

AZWO

Instituut voor Zeewetenschappelijk Onderzoek (vzw)
Institute for Marine Scientific Research
VICTORIAAN 3 - B-8400 OOSTENDE BELGIUM
Tel: +32-(0) 59-321045 - Fax: +32-(0) 59-321135

Onderzoek naar de invloed van fluctuaties in de lokale voedsel- beschikbaarheid op de populatie dynamiek van de grote stern *Sterna sandvicensis*: tussentijdse resultaten

Beleidsgericht
ecologisch onderzoek
van de
Noordzee/Waddenzee

BEON

IBN-DLO
RIVO-DLO
RWS-RIKZ

**Onderzoek naar de invloed
van de voedselbeschikbaar-
heid op de populatiedyna-
miek van de grote stern
Sterna sandvicensis:
tussentijdse resultaten**

E.W.M. Stienen (IBN-DLO)
A. Brenninkmeijer (IBN-DLO)

742

Februari 1996

BEON rapport nr. 96-6

BEON project IBN 95 H 24

ISSN 0924-6576

INHOUD

1 INLEIDING	3
1.1 Doel van het onderzoek	4
1.2 Thema	4
1.3 Relatie met ander onderzoek	5
2 MATERIAAL EN METHODEN	6
2.1 Veldonderzoek Griend	6
2.2 Bemonstering prooivissen	7
3 RESULTATEN	8
3.1 Overleving	8
3.2 Invloed van conditie op overleving	9
3.3 Immigratie	10
3.4 Voedselaanvoer	11
3.5 Bestandsopname prooivissen	14
4 DISCUSSIE	16
4.1 Overleving	16
4.2 Immigratie	16
4.3 Voedselaanvoer en voedselbeschikbaarheid	17
5. CONCLUSIES	18
Literatuur	19
Samenvatting	20

1 INLEIDING

Er zijn verscheidene gevallen beschreven van broedpopulaties van visetende zeevogels die, als gevolg van het ineensinken van vispopulaties, gedurende een lange reeks van jaren geen jongen grootbrachten. Als oorzaak van het ineensinken van de vispopulaties werd vaak de visserij aangewezen, hoewel een causaal verband met de visserij veelal niet met zekerheid kon worden aangetoond. Het samengaan van de ineenstorting van de populatie van slechts één vissoort met het uitblijven van reproductie bij zeevogels demonstreert hoe gevoelig deze dieren zijn voor veranderingen in de kwalitatieve en kwantitatieve voedselbeschikbaarheid.

De populatie van de in Nederland broedende grote sterns heeft in de twintigste eeuw enorme fluctuaties doorgemaakt. Tot drie keer toe veroorzaakte menselijk ingrijpen (respectievelijk het schieten van adulte vogels, eierraperij en vergiftiging) het ineensinken van de populatie. Na het laatste dieptepunt, in de jaren zestig, herstelde de populatie zich bijzonder langzaam. Bovendien stabiliseerden de aantallen zich op een laag niveau.

De centrale vraag in dit kader is: **Waarom verloopt het herstel van de populatie van de grote stern zo langzaam en waarom lijkt het aantal broedparen zich te stabiliseren op een betrekkelijk laag niveau?**

De stabilisatie van het aantal broedparen kent een aantal potentiële oorzaken. In de broedgebieden kunnen habitatverlies (i.e. afname van het beschikbaar broed- en/of voedselgebied), verontreiniging, een verminderde voedselhoeveelheid, toegenomen troebelheid van het water, een verandering van foerageergebied en migratie naar andere broedgebieden een belangrijke rol spelen. In de overwinteringsgebieden speelt vooral het vangen van sterns (vooral juveniele vogels) door de plaatselijke bevolking een rol. De invloed van de troebelheid van het water op het vissucces van sterns en een eventuele verandering van foerageergebied zijn in 1992-1993 in opdracht van het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) door het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN) onderzocht. De invloed van verontreiniging van eieren en kuikens van sterns (met name visdieven) is in 1992-1993 door het RIKZ, in samenwerking met de Universiteiten van Utrecht en Wageningen, onderzocht. Deze factoren lijken, evenals habitatverlies, geen beperkende rol te spelen in de recente aantalsontwikkeling van de grote stern.

Een aantal andere factoren, zoals migratie tussen broedkolonies, de voedselbeschikbaarheid in de broedtijd en sterfte in de Afrikaanse overwinteringsgebieden zijn onvoldoende bestudeerd en zullen in het kader van dit project middels een samenwerkingsverband tussen het IBN, het RIKZ en het RIVO (Rijksinstituut voor Visserijonderzoek) worden onderzocht.

1.1 Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is driedelig:

- (1) Het kwantificeren van de mortaliteit in de overwinteringsgebieden (bewerking ringgegevens).
- (2) Het bepalen van de mate waarin uitwisseling van broedvogels tussen verschillende kolonies optreedt (bewerking ringgegevens).
- (3) Het verschaffen van inzicht in het belang van de voedselbeschikbaarheid in de broedperiode op de overleving van de jongen tot aan het adulte stadium. Hierbij kunnen de volgende onderzoeksvragen worden onderscheiden:
 - Is de voedselaanvoer naar de kuikens te verklaren uit de aanwezigheid van de prooivissen (i.e. haring, sprat, zandspijting en smelt)?
 - In welke mate bepaalt de lokale voedselbeschikbaarheid de groeisnelheid, de conditie en de overlevingskansen van de kuikens?
 - In hoeverre bepalen groeisnelheid en conditie tijdens de kuikenfase de overleving na het uitvliegen?

Einddoel is het samenstellen van een populatiedynamisch model van de grote stern met speciale aandacht voor de effecten van voedselbeschikbaarheid en antropogene stress-factoren. Het kwantificeren van de wintermortaliteit (1) en de mate van uitwisseling tussen broedkolonies (2) zijn van essentieel belang voor de calibratie van het model. In een volgende stap zal de invloed van de voedselbeschikbaarheid op de overleving tot aan het adulte stadium (3) in het model worden geïncorporeerd.

1.2 Thema

Middels het voorgestelde onderzoek zal meer inzicht worden verkregen in het belang van de lokale voedselbeschikbaarheid op het voorkomen van de grote stern. Fluctuaties in de voedselbeschikbaarheid (veroorzaakt door natuurlijke dan wel antropogene factoren) kunnen direct (via het aantal kuikens dat wordt grootgebracht) dan wel indirect (via de overleving na het uitvliegen) van invloed zijn op visetende zeevogels. Via een modelmatige benadering zal duidelijk moeten worden in hoeverre het bestand aan prooivissen, alsmede de temporele en spatiële verspreiding van de vissen doorwerkt in de populatiedynamica van de grote stern.

