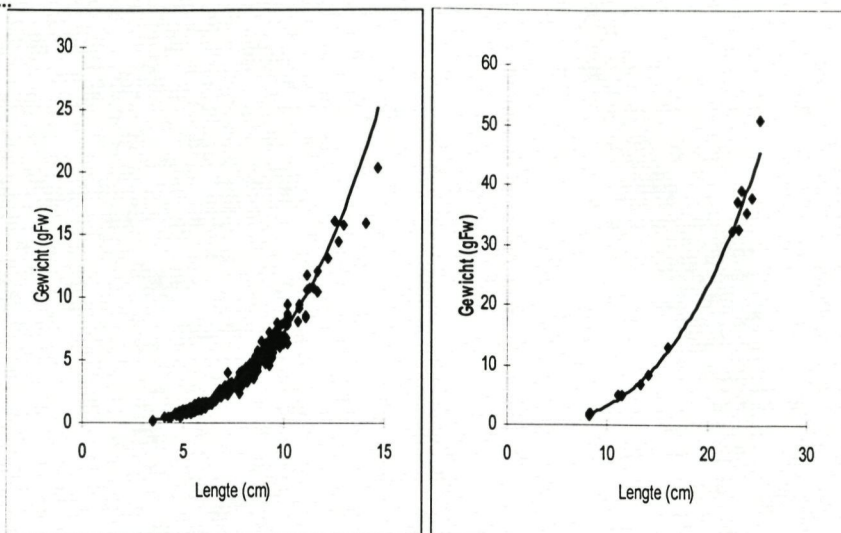
De relatie tussen de lengte en de massa van de verschillende prooivissen is als volgt:

$$G_{\text{clupeiden}} = 4,4E^{-03} * L^{3,216}$$

$$G_{\text{ammodytidae}} = 4,2E^{-03} * L^{2,8772}$$

Figuur 5.

De relatie tussen de lengte (L in cm) en het gewicht (in versgewicht (gram)) van clupeiden ($R^2 = 0,983$) (linker figuur, n = 431) en van ammodytidae ($R^2 = 0,997$) (rechter figuur, n = 15).

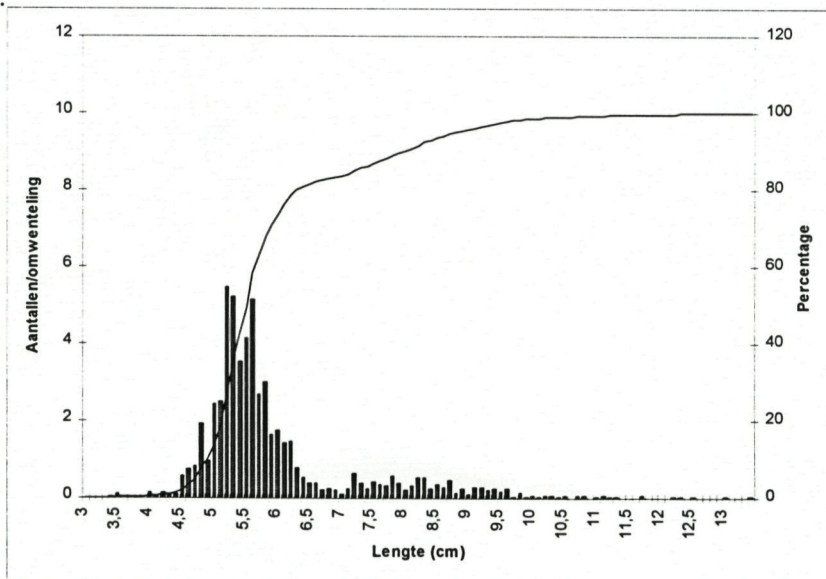


Indien parameter b de waarde drie heeft, groeien de soorten isomorf. Dit houdt in dat de vorm gelijk blijft naarmate de vis langer cq. ouder wordt. Zowel voor de clupeiden als voor de ammodytidae verschilt de waarde b significant van 3.

In figuur 6 is de frequentieverdeling van de lengte van de clupeiden weergegeven. Hierin zijn de aantallen tevens cumulatief (percentueel) weergegeven.

Figuur 6.

Lengte frequentie verdeling clupeiden totaal (N = 59). Staven geven aantallen aan; Lijn geeft percentage aan.



De meeste clupeiden, die zijn gevangen hebben een lengte rond de 5,2 à 5,6 cm.

Getij

De visbemonsteringen zijn zowel uitgevoerd bij eb als bij vloed (stroming aanwezig). In tabel 2 is weergegeven hoe vaak er bij welk getij is gevestig (N trek) en hoe vaak er daadwerkelijk vis (clupeiden) gevangen is (N trek clupeiden).

Tabel 2.

Trek-aantal en -vangsten bij verschillend getij.

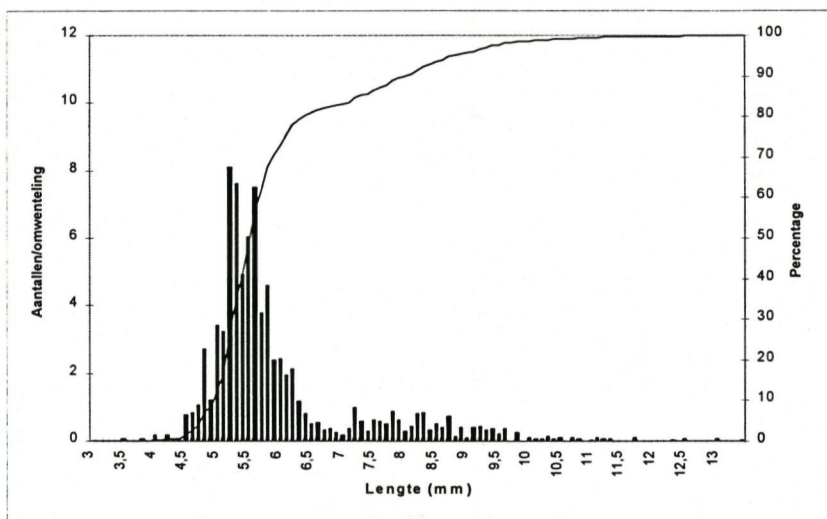
| Getij | N Trek | N trek clupeiden | Percentage trek vangst |
|-------|--------|------------------|------------------------|
| Eb | 21 | 11 | 52 % |
| Vloed | 12 | 6 | 50 % |

Tijdens eb zijn er meer visbemonsteringen uitgevoerd dan tijdens vloed. Bij zowel eb als bij vloed zijn in ongeveer de helft van de trekken clupeiden aangetroffen.

In figuur 7 en 8 is de frequentieverdelingen van de lengte van clupeiden bij verschillend tij uitgezet. De lengte frequentie verdeling is voor eb en vloed nagenoeg gelijk (piek ligt bij de 5,2 à 5,6 cm). Alleen is er tijdens eb veel meer gevangen (totaal 84 vissen/omwenteling) dan tijdens vloed (totaal 13 vissen/omwenteling).

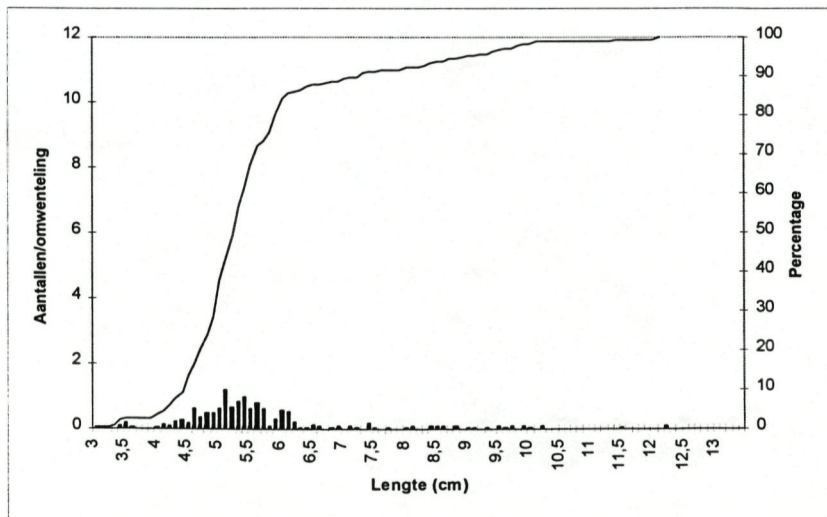
Figuur 7.