Het onderzoek haakt in op de volgende beleidsvragen:

- Wat is het belang van bepaalde habitats/ecotopen voor de grote stern (Speerpunt Verstoring Habitats).
- Wat zijn de ongewenste effecten op korte en lange termijn van de visserij op de Noordzee en in de Waddenzee op het voorkomen van de grote stern (Speerpunt Effecten Visserij).

1.3 Relatie met ander onderzoek

In de Derde Nota Waterhuishouding van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat is de grote stern als indicatorsoort voor het mariene milieu opgenomen. In het kader van de ontwikkeling van een populatiedynamisch model voor deze soort (BEON*ECOLMOD) is door het IBN, in opdracht van het RIKZ, onderzoek verricht naar de ecologie van de grote stern (literatuuronderzoek, 1992), naar de relaties tussen troebeling en foerageermogelijkheden (1992-1993), en naar de invloed van kleptoparasitisme op de visaanvoer en het broedsucces (1992-1994). Aanvullend onderzoek is verricht naar de relaties tussen voedselaanvoer, weer en getij (opdracht BEON, 1992-1993) en naar de groei en overleving van de kuikens (Vereniging Natuurmonumenten, 1992-1994). In 1994 hebben medewerkers van IBN, RIKZ en Vereniging Natuurmonumenten en vrijwilligers van de Nederlandse Zeevogelgroep een gezamenlijke pilot study verricht naar de relatie tussen voedselbeschikbaarheid en foerageergedrag van de grote stern.

Uit deze onderzoeken is gebleken, dat de voedselaanvoer in 1992-1993 aanzienlijk lager was dan in de periode 1966-1970 en ook laag vergeleken met buitenlandse kolonies. Verder is duidelijk geworden, dat de aanvoer van vis en ook het aandeel van de verschillende vissoorten in de voedselsamenstelling van de kuikens grote variatie vertonen tussen de verschillende jaren. Mede hierdoor bestaan er grote verschillen tussen jaren in groeisnelheid van de kuikens en hun conditie vlak voor het uitvliegen. Het nu voorgestelde onderzoek zal duidelijk moeten maken in hoeverre verschillen in groeisnelheid tijdens de kuikenfase en de conditie vlak voor het uitvliegen de overleving tijdens het juveniele stadium beïnvloeden. De betreffende gegevens zijn noodzakelijk om tot een volledig beeld van de populatiedynamiek van de grote stern te komen. Voor de verdere invulling van het populatiedynamisch model zijn gegevens over de mate van emi- en immigratie van de grote stern noodzakelijk. Ondersteunend onderzoek in de foerageergebieden van de grote stern moet meer inzicht verschaffen in de causale verbanden tussen weer, getij en voedselaanbod. De beschikbaarheid van vis wordt namelijk niet alleen bepaald door het aantal aanwezige vissen, maar ook door externe factoren als het doorzicht van het water, weersomstandigheden en de verticale verspreiding van de vis (de grote stern foerageert op vis in de bovenste waterlaag).

2 MATERIAAL EN METHODEN

2.1 Veldonderzoek Griend

Aflezen van geringde sterns

Tijdens de vestigingsfase van de sterns zijn vanuit een schuiltent de metalen ringen van sterns afgelezen met een kijker of telescoop. Aan de hand van de ringinspanningen in de verschillende jaren en landen kan met behulp van deze aflezingen de mate van immigratie worden berekend. De ringinspanningen zijn opgevraagd bij het Vogeltrekstation in Heteren, maar zijn tot op heden nog niet ontvangen.

Voor de bepaling van de afleeskans van adulte sterns is gebruik gemaakt van het aandeel in 1994 geringde sterns dat in 1995 is afgelezen. Met behulp van de afleeskans kan de plaatselijke overleving (i.e. overleving minus emigratie) van als kuiken op Griend geringde sterns worden bepaald. In de hiernavolgende tekst wordt voor het gemak gesproken over overleving, waarmee steeds de plaatselijke overleving wordt bedoeld.

Voedselprotocollen

Registratie van de aangevoerde prooien vond plaats vanuit een schuiltent met behulp van een verrekijker (vergroting tot 10x) of met het blote oog. De schuiltent was geplaatst op enkele meters van de baltsplaats of de kolonie. De lengte van de aangebrachte vissen werd geschat aan de hand van de snavel lengte van de adulte vogel (gemiddelde snavel lengte = 54,6 mm, N = 93). Het schatten van de prooilengte (in kwart snavel lengtes) werd per waarnemer gekalibreerd, door prooivissen van verschillende soort en lengte in de snavel van een opgezette grote stern te houden. Dit verhoogde de nauwkeurigheid sterk. Een geoefende waarnemer maakte een schattingsfout van ongeveer 0,25 maal de snavel lengte.

Zowel in de baltsperiode (voor 1 mei), de incubatieperiode (1 mei tot 26 mei), de jonge kuikenfase (27 mei tot 16 juni) en de late kuikenfase (na 16 juni) zijn voedselprotocollen gemaakt, waarbij zoveel mogelijk in de kolonie aangevoerde prooien zijn geturfd. Om de hoeveelheid aangevoerde prooien per kuiken per dag te kunnen vergelijken met andere jaren zijn van 17 juni tot 25 juni protocollen gemaakt van 10-20 kuikens van bekende leeftijd. Deze kuikens werden van ongeveer 4:30 uur tot 22:30 uur gevolgd.

Aangezien meer dan 99% van de aangevoerde prooien uit haringachtigen (i.e. haring en sprat) en zandspieringachtigen (i.e. zandspiering en smelt) bestaat zijn de overige prooi-soorten buiten de analyses gehouden. In het onderhavige rapport wordt gesproken over haring of zandspiering waarmee gerefereerd wordt naar haring- en zandspieringachtigen.

Groei en conditie van de kuikens

Meteen na het uitkomen zijn zoveel mogelijk kuikens voorzien van een stalen VT-ring. Iedere drie dagen is getracht om kuikens terug te vangen en is de biometrie (massa, hoofd en vleugel) gemeten. Ook nog niet geringde kuikens werden voorzien van een stalen ring. Kuikens van meer dan een week oud kregen naast de metalen ring een combinatie van twee kleurringen, die betrekking hebben op het jaar en de plaats van ringen.

2.2 Bemonstering prooivissen

Gedurende 3 weekreizen (18/4-20/4, 29/5-1/6 en 3/7-6/7) werden 82 trekken van ongeveer 30 minuten uitgevoerd op een vijftal posities in de omgeving van de Vliestroom (Vliestroom 13, Westmeep 9, Stortemelk 12, Vliestroom 22 en Oosterom 2). De positie van de monsterpunten kwam overeen met het foerageergebied van de grote sterns op Griend (Stienen & Brenninkmeijer 1994). Er werd gevist met een Isaacs Kidd Midwater Trawl (6 mm maaswijdte). Het doorzicht van het water (gemeten met een Secchi-schijf) varieerde van 0,3 m tot 4,2 m. Conform de in de aanvoer in de kolonie zijn de bemonsterde vissoorten onderverdeeld in haring (i.e. haring en sprot) en zandspiering (i.e. zandspiering en smelt).