Lengte frequentie verdeling clupeiden bij eb. Staven geven aantallen aan; Lijn geeft percentage aan.



Figuur 8.

Lengte frequentie verdeling clupeiden bij vloed. Staven geven aantallen aan; Lijn geeft percentage aan.



Verticale visverspreiding

Om de mate van verticale visverspreiding te bepalen, is gekozen voor het opsplitsen van de dataset in de bemonsteringen tijdens eb en tijdens vloed.

In tabel 3 is weergegeven hoe vaak er bij welk getij en bij welke bemonsteringsdiepte is gevist (N trek) en hoe vaak er daadwerkelijk clupeiden gevangen zijn (N trek clupeiden).

Tabel 3.

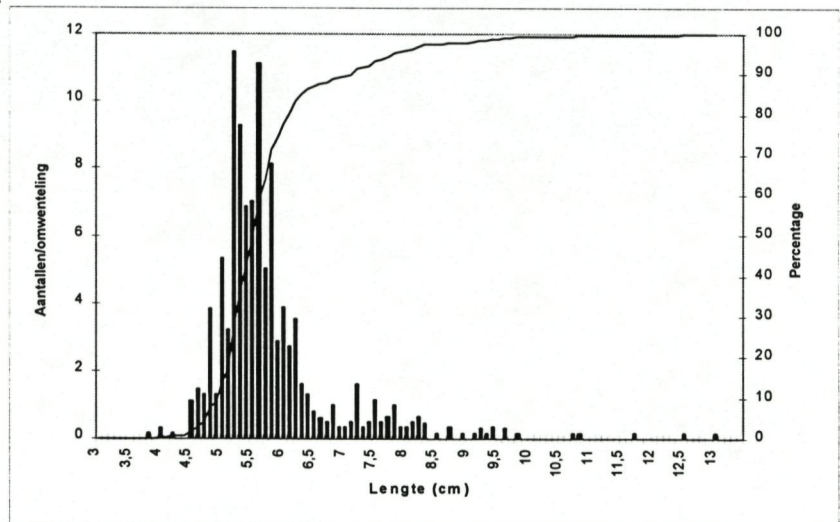
Trek -aantallen en -vangsten van clupeiden bij verschillend getij en verschillende bemonsteringsdiepte (? = niet te achterhalen bij welke diepte er is gevist).

| | Diepte | Eb | vloed |
|-----------------------|-----------|------|-------|
| N trek | 0 tot 2 m | 5 | 2 |
| | > 2 m | 8 | 7 |
| | ? | 8 | 3 |
| N trek clupeiden | 0 tot 2 m | 2 | 1 |
| | > 2 m | 4 | 5 |
| | ? | 5 | 0 |
| percentage trekvangst | 0 tot 2 m | 40 % | 50 % |
| | > 2 m | 50 % | 71 % |
| | ? | 63 % | - |

In figuur 9 en 10 zijn de lengte frequentie verdelingen van clupeiden weergegeven van de bemonsteringen uitgevoerd tijdens eb bij een diepte van 0 - 2 meter en bij een diepte van meer dan 2 meter.

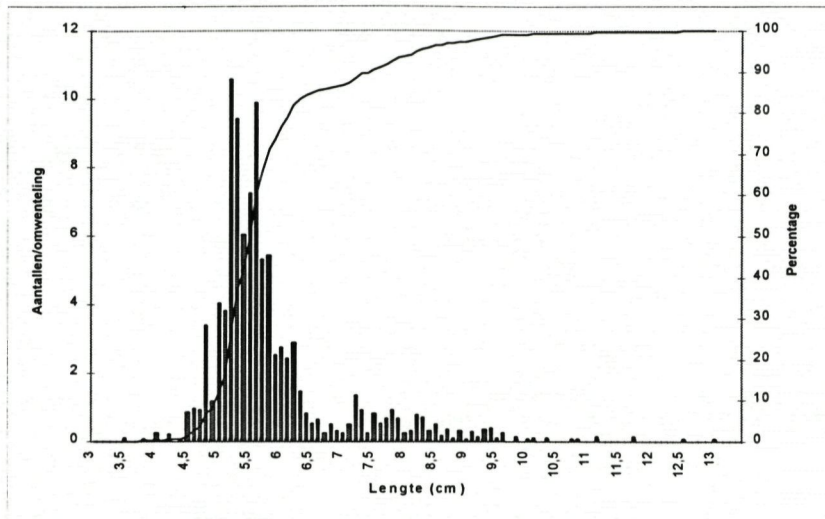
Figuur 9.

Lengte Frequentie verdeling clupeiden bij eb en bij een bemonsteringsdiepte van 0 t/m 2 m (totaal = 108/omwenteling). Staven geven aantallen aan; Lijn geeft percentage aan.



Figuur 10.

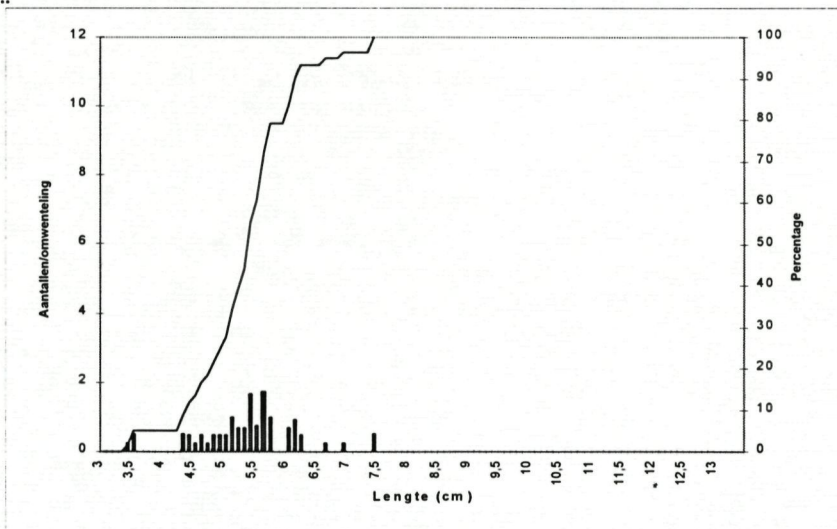
Lengte Frequentie verdeling clupeiden bij eb en bij een bemonsteringsdiepte van dieper dan 2 m (totaal = 98/omwenteling). Staven geven aantallen aan; Lijn geeft percentage aan.



In de figuren 11 en 12 zijn de lengte frequentie verdelingen weergegeven van de visbemonsteringen uitgevoerd tijdens vloed bij een diepte van 0 - 2 meter en bij een diepte van meer dan 2 meter.

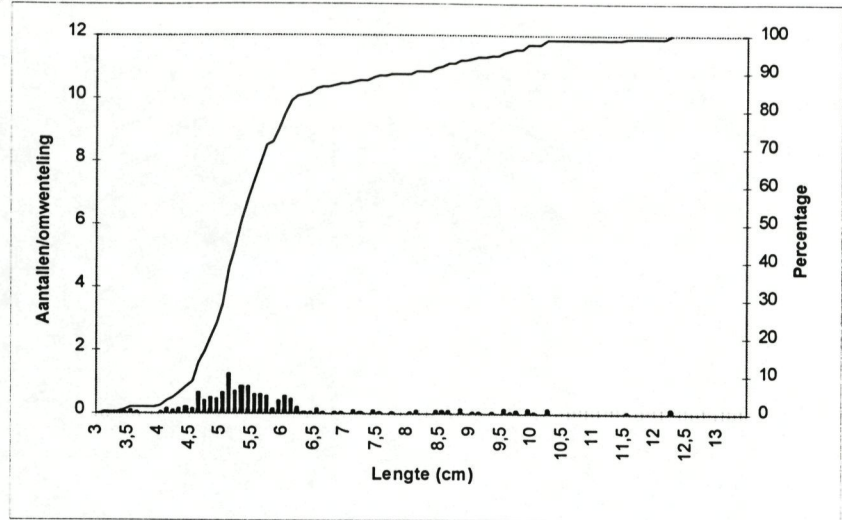
Figuur 11.

Lengte Frequentie verdeling clupeiden bij vloed en bij een bemonsteringsdiepte van 0 t/m 2 m (totaal = 14/omwenteling). Staven geven aantallen aan; Lijn geeft percentage aan.



Figuur 12.

Lengte Frequentie verdeling clupeiden bij vloed en bij een bemonsteringsdiepte van dieper dan 2 m (totaal = 13/omwenteling). Staven geven aantallen aan; Lijn geeft percentage aan.



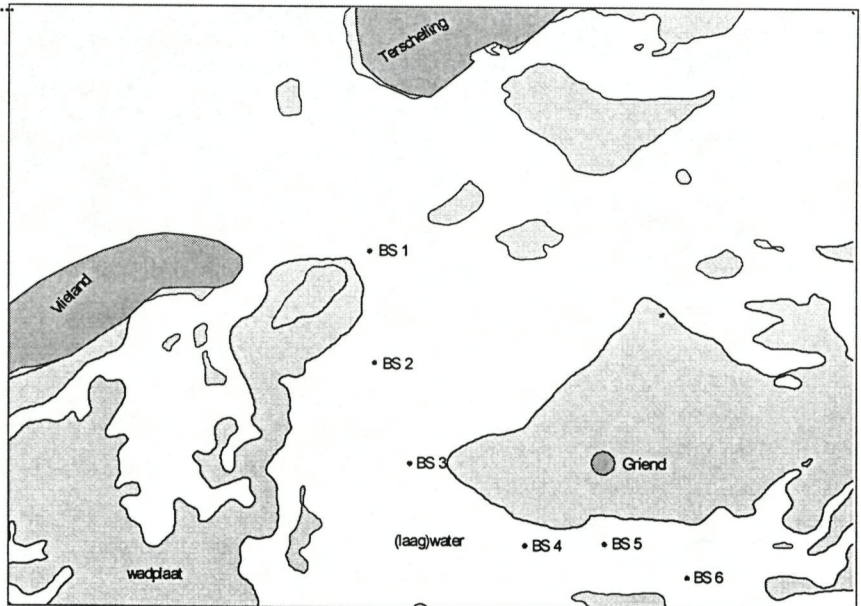
Zowel tijdens eb als tijdens vloed is het verloop van het aantal gevangen vissen nagenoeg gelijk is.

Doorzicht

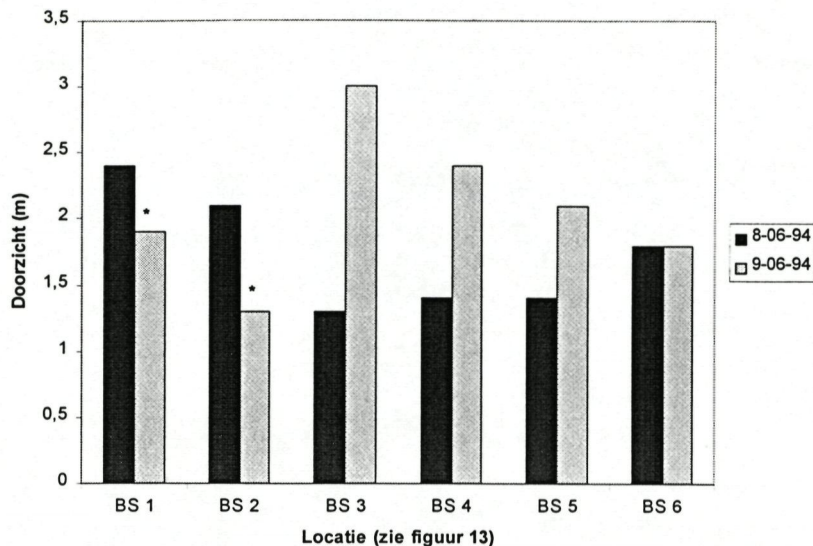
Wat naar voren komt uit de doorzichtgegevens op de raaien is dat er veel spreiding in doorzicht is, zelfs als er gemeten is tijdens hetzelfde getij (figuur 14). Op de Blauwe Slenk raai is het doorzicht voornamelijk gemeten tijdens eb. Er is twee keer gemeten tijdens vloed (weergegeven in de figuur met een sterretje).

Figuur 13.

Ligging van de meetpunten op de Blauwe Slenk raai.

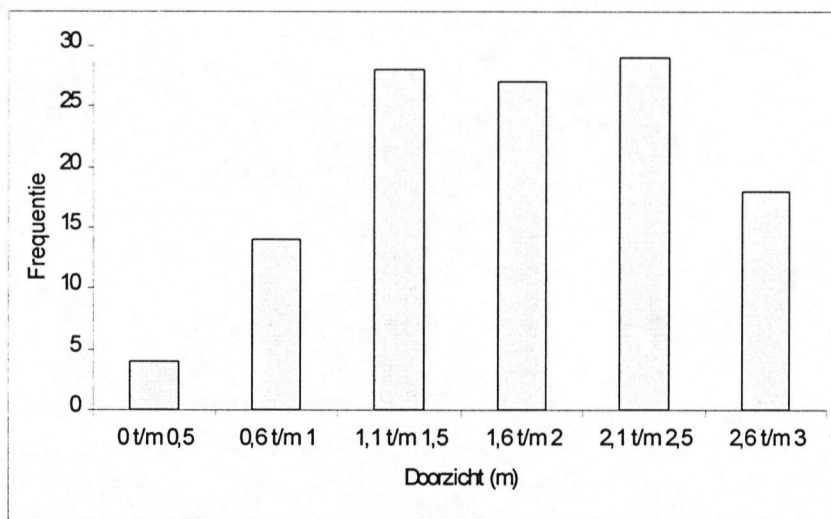


Figuur 14.
 Doorzichtgegevens, gemeten bij de
 Blauwe Slenk raai (gemeten tijdens eb,
 behalve waar een * staat).



In figuur 15 is de frequentieverdeling van alle doorzichtmetingen weergegeven. Het doorzicht van het water varieerde van 0,5 m - 3,0 m. In 85% van de metingen is doorzicht meer dan één meter.

Figuur 15.
 Frequentie verdeling van
 doorzichtmetingen tijdens de
 meetcampagne (n = 120).



Ook is er grote spreiding in het aantal vissen per omwenteling bij uiteenlopend doorzicht bij éézelfde getij. In tabel 4 is weergegeven bij welk doorzicht er clupeiden zijn gevangen. Er is hierbij geen rekening gehouden met het getij.

Tabel 4.
Clupeiden-vangsten bij verschillend
doorzicht.

| Doorzicht (m) | Aantal trekken | Clupeiden gevangen? |
|---------------|----------------|------------------------|
| 0,5 | 3 | J |
| 0,6 | 3 | J |
| 0,7 | 1 | J |
| 0,8 | 1 | J |
| 0,9 | 1 | J |
| 1,0 | 2 | J |
| 1,1 | 0 | - |
| 1,2 | 0 | - |
| 1,3 | 1 | N |
| 1,4 | 7 | J |
| 1,5 | 1 | J |
| 1,6 | 3 | N |
| 1,7 | 4 | J |
| 1,8 | 1 | N |
| 1,9 | 0 | - |
| 2,0 | 4 | N |
| 2,1 | 0 | - |
| 2,2 | 1 | N |
| 2,3 | 2 | N |

De grootste hoeveelheid (51% van de totale vangst aan clupeiden) is gevangen bij een doorzicht van 0,5 meter.

Bij een doorzicht van meer dan 1,5 m is er nauwelijks tot geen clupeiden gevangen. Bij een doorzicht van 1,7 m zijn wel clupeiden gevangen, maar dit is een zeer kleine hoeveelheid in vergelijking met de andere vangsten.