3 RESULTATEN

3.1 Overleving

Van de in 1994 geringde adulte sterns ($N = 73$) zijn in 1995 11 individuen (15,1%) teruggezien. We gaan ervan uit dat de overige 62 individuen in 1995 wel op Griend hebben gebroed, maar niet zijn waargenomen. Het percentage afgelezen sterns (15,1%) is dus een maat voor de kans dat een geringd individu daadwerkelijk afgelezen wordt.

Het aantal in 1995 op Griend afgelezen individuen dat in de periode 1990-1992 als kuiken op Griend is geringd staan weergegeven in tabel 1. Aan de hand van het totaal aantal geringde kuikens in de afzonderlijke jaren bedraagt het overlevingspercentage van in 1990 geringde individuen 44%, terwijl het overlevingspercentage van in 1991-1992 geringde kuikens slechts 14-16% bedraagt. De leeftijd waarop een kuiken is geringd, is echter uitermate belangrijk voor de overlevingskans. Jonge kuikens hebben een grotere sterftekans dan bijna vliegvlugge kuiken. Daarom zijn alle kuikens met hoofden kleiner dan 65 mm (i.e. minder dan 18 dagen oud) uit de dataset verwijderd, zodat alleen de iets oudere kuikens overblijven. Het overlevingspercentage van in 1990 geringde kuikens verandert dan niet (in 1990 zijn alleen relatief oude kuikens geringd), maar het overlevingspercentage van de in 1991-1992 geringde kuikens stijgt dan aanzienlijk naar 22-24% (tabel 1). Wanneer we nog kritischer naar de dataset kijken en alleen kuikens met hoofden groter dan 70 mm (i.e. ouder dan 21 dagen) in de berekening opnemen bedraagt de overleving in 1990-1992 respectievelijk 45%, 17% en 25%, waarbij de steekproefgrootte echter zeer klein wordt (tabel 1).

Er is in deze berekeningen geen rekening gehouden met mortaliteit van adulte sterns. Een gedeelte van de in 1994 als adult geringde sterns heeft het broedseizoen van 1995 nooit gehaald, waardoor de afleeskans hoger komt te liggen dan 15,1%. Op basis van studies van Stercorariidae, Laridae en Sternidae ligt de verwachte jaarlijkse mortaliteit van adulte grote sterns rond de 10% (DiConstanzo 1980). Brenninkmeijer & Stienen (1992) berekenden een jaarlijkse mortaliteit van 16,8% voor adulte grote sterns. Uitgaande van deze mortaliteitscijfers wordt de afleeskans 16,7%-18,0%. De overlevingskans van in 1990 geringde sterns ligt dan tussen de 37% en 41% (afhankelijk van de gebruikte waarde voor mortaliteit en de leeftijd van het kuiken) (tabel 2). De overlevingskans van in 1991 geringde sterns varieert dan tussen 14% en 20% en die van in 1992 geringde sterns tussen de 19% en 23% (tabel 2).

Tabel 1. Overlevingspercentages van in 1990-1992 geringde kuikens van de grote stern. Het aantal afgelezen individuen tussen haakjes.

	Overleving		
	1990	1991	1992
Alle kuikens	44,2% (10)	14,4% (19)	15,8% (53)
Hoofd > 65mm	44,2% (10)	22,1% (15)	23,6% (26)
Hoofd > 70mm	45,5% (10)	17,1% (8)	25,0% (18)

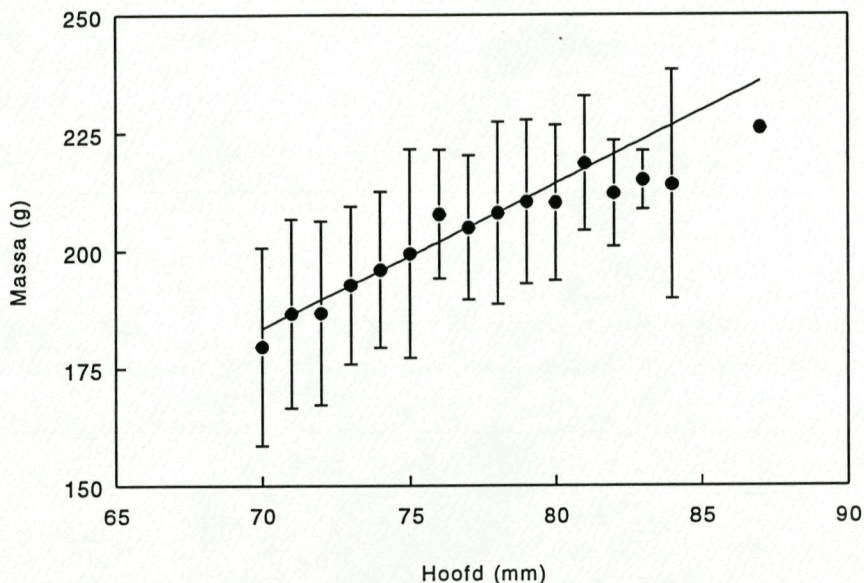
Tabel 2. Overlevingspercentages van in 1990-1992 geringde kuikens van de grote stern, gecorrigeerd met 10%-16,8% mortaliteit van adulten. Zie tabel 1 voor aantal afgelezen individuen.

	Overleving		
	1990	1991	1992
Hoofd > 65mm	39,9%-41,0%	15,4%-20,0%	21,3%-22,6%
Hoofd > 70mm	37,0%-38,1%	14,3%-18,5%	19,8%-21,0%

3.2 Invloed van conditie op overleving

Om te kijken of de conditie vlak voor het uitvliegen van invloed is op de overleving na het uitvliegen zijn bij de hierna volgende berekeningen alleen gewichten gebruikt van kuikens, die vrijwel zeker zijn uitgevlogen. Als criterium voor uitvliegen is de grootte van het hoofd gebruikt. Van kuikens met een hoofd groter dan 70mm (i.e. een leeftijd van meer dan 21 dagen oud; de kuikens vliegen normaal gesproken uit wanneer ze ongeveer 28 dagen oud zijn) is verondersteld dat ze vliegvlug zijn geworden. Een variantie-analyse laat zien dat de in 1990-1992 als kuiken geringde sterns, die in 1995 zijn teruggezien zwaarder, waren (gecorrigeerd voor de grootte van het hoofd) dan kuikens die niet zijn teruggezien (ANCOVA, $F_{1,931} = 5,6$, $P < 0,05$). De conditie van kuikens laat zich moeilijk kwantificeren. Om toch een aanzet te doen, zijn we uitgegaan van een lineaire relatie tussen hoofd en massa voor vliegvlug veronderstelde kuikens (figuur 1). Deze relatie tussen hoofd en massa is gebruikt als een gemiddelde massa (M_{exp}) bij een bepaalde grootte van het hoofd. Afwijkingen van de gemiddelde massa zijn een maat voor de conditie van een kuiken. Een kuiken met een massa groter dan de gemiddelde massa (bij een bepaalde grootte van het hoofd) verkeert in goede conditie. De conditie-index (CI) is als volgt berekend:

$$CI = \frac{M - M_{exp}}{M_{exp}} * 100\%$$



Figuur 1. Relatie tussen de grootte van het hoofd en de massa van de sternekuikens. Weergegeven zijn de gemiddelde massa's en de standaard deviatie. De lijn is berekend aan de hand van alle data (N = 914) en niet door de gemiddelde waarden zoals weergegeven in de figuur. (Pearsons regressie, $Y = -32,25 + 3,08 \cdot X$, $R^2 = 0,21$, $P < 0,001$).

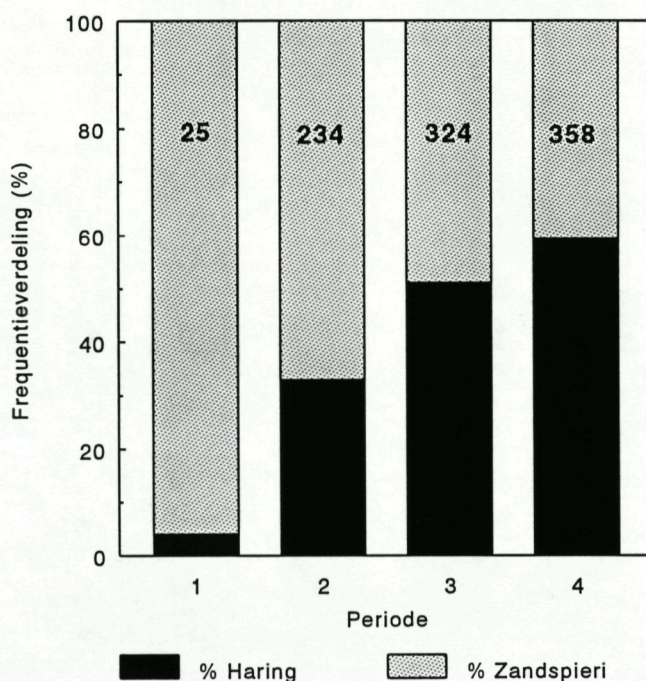
De gemiddelde conditie-index van de niet teruggeziene sterns (CI = -0,15%, N = 873) is aanzienlijk lager dan die van wel teruggeziene sterns (CI = 3,17%, N = 41) (Students T-test, $T = 2,42$, $P = 0,02$). Aangezien de relatie tussen hoofd en massa bij hoofden groter dan 80 mm niet goed kan worden beschreven door een rechte lijn (figuur 1), hebben we dezelfde analyse nog een keer uitgevoerd met kuikens waarvan de grootte van het hoofd groter was dan 70mm en kleiner dan 80mm. De gemiddelde conditie-index van de niet teruggeziene kuikens (CI = -0,02%, N = 818) ligt ook volgens deze berekening lager dan de conditie-index van wel teruggeziene kuikens (CI = 3,31%, N = 39) (Students T-test, $T = 2,34$, $P = 0,02$).

3.3 Immigratie

In totaal zijn de ringnummers van 174 individuen afgelezen. Het aandeel van in het buitenland geringde vogels was met 25,3% opvallend hoog. Om de mate van immigratie te kunnen berekenen zijn per land en per jaar gegevens over de ringinspanning en het aantal geringde pullen dat daadwerkelijk is uitgevlogen nodig, welke nog niet beschikbaar zijn.

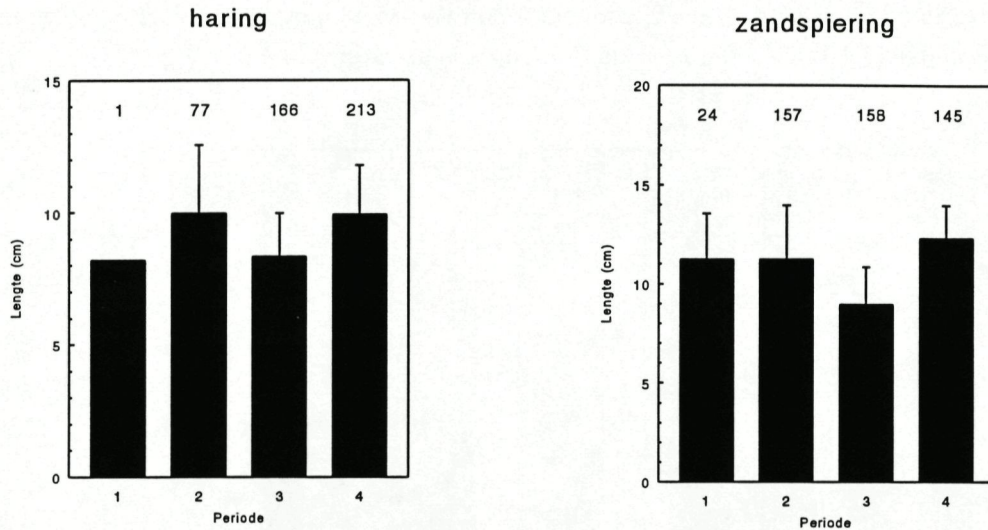
3.4 Voedselaanvoer

De aandeel van de verschillende prooi-soorten vertoont grote variatie binnen het seizoen (figuur 2). Opvallend is dat tijdens de vroege baltsfase (periode 1) vrijwel uitsluitend zandspiering werd aangevoerd. Pas vanaf 30 april werd voor het eerst haring aangevoerd. Het aandeel haring steeg daarna geleidelijk en bedroeg in de late kuikenfase ongeveer 60%.