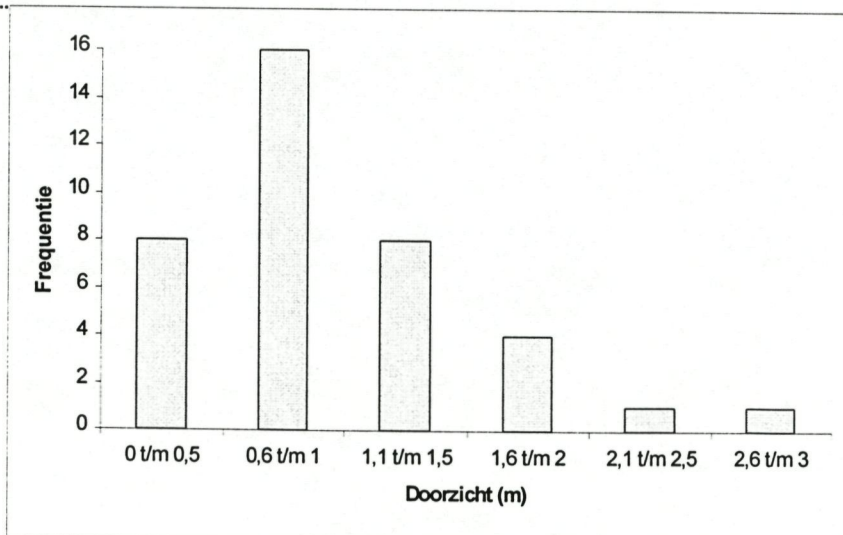
Als er wordt gekeken naar de vangsten van ammodytidae in relatie tot doorzicht komt hier ook naar voren dat er bij een doorzicht groter dan 1,5 m géén succesvolle vangsten zijn geweest.

3.2 Doorzicht / Zwevend stof

In de periode van 1984 tot en met 1994 is er in de maanden mei en juni op twee WORSRO-stations (WZ190 & WZ230) doorzicht gemeten met behulp van een Secchi schijf.

In figuur 16 is weergegeven hoe vaak een bepaald doorzicht is gemeten. In de periode van 10 jaar kwam een doorzicht variërend van 0,6 - 1,0 m het meest voor. Slechts zelden wordt een doorzicht aangetroffen van meer dan twee meter.

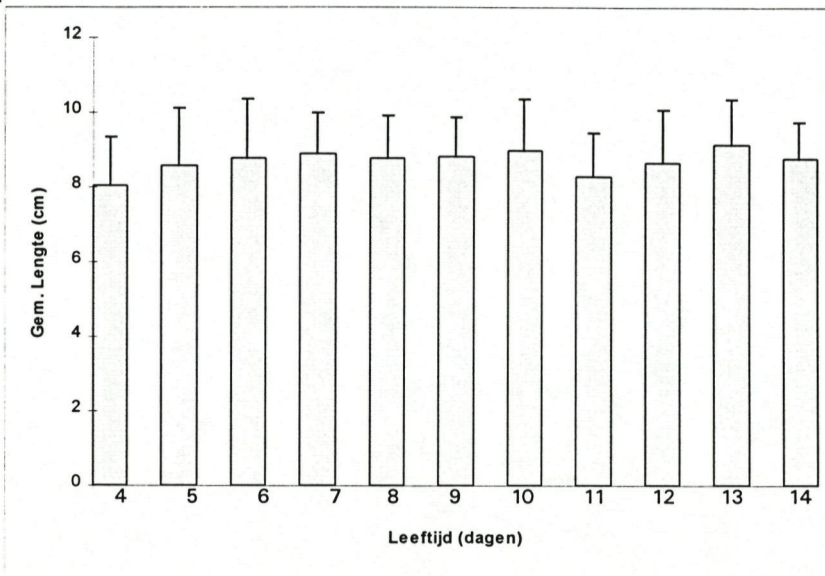
Figuur 16.
Frequentie verdeling van
doorzichtmetingen (n = 38).



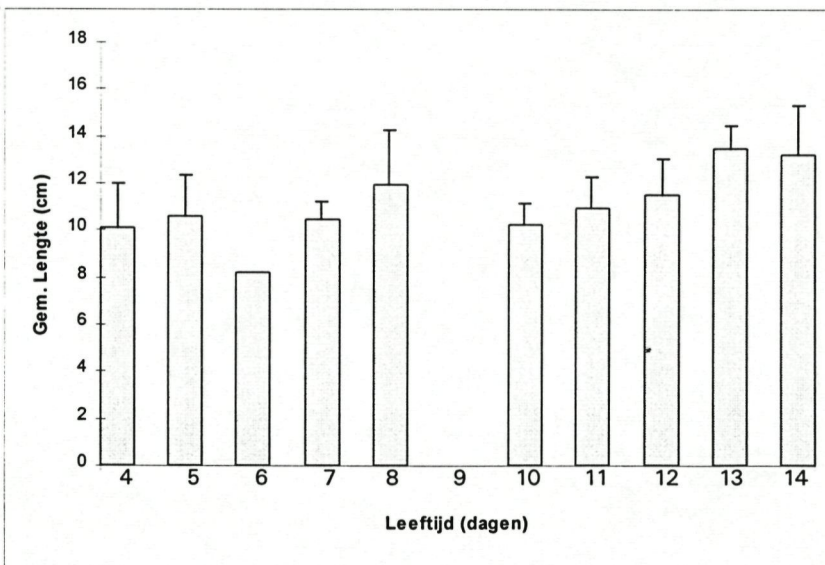
3.3 Veldonderzoek Griend

Zowel in 1992 als in 1993 nam de lengte van zowel de aangeboden clupeiden als de ammodytidae toe tot de kuikens ongeveer 19 dagen oud waren. Daarna bleef de lengte van beide prooisorten min of meer stabiel (Stienen & Brenninkmeijer, 1994). In 1994 was dit niet het geval (figuren 17 en 18).

Figuur 17.
Gemiddelde lengte (mm) en standaarddeviatie van de aangevoerde clupeiden aan de 10 kuikens in relatie tot de leeftijd van de kuikens .
(n = 975 vissen)



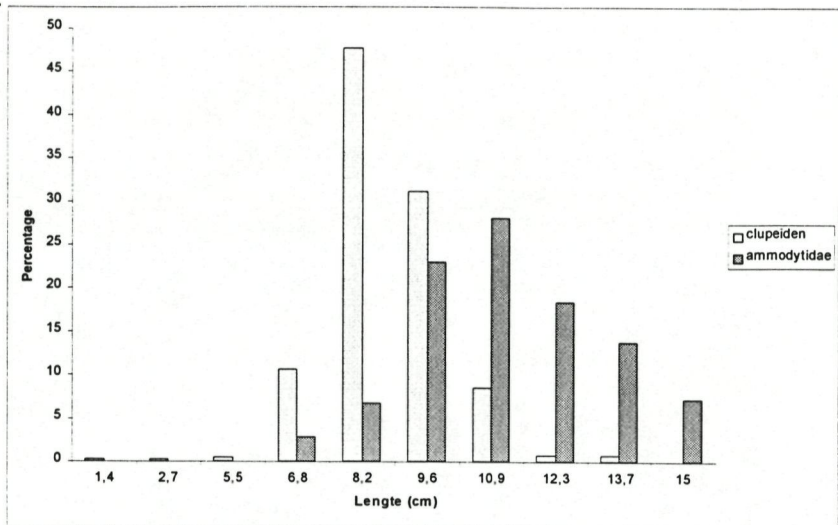
Figuur 18.
Gemiddelde lengte (mm) en standaarddeviatie van de aangevoerde ammodytidae aan de 10 kuikens in relatie tot de leeftijd van de kuikens.
(n = 1106 vissen)



Op levensdag 6 is er maar één ammodytidae aangevoerd, vandaar dat deze balk geen standaarddeviatie heeft. Op levensdag 9 zijn geen ammodytidae aangevoerd.

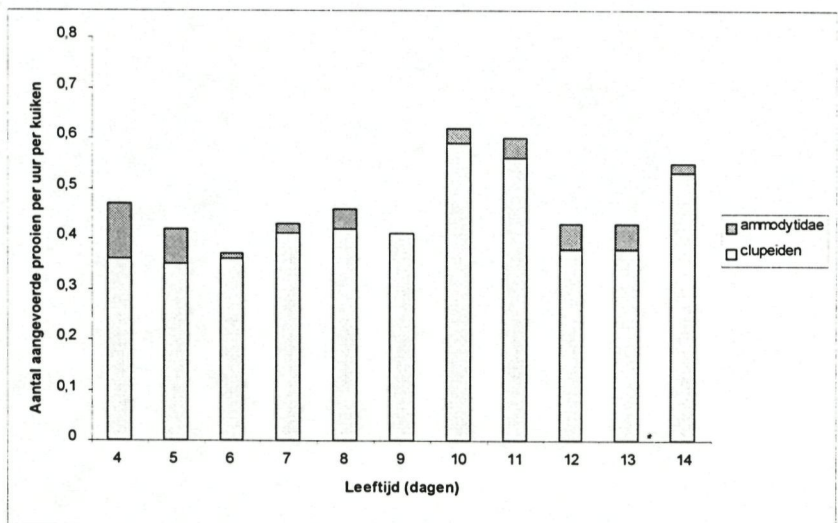
De meeste clupeiden (48%) die zijn gevoerd aan de kuikens waren ongeveer 8,2 cm lang . De meeste aangevoerde ammodytidae (28%) hadden een lengte van ongeveer 10,9 cm (figuur 19).

Figuur 19.
Lengte frequentie verdeling van de aangevoerde clupeiden aan de 10 kuikens (n = 477 in 1168 uur).



Figuur 20 met daarin het aantal aangevoerde prooien per uur per kuiken laat zien dat het voornaamste voedsel uit clupeiden (91%) bestaat.

Figuur 20.
Het aantal aangevoerde clupeiden en ammodytidae in relatie tot de leeftijd van de kuikens.



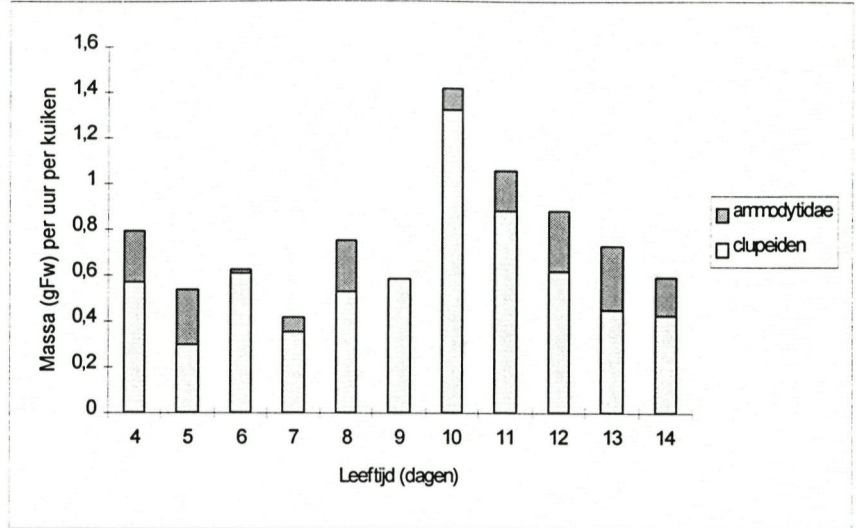
Om meer inzicht te krijgen in de relatie tussen aantallen en lengte van de prooien, zijn de resultaten omgerekend naar massa aangebrachte vis. Hiervoor zijn de relaties genomen, die in paragraaf 3.1 zijn gevonden.

In het rapport van Stienen & Brenninkmeijer (1994) werd een toename van de aangevoerde vis massa naarmate de kuikens ouder werden beschreven. Een dergelijke relatie is niet te vinden in 1994.

In figuur 21 is de leeftijd van de kuikens uitgezet tegen de hoeveelheid massa aan prooien. Van leeftijd dag 4 tot en met dag 9 varieert de aangevoerde massa prooivissen erg. Op dag 10 vindt de grootste aanvoer plaats (1,42 gFw per uur per kuiken). Daarna neemt de aangevoerde massa af.

Figuur 21.

Aanvoer van clupeiden en ammodytidae (in gram vers gewicht (gFw)) aan de kuikens in relatie tot de leeftijd van de kuikens.

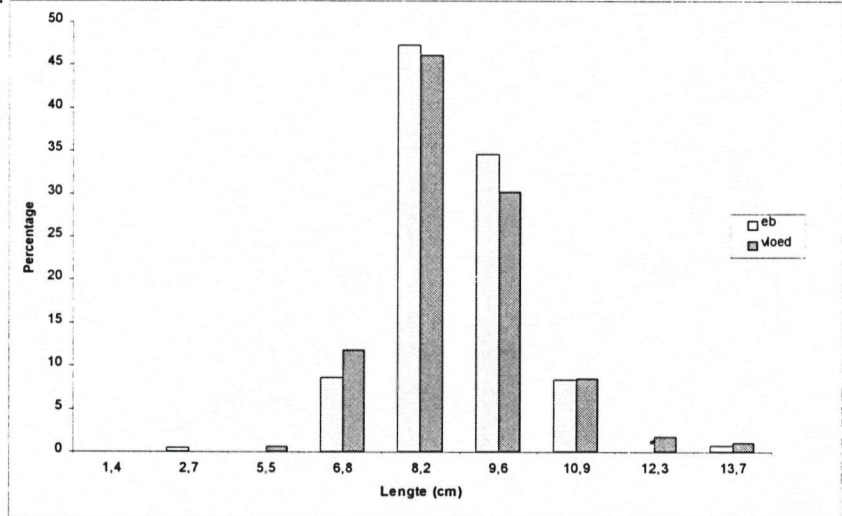


Getij

In deze paragraaf wordt nagegaan of getij van invloed is op de aanvoer van prooisorten (o.a. aantallen en samenstelling). In de figuur 22 is de lengte frequentieverdelingen van de aanvoer van clupeiden bij eb en vloed weergegeven.

Figuur 22.

Lengte frequentie verdeling van de aangevoerde clupeiden tijdens vloed aan de 10 kuikens (n = 179 in 489 uur).



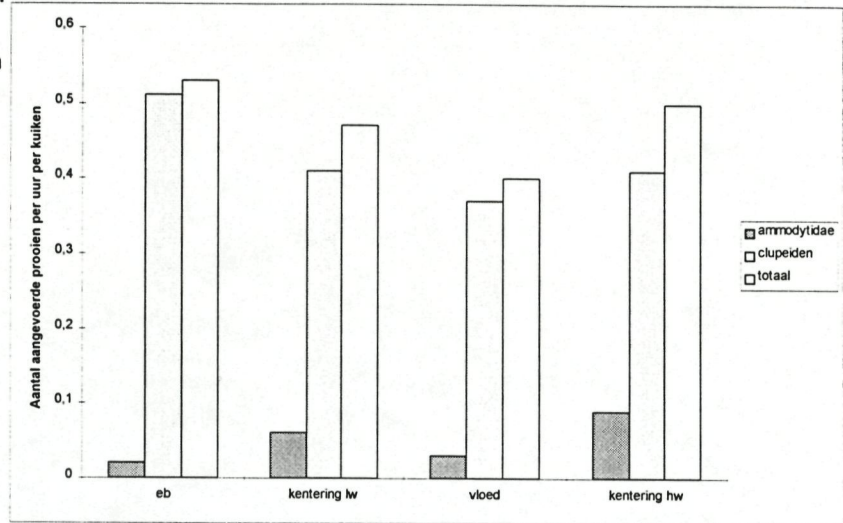
De lengte frequentie verdeling van de aanvoer van clupeiden tijdens eb is nagenoeg gelijk aan de aanvoer tijdens vloed. In beide gevallen heeft bijna 50% van de aangevoerde clupeiden een lengte 8,2 cm.

Een lengte frequentie verdeling van ammodytidae in relatie tot getij is niet in dit rapport opgenomen, aangezien de aantallen erg laag zijn. Wel zijn de ammodytidae opgenomen in figuur 23, waarin het gemiddelde aantal aangevoerde prooien per uur per kuiken bij verschillend getij is weergegeven.

Het aantal aangevoerde clupeiden (gemiddelde over het getij) verschilt significant (twee weg - Anova, clupeiden > ammodytidae, $F = 181,4$, $p < 0,001$) van de aantallen aangevoerde ammodytidae. Tijdens eb worden er iets meer clupeiden aangevoerd dan tijdens vloed, maar dit verschil is niet significant. Het aantal aangevoerde ammodytidae werd niet beïnvloed door het getij.