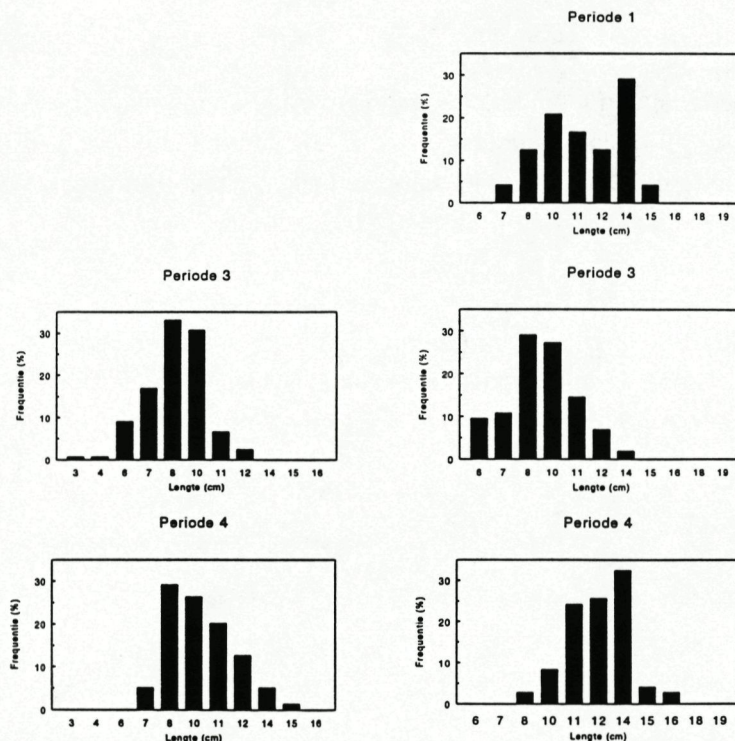


Figuur 2. Het aandeel van in de kolonie aangevoerde haring en zandspiering in de vroege baltsfase (periode 1), de late baltsfase (periode 2), de vroege kuikenfase (periode 3) en de late kuikenfase (periode 4). De getallen in de grijze balken geven het aantal waargenomen prooien weer.

De lengte van de verschillende, aangevoerde prooi-soorten kwam tijdens de baltsfase overeen met de late kuikenfase (haringen van ongeveer 10 cm en zandspieringen van ongeveer 11-12 cm) (figuur 3). Tijdens de vroege kuikenfase (kuikens van minder dan 1 week oud) zijn echter kleinere vissen aangevoerd (haringen van ongeveer 8 cm en zandspieringen van ongeveer 9 cm).

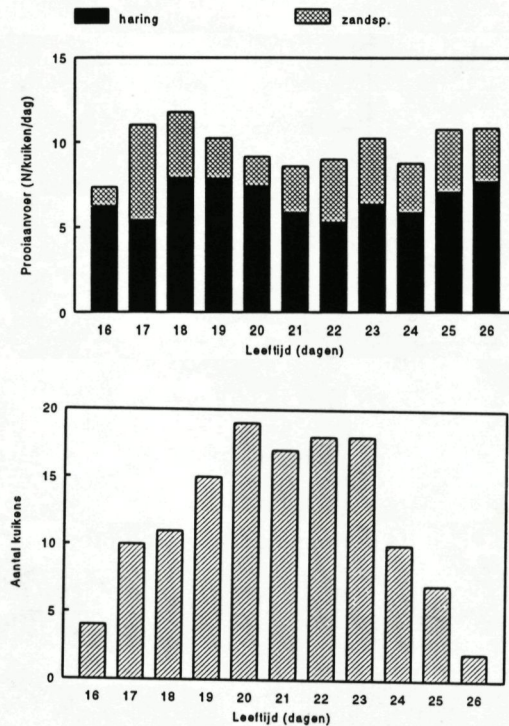


Figuur 3. De gemiddelde lengte (met standaardafwijking) van in de kolonie aangevoerde haring en zandspiering in de vroege baltsfase (periode 1), de late baltsfase (periode 2), de vroege kuikenfase (periode 3) en de late kuikenfase (periode 4). De getallen boven de balken geven het aantal waargenomen prooien weer.

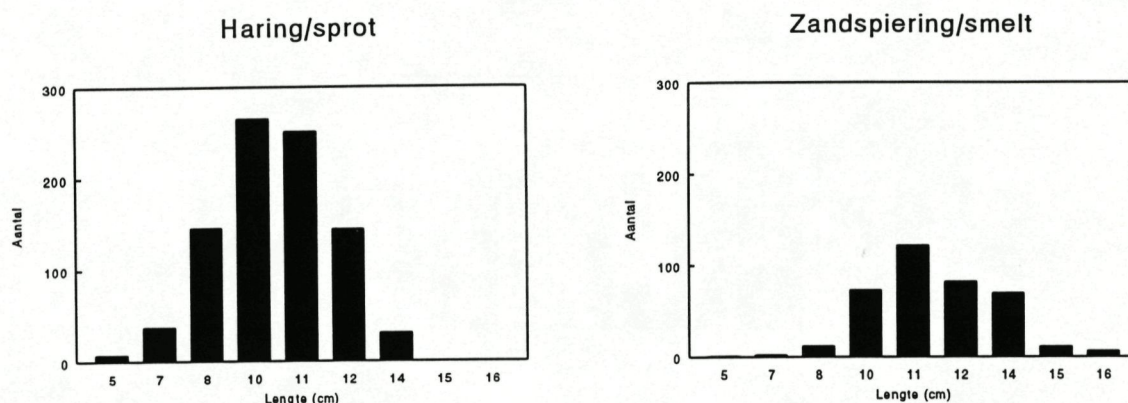


Figuur 4. De lengteverdeling van in de kolonie aangevoerde prooien in de verschillende periodes (haring linker figuren, zandspiering rechter figuren). De periodes komen overeen met figuur 3.

Een eerste ruwe berekening van de voedselaanvoer naar kuikens van bekende leeftijd laat zien, dat kuikens van 16-26 dagen oud ongeveer 10 prooien per dag krijgen aangevoerd (figuur 5) (deze periode komt overeen met periode 4 uit figuur 3). Ongeveer 75% van de aangevoerde prooien bestond uit haring, de rest uit zandspiering. De gemiddelde lengte van de aangevoerde haring bedroeg $10,17 \pm 1,65$ cm en van de aangevoerde zandspiering $11,55 \pm 1,77$ cm. De lengteverdeling van de aangevoerde vissen is weergegeven in figuur 6.



Figuur 5. Het aantal aangevoerde prooien naar kuikens van bekende leeftijd (figuur boven) en het aantal waargenomen kuikens (figuur beneden).

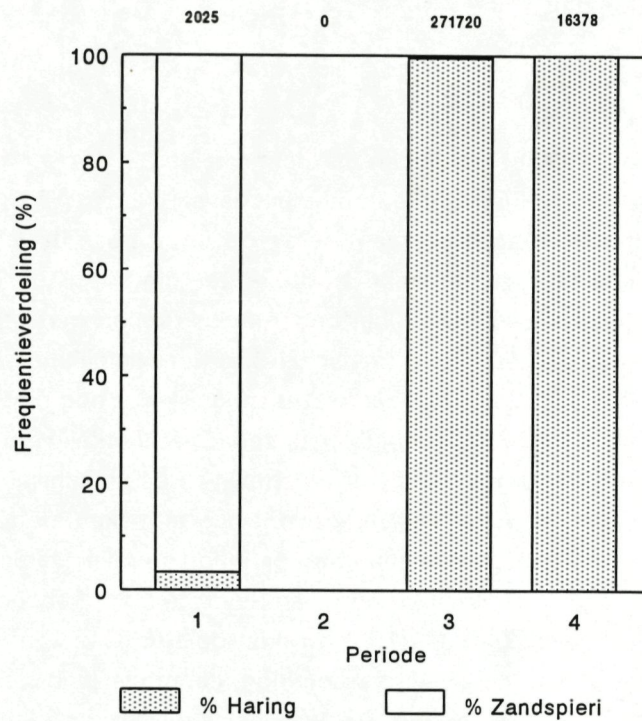


Figuur 6. De lengteverdeling van de in de kolonie aangevoerde prooien naar kuikens van bekende leeftijd.