In figuur 23 is ook kentering laagwater en kentering hoogwater meegenomen.

Figuur 23.
Gemiddeld aantal aangevoerde prooien per uur per kuiken bij verschillend getij.



Uit figuur 23 blijkt dat tijdens eb de meeste clupeiden wordt aangevoerd aan de kuikens (niet significant). Tijdens kentering hoogwater worden er meer ammodytidae aangevoerd (niet significant). De grootste aantallen vissen worden aangevoerd bij kentering hoogwater en bij eb (niet significant). Deze bevindingen zijn al eerder waargenomen (van Beers & Habraken, 1993). Echter werd er in dat onderzoek in verhouding meer ammodytidae gevonden en verschilden de waarnemingen significant van elkaar.

3.4 Dagverspreiding van de op Griend broedende Grote Sterns

Op 19 juni 1994 is drie keer dezelfde vlucht in globaal een straal van 20 km rond Griend gemaakt, waarbij aanwezig vliegende vogels werden geteld.

De resultaten van deze tellingen zijn weergegeven in tabel 5.

Tabel 5.
Geteld oppervlakte en aantal Grote Sterns.

| | Vlucht 1 (1 uur na hoog water) | Vlucht 2 (laagwater) | Vlucht 3 (1,5 uur voor hoog water) |
|---|-----------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Gemonsterd Opp (km ²) | 48,6 | 48,1 | 49,6 |
| Gemiddelde (km ²) | 0,65 | 0,65 | 0,66 |
| Standaardafwijking (km ²) | 0,24 | 0,26 | 0,23 |
| Aantal Grote Sterns (n) | 146 | 182 | 265 |
| Dichtheid (n/ km ²) | 3,0 | 3,8 | 5,3 |
| Standardafwijking (n/ km ²) | 8,2 | 4,9 | 7,2 |

Aan de hand van de eerste twee tellingen wordt het aantal foeragerende Grote Sterns in het telgebied geschat op ruim 3000 exemplaren en aan de hand van de derde telling op 4000 exemplaren (zie tabel 6). Tijdens laag water is het aantal exemplaren dat op de Waddenzee foerageert lager dan met hoog water.

Tabel 6.
Aantal geschatte aanwezige Grote Sterns.

| | Totaal | Vlieland kust | Boomkensdiep | Tersch. Kust | Waddenzee |
|----------|--------|---------------|--------------|-----------------|-----------|
| Vlucht 1 | 3055 | 52 | 350 | 124 | 2530 |
| Vlucht 2 | 3112 | 249 | 386 | 438 | 2038 |
| Vlucht 3 | 4108 | 186 | 547 | 144 | 3231 |

Indien de Grote Stern een gelijke verspreiding over het gehele telgebied vertoont, dan is het verwachte aantal Grote Sterns in de deelgebieden gerelateerd aan de oppervlakte van het deelgebied. In tabel 7 is het op deze manier verwachte en het aangetroffen percentage van de Grote Sterns weergegeven. Het verwachte percentage is hier gelijk aan het percentage dat het deelgebied van het hele telgebied uitmaakt. In werkelijkheid wordt in het Boomkensdiep en op het wad een hoger percentage verwacht, omdat de Grote Sterns vooral op de rand van de geulen en tegenwoordig meer in de Waddenzee dan op de Noordzee lijkt te foerageren vergeleken met 1970 (Stienen & Brenninkmeijer, 1994).

Tabel 7.
Percentage van de aanwezige Grote Sterns.

| | Totaal | Vlieland kust | Boomkensdiep | Tersch. Kust | Waddenzee |
|----------|--------|---------------|--------------|-----------------|-----------|
| Verwacht | 100 | 9,4 | 9,1 | 26,6 | 55,4 |
| Vlucht 1 | 100 | 1,7 | 11,4 | 5,1 | 82,8 |
| Vlucht 2 | 100 | 8,0 | 12,4 | 14,1 | 65,5 |
| Vlucht 3 | 100 | 4,5 | 13,3 | 3,5 | 78,7 |

Te zien in tabel 7 is dat op de Waddenzee en rond het Boomkensdiep het aandeel Grote Sterns inderdaad hoger ligt dan verwacht, terwijl voor de kust van Vlieland en Terschelling het aandeel (veel) lager ligt.

Een duidelijker beeld van de verspreiding is weergegeven in verspreidingskaartjes. Deze zijn in de bijlage opgenomen. Tijdens hoog water (vlucht 1) is te zien dat de Grote Sterns geconcentreerd voorkomen in een relatief klein gebied. Ten noordwesten van Terschelling, ten zuiden van Griend, en vooral ten noorden van Griend komen de hoogste dichtheden voor. Ze foerageren vooral aan de noordoost zijde van geulen, het Boomkensdiep en de Vliestroom. Met laag water (vlucht 2) verspreiden de Grote Sterns zich veel verder en komen daarbij meer in het kust gebied. Vlak voor hoog water (vlucht 3) concentreren de Grote Sterns zich weer rond Griend.

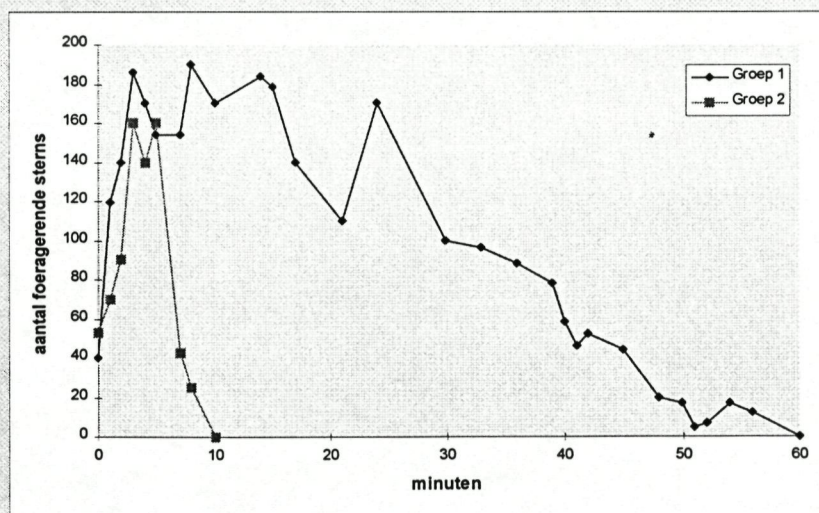
Intermezzo: foeragerende Grote Sterns

Behalve vanuit het vliegtuig zijn ook vanaf de boot Grote Sterns geteld. Hiervoor zijn trajecten gevaren rond de eilanden Vlieland en Terschelling met de nadruk op het zeegat tussen Vlieland, Terschelling en Griend. Iedere 5 minuten zijn alle Grote Sterns die op dat moment binnen een transect van 300 meter breed aan één kant van de boot (en uitsluitend tijdens stroming) vlogen geturfd. Gedurende de twee weken is er 10 uur waargenomen, hetgeen inhoudt dat er 120 waarnemingen zijn verricht. In meer dan de helft van de gevallen werd geen Grote Stern gesignaleerd. In 30 % van de gevallen werden 1 of 2 Grote Sterns waargenomen. Gemiddeld werd ongeveer 1,5 Grote Stern geteld. De verspreiding van de Grote Sterns kwam grofweg overeen met de waarnemingen vanuit het vliegtuig (zie hoofdstuk 3.4).

Opvallend was dat de Grote Sterns die naar vis aan het zoeken waren zich vooral ophielden bij de rand van de platen, stroomnaden of (ondiep) water dat over een zandplaat stroomde. Waarschijnlijk zijn dit de plekken waar de vis gedwongen wordt om dicht bij het oppervlak te komen. Bovendien is het doorzicht hier niet zo groot, zodat de vis de duikende vogels niet ziet aankomen. Hoewel het niet goed mogelijk is om vanaf een schip (kwantitatieve) waarnemingen aan het vangstsucces te doen bestond de indruk dat de Grote Sterns de kleine vis zelf al onder water consumeerde terwijl de grotere exemplaren naar het kuiken gebracht werden.