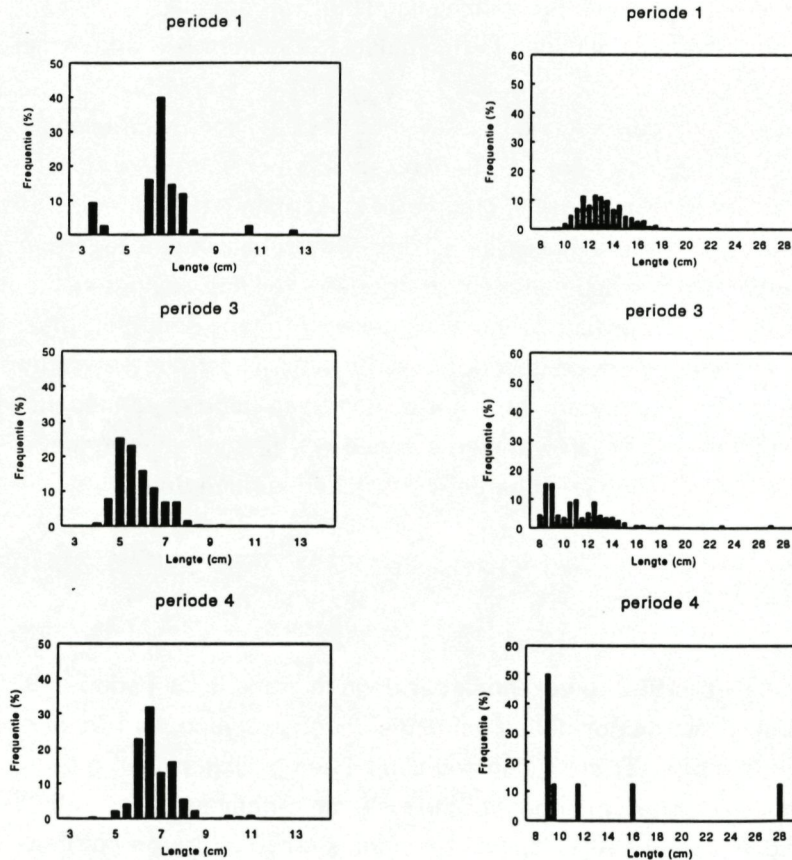
3.5 Bestandsopname prooivissen

De bemonstering van de prooivissen laat zien, dat in de vroege baltsfase (periode 1) vrijwel geen haring aanwezig waren in de Waddenzee (figuur 7). De tijdens de baltsfase bemonsterde haringen waren echter veel kleiner (3,5-4 cm) dan de in de kolonie aangevoerde haringen (vergelijk figuur 4). Tijdens de tweede en derde bemonsteringsperiode (periode 3 en 4) is vrijwel uitsluitend haring gevangen.

De bemonstering van de prooivissen laat zien dat de lengteverdeling van zowel de haringen als zandspieringen in de vroege kuikenfase (periode 3) verschilt van die in de vroege baltsfase en de late kuikenfase (periode 1 en 4) (figuur 8). In de vroege kuikenfase was de gemiddelde lengte van haring en zandspiering (respectievelijk 5,8 cm en 11,1 cm) kleiner dan in de vroege baltsfase (respectievelijk 6,5 cm en 13,2 cm) en de late kuikenfase (respectievelijk 6,7 cm en 12,6 cm) (niet getoetst). De kleinere haringen waren geconcentreerd aanwezig ten oosten van Vlieland, waar het water zeer troebel was.



Figuur 7. Het aandeel van de verschillende prooi-soorten in de bestandsopname in de Waddenzee. De periodes komen overeen met figuur 3.



Figuur 8. De lengteverdeling van de bemonsterde prooivissen (haring linker figuren en zandspiering rechter figuren). De periodes komen overeen met figuur 4.

4 DISCUSSIE

4.1 Overleving

Brenninkmeijer & Stienen (1992) berekenden dat de mortaliteit in het eerste levensjaar ongeveer 52% bedroeg en in de daaropvolgende jaren op respectievelijk 21%, 12%, 12% en 10%. Volgens deze mortaliteitspercentages bedraagt de overleving tot aan het zesde levensjaar (dit komt overeen met een in 1990 geringd kuiken) 26,4%, tot aan het vijfde levensjaar 29,4% en tot aan het vierde levensjaar 33,4%. De in het onderhavige rapport berekende overlevingspercentages, liggen voor 1990 (minimaal 37%) aanzienlijk hoger en in de overige twee jaren en vooral in 1991 aanzienlijk lager. Het is mogelijk dat nog niet alle kuikens die in 1992 zijn geboren zijn teruggekeerd als broedvogel, zodat het werkelijke overlevingspercentage bij vervolgonderzoek hoger zal komen te liggen. Toch blijven de verschillen tussen de jaren opmerkelijk. Mogelijk hebben deze verschillen in overleving te maken met de voedselomstandigheden. In 1991 zorgde een stormperiode van meer dan een week voor een sterk verminderde voedselaanvoer. Veel kuikens van de grote stern hebben deze stormperiode niet overleefd (Brenninkmeijer & Klaassen 1991). Nadat de storm was gaan liggen zijn een aantal overgebleven kuikens van de grote stern geringd, die mogelijk in slechte conditie verkeerden als gevolg van de stormperiode. De voedselaanvoer naar de kuikens is in dat jaar, evenals in 1990 niet gemeten, zodat geen harde uitspraken in deze gedaan kunnen worden. In 1992 is de voedselsituatie wel gemeten. Deze bleek zeer laag te zijn in vergelijking met andere jaren en andere kolonies (Stienen & Brenninkmeijer 1994). In dat jaar lag de conditie van veel kuikens vlak voor het uitvliegen beneden het gemiddelde (Stienen & Brenninkmeijer 1994).

Uit onze berekeningen blijkt dat de conditie vlak voor het uitvliegen van belang is voor de overleving. Het betreft hier echter een eerste berekening en er valt nog veel te verbeteren aan de methodiek. Indien de conclusie, dat voornamelijk kuikens in goede conditie terugkeren juist is, dan is de conditie van niet teruggekeerde kuikens waarschijnlijk veel lager dan door ons berekend. In de relatief grote groep van niet teruggeziene kuikens bevindt zich immers ook een aanzienlijk aantal kuikens, dat in feite wel is teruggekeerd (goede conditie), maar dat niet gezien is. Eigenlijk zou de conditie van dood gevonden sterns vergeleken moeten worden met die van nog in leven zijnde sterns, maar daarvoor is het bestand aan dood gevonden individuen nog te klein. Als gevolg van het kleurringen van sterns hopen we hierover meer gegevens te verkrijgen, zodat we hierover in de komende jaren hardere uitspraken kunnen doen.

4.2 Immigratie

Brenninkmeijer & Stienen (1992) berekenden dat de immigratie in de periode 1970-1973 11,4-12,7% moest bedragen om de populatiegroei in die periode te verklaren. De laatste jaren is de populatie op Griend min of meer stabiel en zou een bij een gelijkgebleven mortaliteit de immigratie lager moeten zijn. Het is nog niet mogelijk om de huidige immigratie te kwantificeren, maar het hoge aandeel van in het buitenland geringde sterns duidt erop dat in ieder geval nog steeds sprake is van immigratie.

4.3 Voedselaanvoer in relatie tot voedselbeschikbaarheid

De voedselaanvoer in 1995 (ongeveer 10 prooien/kuiken/dag) is iets hoger dan de voedselaanvoer in 1993, toen voor kuikens van overeenkomstige leeftijd ongeveer 9 prooien per kuiken per dag werden aangevoerd (Brenninkmeijer & Stienen 1994). De lengte van de aangevoerde prooien verschilde nauwelijks tussen 1993 en 1995 (niet getoetst).

Er is een aanzienlijk verschil tussen 1993 en 1995 in het aandeel van de verschillende prooi-soorten. In 1995 is vooral tijdens de late kuikenfase relatief veel haring (60%-75%) aangebracht. Uitgedrukt in massa vis is haring veel gunstiger dan zandspiering (Brenninkmeijer & Stienen 1994), zodat de massa aan aangevoerde vis in 1995 waarschijnlijk hoger zal liggen dan in 1993.

Opvallend is de overgang naar het aanvoeren van kleinere prooien tijdens de jonge kuikenfase. De bestandsopname van de prooivissen laat zien, dat het aanbrengen van kleinere prooien in deze fase niet zozeer een voorkeur van de sterns reflecteert, maar dat de in de Waddenzee aanwezige prooien in deze periode ook daadwerkelijk kleiner waren. Dit betekent dat de timing van het broedseizoen wel eens heel belangrijk kan zijn. De meeste sterns stemmen het broedseizoen zo af, dat de jonge kuikenfase samenvalt met de piek van kleinere prooien. Voor sterns die later in het seizoen broeden is het aanbod van kleine vissen relatief laag. Laat broedende sterns moeten dus meer moeite doen om de kleinere prooivissen te vangen. Er is echter nog niet gecorrigeerd voor het werkelijke aanbod (in hoeveelheid vis per oppervlakte). Bovendien is bij de bestandsopname in de Waddenzee voornamelijk kleine haring (5-9 cm) gevangen, terwijl de oudervogels voornamelijk op iets grotere haring (7-11 cm) foerageren. Mogelijk bevinden de grotere haringen zich voornamelijk in de Noordzee, waar het vanwege de weersomstandigheden niet mogelijk was te monstern. Aanpassing van het bemonsteringsgebied in de komende jaren zal het beeld naar alle waarschijnlijkheid duidelijker maken.

De verhouding van de verschillende prooi-soorten van de in de kolonie aangevoerde vissen komt in detail slecht overeen met de verhouding in de bestandsopname. In grote lijnen zijn er echter wel overeenkomsten. In de vroege baltsfase was vrijwel geen haring aanwezig in zowel de aangevoerde als de bemonsterde prooien. Later in het seizoen is het aandeel haring aanzienlijk groter in zowel de aangevoerde als de bemonsterde prooien. De grote verschillen tussen het aandeel haring in aangevoerde en bemonsterde prooien zijn waarschijnlijk te wijten aan het feit dat in de berekeningen nog niet gecorrigeerd is voor het vangen van een (gedeelte van een) school vissen. Bovendien moet nog gecorrigeerd worden voor bemonsterde prooien die te groot of te klein zijn voor sterns.

5 CONCLUSIES

- De overleving na het uitvliegen varieert van jaar tot jaar.
- De overleving na het uitvliegen lijkt samen te hangen met de conditie vlak voor het uitvliegen. Kuikens in slechte conditie hebben een geringere kans om als broedvogel terug te keren.
- Er broedt op Griend een aanzienlijk aantal immigranten, maar de mate immigratie is vooralsnog onbekend.
- In de verschillende periodes van balts, jonge en late kuikenfase verschilt zowel de verdeling van de verschillende prooi-soorten als de lengte van de prooien. Tijdens de vroege kuikenfase zijn de kuikens afhankelijk van relatief kleine prooien.
- De lengteverdeling van de in de Waddenzee aanwezige zandspiering komt in de verschillende broedperiodes overeen met die van de aangevoerde prooien. De bemonsterde haringen waren over het algemeen kleiner dan de door de sterns aangevoerde haring.
- De prooiaanvoer en de lengteverdeling van de prooien in 1995 komt overeen met die in 1993.

Literatuur

Brenninkmeijer, A. & M. Klaassen 1991. Griend, vogels en bewaking 1991. Arnhem.

Brenninkmeijer, A. & E.W.M. Stienen 1992. Ecologisch profiel van de grote stern (*Sterna sandvicensis*). RIN-rapport 92/18. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.

DiConstanzo, J. 1980. Population dynamics of a Common Tern colony. *Journal of Field Ornithology* 51: 229-243.

Stienen, E.W.M. & A. Brenninkmeijer 1994. Voedselecologie van de grote stern (*Sterna sandvicensis*): onderzoek ter ondersteuning van een populatie-dynamisch model. IBN-rapport 120. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.

Samenvatting

De populatie van de in Nederland broedende grote sterns heeft in de twintigste eeuw enorme fluctuaties doorgemaakt. Na het laatste dieptepunt, in de jaren zestig, herstelde de populatie zich bijzonder langzaam en stabiliseerden de aantallen zich op een laag niveau. Resultaten van eerder onderzoek duiden erop, dat de aantalsontwikkelingen mogelijk samenhangen met de beschikbaarheid van het voedsel. Om het aantalsverloop van de grote stern te kunnen beschrijven heeft het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), in samenwerking met het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO-DLO) en het Rijksinstituut voor Kust- en Zee (RIKZ), in 1995 een onderzoek gestart naar de invloed van fluctuaties in de lokale voedselbeschikbaarheid voor de populatie op Griend. Het doel van dit onderzoek is drieledig:

- (1) Het kwantificeren van de mortaliteit in de overwinteringsgebieden.
- (2) Het bepalen van de mate waarin uitwisseling van de broedvogels tussen verschillende kolonies optreedt.
- (3) Het verschaffen van inzicht in het belang van voedselbeschikbaarheid in de broedperiode op de overleving van de jongen tot aan het adulte stadium.