Als er een school vis aan de oppervlakte komt zijn de Grote Sterns er als de 'kippen' bij om een visje mee te pikken. Een groep duikende sterns ontstaat binnen een paar minuten, bestaat tussen de 5 minuten en één uur en kan zeer snel weer oplossen (zie onderstaande figuur voor een voorbeeld). Blijkbaar houden ze elkaar in de gaten voor wat betreft hun duikgedrag.

Twee voorbeelden van de ontwikkeling van een groep duikende sterns.



4 Discussie

Wat direct opvalt is dat de bemonsterde clupeiden veel kleiner waren dan die in de kolonie werden aangevoerd. Dit kan te maken hebben met de vangstefficiëntie van het gebruikte net, maar kan ook een voorkeur van de Grote Stern betekenen. Een ankerkuil is een stilstaand net. Hierdoor zou het mogelijk zijn, dat de grotere vissen bij een lage stroomsnelheid het net uit zwemmen. Met zekerheid kan dit echter niet worden gesteld (mondelijke mededeling v. Merlen, RIVO). Bij een net dat gesleept wordt zou de kans kleiner kunnen zijn dat de grotere vissen eruit zouden zwemmen. In Stienen & Brenninkmeijer (1997) is gebruik gemaakt van een sleepnet (IKMT-net; 6 mm). Uit dit onderzoek (gegevens over 1995 en 1996) kwam echter ook naar voren dat de bemonsterde clupeiden kleiner waren dan die in de kolonie werden aangevoerd. Dit kan erop wijzen dat de Grote Stern selectief te werk gaat door grotere prooien te vangen.

Niet alleen de lengte, maar ook de aantalsverhouding tussen de verschillende prooien, die gevoerd worden aan de kuikens verschilt met datgene wat er is bemonsterd. Dit kan duiden op selectiviteit van de Grote Stern. Maar het kan eventueel ook een resultaat zijn door de plek van bemonstering. Ammodytidae heeft een zandige bodem nodig. De meeste vistrekken vonden plaats in de Waddenzee, waar het voornamelijk slikkig is op de platen. Waarschijnlijk is ammodytidae meer algemener buitengaats. Echter, zoals te zien is in figuur 23, voert de Grote Stern tijdens laag water, wanneer deze buitengaats gaat foerageren, in verhouding niet meer Ammodytidae aan aan zijn kuikens dan tijdens een ander getij.

Het lijkt erop, dat de verticale verspreiding van de vis in de waterkolom over het bemonsterde gebied gelijk is verdeeld. Zowel in de dieper als in de ondieper gelegen deelgebieden worden dezelfde hoeveelheden vis met dezelfde lengte frequentie verdeling gevangen door de "Capella".

Het getij is van invloed op de visvangst. Tijdens eb wordt er meer vis gevangen, dan tijdens vloed. Een mogelijke oorzaak, dat dit verschil optreedt, is dat tijdens eb sediment van de platen in de geulen stroomt en daardoor de doorzicht van het water minder wordt. Tijdens vloed stroomt helderder water de geulen binnen. De aanwezige vis zal tijdens vloed, door het heldere water, een grotere kans hebben om het net te zien aankomen en daardoor weg kunnen vluchten. Echter was het zicht tijdens deze meetcampagne erg helder.

Een andere mogelijkheid is dat de vis een bepaald migratiepatroon heeft waarbij zodra er eb optreedt de vissen naar de geulen toetrekken en zodra vloed optreedt de vissen naar de platen toe trekken. Hierdoor komt er gedurende eb meer vissen in de geulen voor dan tijdens vloed.

De aanvoer van prooien op Griend is tijdens kentering hoogwater en eb het grootst. Dit verschilt echter niet significant van de aanvoer tijdens vloed en kentering laagwater.

De lengte frequentie verdeling van clupeiden aangevoerd tijdens eb is identiek aan vloed.

De hoeveelheid vis die beschikbaar is voor de foeragerende sterns is afhankelijk van de doorzicht. Bij een toenemende helderheid van het water neemt de hoeveelheid vis in de bovenste laag van de waterkolom af (Stienen & Brenninkmeijer, 1997). Dit kwam ook naar voren in dit rapport. Bij een doorzicht van meer dan 1,5 m is nauwelijks tot geen vis gevangen door het Rijkswaterstaatschip. Uit de doorzichtgegevens van de verschillende raaien blijkt dat bij hetzelfde getij op dezelfde locatie op een ander tijdstip het doorzicht sterk varieert. Waarschijnlijk bepaald een andere factor dan getij de mate van doorzicht. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan stroming en golfwerking. Zij zorgen door het in suspensie brengen van sediment voor een deel van de troebelheid.

Dat er een grote spreiding in doorzicht is, is ook uit de WORSRO-gegevens en de doorzichtgegevens van de meetcampagne te halen. De doorzicht-frequentie figuur van de WORSRO-gegevens (figuur 16) laat een heel ander verloop zien dan de figuur van de meetcampagne-gegevens (figuur 15). Blijkbaar viel de meetcampagne samen met een relatief hoog doorzicht. Dit zou door de matige wind, die toen heerste, verklaard kunnen worden.

Uit het gelijke aantal Grote Sterns dat tijdens de drie vluchten is geschat blijkt dat het foerageren van de Grote Stern niet getijdeafhankelijk is. Wel blijkt de Grote Stern tijdens laagwater iets meer buitengaats en relatief meer in de stroomgeul te foerageren. Tevens is bij laagwater de gemiddelde dichtheid per telling met duidelijk lager dan bij hoogwater en vlak voor hoogwater.

Het aantal broedparen van de Grote Stern op Griend bedroeg in 1993 7600 en in 1994 bijna 8300 broedparen (Brenninkmeijer & Stienen, 1994). Dit betekent jaarlijks in totaal ongeveer 16000 individuen. In vergelijking hiermee ligt het aan de hand van de vluchten geschatte aantal foeragerende exemplaren van 3000 tot 4000 erg laag. Bij aanname dat in deze periode één van beide ouders op het nest aanwezig is, ligt het geschatte aantal nog steeds veel te laag. Er is maar een betrekkelijk klein deel van de Waddenzee geteld is en het is bekend dat de Grote Sterns tot op 40 km (Brenninkmeijer & Stienen, 1992) afstand van de kolonies kunnen foerageren. De stroomgaten tussen Texel en Vlieland en tussen Texel en Den Helder zijn niet geteld terwijl dit wel mogelijke goede foerageergebieden kunnen zijn. Om een goed beeld te krijgen van de verspreiding moet dus een veel groter gebied geteld worden. Het is echter niet te verwachten dat meer dan 60% van de Grote Sterns op Griend deze wateren als foerageergebied gebruikt (schriftelijke mededeling E. Stienen, IBN-DLO).

5 Conclusies

De Grote Stern is selectief in de keuze van de prooivissen die aan de kuikens worden gevoerd. Hij heeft een voorkeur voor grote vissen in vergelijking met de vissen die in de Waddenzee voorkomen. Daarnaast brengt de Grote Stern relatief iets meer zandpierungen aan, alhoewel het aandeel haringachtigen (haring en sprot) veel groter is. Helaas ontbreken hierover gegevens uit het verleden, zodat een harde conclusie over de gevolgen voor de populatieomvang van de Grote Stern niet mogelijk is.

Het doorzicht in de Waddenzee komt zelden onder de 0,5 meter en is daarmee waarschijnlijk niet te troebel voor de Grote Stern. Bij zeer helder water (meer dan 1,5 meter doorzicht) wordt er zelfs minder vis gevangen. Verklaring hiervoor kan zijn dat er géén vis aanwezig is of dat de vis de Grote Stern cq. het net van te voren ziet aankomen en kan ontsnappen.

De Grote Stern foerageert vooral rond Griend en tussen Vlieland en Terschelling. De aantallen foeragerende Grote Sterns zijn onafhankelijk van het tij. De Grote Stern foerageert tijdens eb meer buitengaats dan tijdens vloed. In vergelijking met begin jaren zeventig is het foerageergebied niet wezenlijk veranderd.

Getij is van invloed op de visvangst met het vstuig; tijdens eb werd er meer gevangen dan tijdens vloed. Voor de Grote Stern geldt dit slechts in zeer geringe mate.