De eerste resultaten van dit drie-jarig onderzoek laten zien dat de overleving van juveniele grote sterns sterke jaarlijkse verschillen vertoont. De overlevingskans na het uitvliegen lijkt samen te hangen met de conditie van de kuikens vlak voor het uitvliegen. Kuikens die vlak voor het uitvliegen in slechte conditie verkeren hebben een geringere kans om als broedvogel terug te keren. De mate van immigratie is nog niet bekend, maar er was in 1995 sprake van een aanzienlijk aantal uit het buitenland afkomstige sterns. De verwachting is dan ook dat de immigratie op Griend hoog uitvalt.

De samenstelling van de in de kolonie aangevoerde prooien komt slechts in geringe mate overeen met de samenstelling in de foerageergebieden van de sterns, maar verdere correcties van het databestand kunnen dit beeld nog veranderen. De verdeling van de lengte van de in de kolonie aangevoerde zandspiering komt goed overeen met die in de foerageergebieden. Tijdens de vroege kuikenfase zijn relatief kleine vissen aan de kuikens aangeboden. De bestandsopname laat zien dat de aanwezigheid van kleinere vissen in deze periode ook relatief groot was. De bemonsterde haringen waren over het algemeen kleiner dan de door de sterns aangevoerde haringen.

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 Modelling	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 cassivelaunus). Rapportage Project BEONADD I/III	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 BEON 1993-1997)	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	Philippart, C.J.M. & Groodt, E.G. de & Brinkman, A.G. & Jak, R.G. & Scholten, M.C.Th., Effecten van verschuivingen van nutriëntenconcentraties op biota in de Nederlandse kustwateren (IBN 93 E 02).
BEON rapport nr. 94-2	Kaag, N.H.B.M. et al., BENTOX: Toxische effecten van microverontreinigingen in sediment:deel 1, Verkennend onderzoek met natuurlijke verontreinigde sedimenten (TNO 93 M 04/TNO 94 M 06).
BEON rapport nr. 94-3	Jaarwerkplan 1994.
BEON rapport nr. 94-4	Riegman, R., jaarverslag 1993: Algenonderzoek in mesocosms en modellering (NIOZ 93 E 01).
BEON rapport nr. 94-5	Veer, H.W. van der, Impact of anthropogenic activities on the productivity of the western Wadden Sea ecosystem (NIOZ 93 E 02).

- BEON rapport nr. 94-6.1 Ruardij, P. and W. van Raaphorst. Benthic nutrient generation in the ERSEM ecosystem model of the North Sea.
- BEON rapport nr. 94-6.2 J.P.C. Smit, A.G. Brinkman, E.G.M. Embsen, P. Ruardij, and W. van Raaphorst. The EcoWasp model and its environment.
- BEON rapport nr. 94-7 Risico-analyse Mariene Systemen (RAM*2 project) Eindrapport van de RAM-Auditgroep.
- BEON rapport nr. 94-8 Michielsen, H & Berg, A. van den & Joordens, J., et al. Comparison of models describing species composition of marine phytoplankton (project MANS-FYFY, WL 93 E 01)
- BEON rapport nr. 94-9 Verslag BEON Workshop Risico-analyse, d.d. 27 april 1994, Den Haag
- BEON rapport nr. 94-10 BEON Beleidspresentatie "Microverontreinigingen: effecten en trends", d.d. 21 juni 1994.
- BEON rapport nr. 94-11 De epi- en endofauna van de Nederlandse, Duitse en Deense kustzone: een analyse van 20 jaar bijvangsgegevens. J. Buijs, J.A. Craeymeersch, P. van Leeuwen, A.D. Rijnsdorp
- 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
- BEON rapport nr. 94-13 Bergman, M.J.N. en J.W. van Santbrink. Directe effecten van de visserij met de 12m en 4m boomkorren op het bodemleven in de Nederlandse sector van de Noordzee.
- BEON rapport nr. 94-14 Camphuysen, C.J. Scavenging seabirds at beamtrawlers in the southern North Sea, distribution, relative abundance, behaviour, prey selection, feeding efficiency, kleptoparasitism and the possible effects of the establishment of protected areas'.
- BEON rapport nr. 94-15 Spaans, A.L., M. Bukacińska, D. Bukacińska. the relationship between food supply, reproductive parameters and population dynamics in Dutch Lesser Black-backed Gulls *Larus fuscus*: a pilot study.
- BEON rapport nr. 94-16 Brenninkmeijer, A. & E.W. M. Stienen. Pilot study on the influence of feeding conditions at the North Sea on the breeding results of the Sandwich Tern *Sterna sandvicensis*.
- BEON rapport nr. 94-17 Boddeke, R. en P. Hagel. BEON-studie naar de effecten van de teruglopende nutriëntenbelasting van de Nederlandse kustzone.

1995

BEON rapport nr. 95-1	Effecten van de schelpdiervisserij op het bodemleven in de Voordelta (IVO 94 V 06)
BEON rapport nr. 95-2	Jaarwerkplan 1995
BEON rapport nr. 95-3	Trends in het voorkomen van vissen en epibenthische evertebraten in de Noordzee: Een vergelijking van datasets
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 organohalogeene 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.
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.
BEON rapport nr. 95-9	Effecten van antropogene activiteiten op de produktiviteit van het ecosysteem in de Westelijke Waddenzee.
BEON rapport nr. 95-10	De invloed van biotransformatie op de bio accumulatie van lipofiele organohalogeenvverbindingen in mariene Toppredatoren. Boon, J.P., A. van Schanke, M.T.J. Hillebrand en D. Morse.
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, 1994
BEON rapport nr. 95-12	Habitatkarakteristieken van de Nederlandse kustzone, Wintermans, C. et al.
BEON rapport nr. 95-13	BEON Tweejaarverslag 1993-1994. Onderzoek en beleid kiezen samen het ruime sop; PB-BEON; augustus 1995.

BEON rapport nr. 95-14	Toxische algen tussen Noordwijk- en Terschelling-raai. Peperzak, L. et al. (RIKZ 94 E 05; RKZ-040).
BEON rapport nr. 95-15	ELTEVIER (voorlopige titel). 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...., II Toxafeen. (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 deel 2. (TNO 94 M 06).
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	BENTOX deel 3. (TNO 95 M 16)

Informatie BEON:

PROGRAMMA BUREAU BEON
p/a Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijks Instituut voor Kust en Zee
Kortenaerkade 1
2518 AX Den Haag
Postbus 20907
2500 EX Den Haag
070- 3114257/3114258/3114259/3114260
Telefax: 070- 311432

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