6 Literatuur

Arts, F.A. & P.L. Meininger, 1995. Foeragerende sterns in het Westerschelde estuarium: een verkenning in verband met de verdieping. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust & Zee (RWS, RIKZ); Bureau Waardenburg. - Middelburg RWS, RIKZ, -32p.: Werkdocument RIKZ/OS-95.835x, B.W.rapport 95.50.

Beers, P.W.M. van, & J.M.P.M. Habraken, 1993. De invloed van getij, wind en leeftijd van de kuikens op de voedselaanvoer van de grote stern *Sterna sandvicensis*, Doctoraalverslag K.U. Nijmegen. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek.

Borodulina, T.L., 1960. Biology and economic importance of gulls and terns of Southern-USSR water bodies. Akad. Nauk SSSR. Trudy Inst. Morf. Zhiv.32: 1-132.

Boven, R.M. van, & J.H.M. Schobben, 1993. Risico-analyse voor een indicator-soort van het zeemilieu: De populatiedynamica van de grote stern in Nederland. Rapport DGW-93.006.

Brenninkmeijer, A. & E.W.M. Stienen, 1992. Ecologisch profiel van de grote stern (*Sterna sandvicensis*). RIN-rapport 92/17. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.

Brenninkmeijer, A & E.W.M. Stienen, 1994. Griend, vogels en bewaking 1994, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.

Dunn, E.K., 1972. Studies on terns with particular reference to feeding ecology. PH.D. thesis Durham University, Durham.

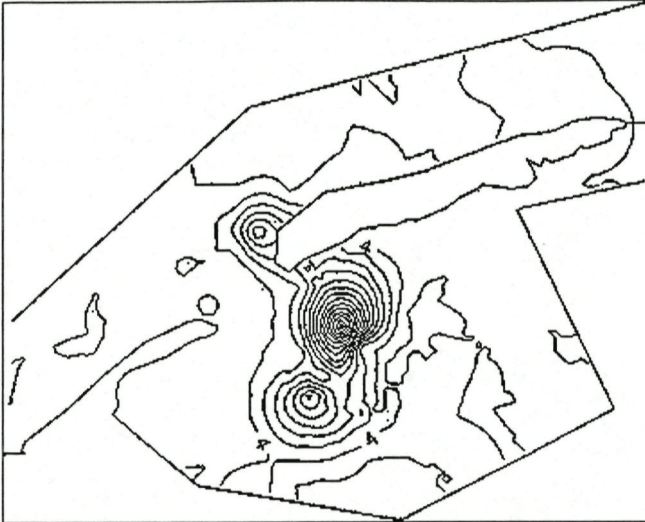
Ministerie van Verkeer en Waterstaat; Rijksinstituut voor Kust & Zee. Getij-Generator; Genereren van astronomische getijden langs de Nederlandse kust. Versie 1.7.

Stienen, E.W.M. & A. Brenninkmeijer, 1994. Voedseleecologie van de grote stern (*Sterna sandvicensis*). IBN-rapport 120. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.

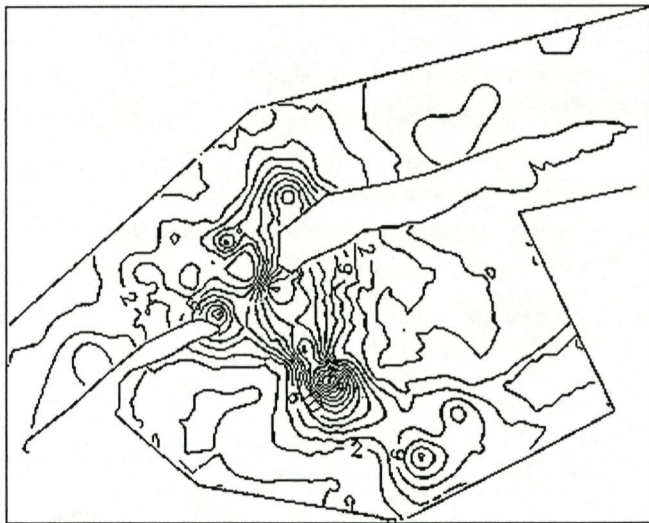
Stienen, E.W.M. & A. Brenninkmeijer, 1997. Fluctuaties in de lokale voedselbeschikbaarheid in relatie tot de populatiedynamiek van de Grote Stern *Sterna sandvicensis*: resultaten 1995-1996. BEON Rapport nr. 97-1, BEON project IBN 95 H 24, ISSN 0924-6576.

Veen, J., 1977. Functional and causal aspects of nest distribution in colonies of the Sandwich tern (*Sterna S. sandvicensis* Lath.), Brill Leiden.

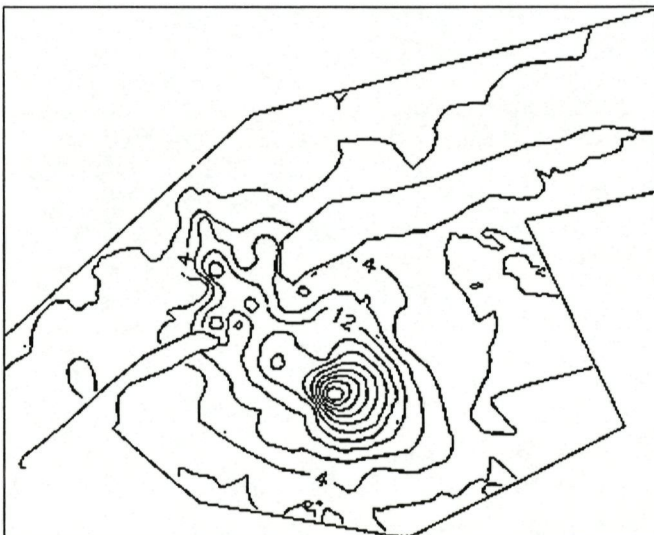
Bijlage: Foeragegedrag van de Grote Stern



Vlucht 1: aanvang 1 uur na hoog water



Vlucht 2: aanvang met laag water



Vlucht 3: aanvang 1,5 uur voor hoog water

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 Helmkraak (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 nutriëntconcentraties 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. 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 Bentic 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. Michiels, 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*. Breninkmeijer, 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.I.J. 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. I.J.. 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 Tweejaarsverslag 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 organohalogeenvverbindingen 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. Booi, 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 organohalogeenvverbindingen 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, Weststeyn, L.P.M.J., T.C. Prins, A.J. Pouwer, A. de Kruyff, 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 organohalogeenvverbindingen 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 De verspreiding van (epi) benthische macrofauna op het NCP in relatie met de microverspreiding van de boomkorvisserij vanaf 1993. Bergman, M.J.N., J. Buys, J. Craeymeersch, G.J. Piet, A.D. Rijnsdorp, J.W. van Santbrink. (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)
- BEON rapport nr. 98-6 *Spisula* en zeeëenden in de strenge winter van 1995/96 in het Noordzee kustgebied. Leopold, M.F., M.A. van der Land, H. C. Welleman. (IBN 96 VH 19)
- BEON rapport nr. 98-7 In vitro biotransformatie van organohalogeenvverbindingen in zeezoogdieren en vogels. Mogelijke gevolgen voor bioaccumulatie en genotoxiciteit. V. Chloordanen. 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. 98-8 Beleidspresentatie BEON. Kartering habitats/ecotopen zoute wateren en het belang voor beleid en beheer. 25 oktober 1996 Den Haag.
- BEON rapport nr. 98-9 Beleidspresentatie BEON. Stand van zaken van het microverontreinigingen onderzoek en het belang voor beleid en beheer. 19 juni 1997 Den Haag.
- BEON rapport nr. 98-10 Photobiological transformation of azarenes in the water column. Wiegman, S. S.A.M. van Beusekom, P.L.A. van Vlaardingen, E.A.J. Bleeker, M.H.S. Kraak, W. Admiraal, G. Vriezekenk, W. Vonck, H.J.C. Klamer, D. Pastor, E.H.G. Evers, W.J.G.M. Peijnenburg (UVA 96 M 11).
- BEON rapport nr. 98-11 Nog niet uitgegeven

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

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

