

Alternatieve voedselbronnen voor schelpdier-etende vogels in Nederlandse getijdewateren

C.J. Smit

ibn-dlo



76264

INSTITUUT VOOR NATUURBEHOUD
BIBLIOTHEEK / LIBRARY
MILITARIJ 25 - B 1070 BRUSSEL
TEL.: 02/558.18.14

Alternatieve voedselbronnen voor schelpdier-etende vogels in Nederlandse getijdewateren

C.J. Smit

VLIZ (vzw)
VLAAMS INSTITUUT VOOR DE ZEE
FLANDERS MARINE INSTITUTE
Oostende - Belgium

IBN rapport 077

Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (DLO-IBN)

Wageningen

ISSN: 0928-6888

1994

INHOUD

SAMENVATTING	5
1 INLEIDING	7
2 DE VOORGESCHIEDENIS	15
3 BENTHOS EN VOGELS: AANTALLEN EN INTERACTIES	
3.1 Mossels en Kokkels in de Waddenzee en de Delta	15
3.2 De ontwikkeling van de visserijinspanning in laatste decennia	21
3.3 Aantalsveranderingen bij Eidereend, Scholekster en Kanoetstrandloper	25
3.4 Energiegebruik en prooidierkeuze	33
3.5 Dichtheidseffecten en voedselopname	38
3.6 De relatie tussen voedselvoorkomen en het aantal vogels	40
4 DE DRAAGKRACHT VAN WADGEBIEDEN	45
5 TELLINGEN IN DE MOKBAAI	49
6 EFFECTEN VAN VERSCHILLEN IN PROOI AANBOD OP SCHELPDIEREN	55
6.1 Prooiaanbod vs. consumptie	55
6.2 Simulatie-studies	58
6.3 Uitwijken of sterven?m,	61
7 CONCLUSIE EN BELEIDSAANBEVELINGEN	65
8 DANKWOORD	71
9 LITERATUUR	73

SAMENVATTING

Recent opgetreden voedselschaarste heeft duidelijk gemaakt dat in de Waddenzee en de Oosterschelde de natuurbeschermingsbelangen en de visserijbelangen op gespannen voet met elkaar kunnen staan. Onder invloed van een reeks zachte winters had sinds 1987 geen goede broedval meer plaatsgevonden van Mossels en Kokkels. In het begin van de jaren '90 verdwenen de resterende mosselbanken van de droogvallende wadplaten door bevissing, mogelijk in combinatie met de effecten van stormen. Tegelijkertijd viste de kokkelvisserij in de periode 1990-93 in sommige jaren een aanzienlijk deel van het relatief magere kokkelbestand op. Dit resulteerde in voedselgebrek voor enkele vogelsoorten (met name de Eidereend en de Scholekster) die in hoge mate afhankelijk zijn van deze twee schelpdiersoorten.

In dit rapport wordt informatie geleverd over de voedselbehoeftes van enkele soorten wadvogels. Ook wordt een samenvatting gegeven van de informatie die bekend is over de maximale dichtheden op foerageergebieden en worden scenario's doorgerekend waardoor het effect van de zogenaamde 60-70% regeling voor schelpdieretende vogels duidelijk wordt. Dit is één van de maatregelen uit het Structuurnota Zee- en Kustvisserij. Hierin is vastgelegd dat er vanaf 1993 geen kokkel- en mosselzaadvisserij meer is toegestaan op ca. 25% van de platen in de Nederlandse Waddenzee. In voedselarme jaren zal bovendien 60-70% van de voedselbehoefte in de Oosterschelde en de Waddenzee in de vorm van Mossels en Kokkels voor vogels moeten worden gereserveerd. Als minder aanwezig is dan deze 60-70% zal de visserij op schelpdieren in het betreffende gebied in een dergelijk jaar worden gesloten. Doel van deze maatregelen is om in deze gebieden de voedselbehoefte van vogels te garanderen en de natuurlijke ontwikkeling van droogvallende mosselbanken en zeegrasvelden in de gesloten gebieden weer mogelijk te maken.

Op basis van het in de jaren '80 aanwezige aantal Eidereenden (62.000, het gemiddelde over alle maanden) en een geschatte consumptie van 650 gram schelpdiervlees per dag kan de totale opname van Eidereenden in de Waddenzee op 14,7 miljoen kg vlees worden geschat. De gemiddelde consumptie van Scholeksters (225 gram per dag) in deze jaren in de Nederlandse Waddenzee (145.000 exemplaren) bedraagt 11,9 miljoen kg vlees per jaar. De Kanoetstrandloper, die per dag 90 gram kleine schelpdieren eet, consumeert 1,5 miljoen kg vlees. In de Oosterschelde vindt zeer weinig predatie door Eidereenden plaats. Scholeksters consumeren hier 4,2 miljoen kg schelpdiervlees, Kanoetstrandlopers 0,2 miljoen kg per jaar. De kokkelvisserij oogstte in de jaren 1990-93 0-7 miljoen kg kokkelvlees in de Waddenzee en 0-1,6 miljoen kg in de Oosterschelde.

Berekeningen aan de hand van de beschikbare hoeveelheid kokkelvlees en de voedselbehoefte die mag worden verwacht op basis van gemiddeld aanwezige aantallen gedurende de jaren '80 laten zien dat in de Waddenzee voedselschaarste is opgetreden in de winters 1990/91 en 1991/92. In de Oosterschelde lijkt dit in alle 4 winters vanaf 1990/91 in alle maanden het geval te zijn geweest. Vergelijking van totaal beschikbare hoeveelheid biomassa in de vorm van prooidieren met de voedselbehoefte levert vergelijkbare resultaten op. In de Waddenzee is met name in de winter 1991/92 (toen de kokkelvisserij zowel in de Waddenzee als de Oosterschelde was gesloten) een ernstig voedseltekort is opgetreden.

Hierdoor hebben Scholeksters waarschijnlijk moeten uitwijken naar binnendijkse foerageergebieden waar gedurende de laatste winters aanzienlijke concentraties werden aangetroffen. Tellingen in de Waddenzee in januari 1991 laten zien dat het aantal Eidereenden 35% minder was dan het gemiddelde uit de jaren 1970-1990. Ook werd aanzienlijke sterfte onder deze soort vastgesteld. In de winter 1992/93 werden in de Waddenzee slechts 40.000 Eidereenden geteld, ongeveer een derde van wat in de jaren '80 aanwezig was. Een groot deel van de uit de Nederlandse Waddenzee verdwenen Eidereenden is waarschijnlijk uitgeweken naar de Noordzee en mogelijk ook naar het Duitse Waddengebied. In de Oosterschelde is sprake van een min of meer structureel voedseltekort. Dit uit zich bij een deel van de aanwezige Scholeksters in lage gewichten en een relatief hoge sterfte. Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat de draagkracht van dit gebied wordt overschreden. De geconstateerde problemen in de Oosterschelde worden deels veroorzaakt door veranderingen die zijn opgetreden bij het voltooiën van de Deltawerken.

Geconcludeerd wordt dat de 60-70% regeling geen garantie biedt dat er in de wintermaanden voldoende voedsel voor de vogels beschikbaar is. Momenteel vormen de onder verantwoordelijkheid van het RIVO-DLO uitgevoerde bodemfaunabemonsteringen (die in mei worden uitgevoerd) de basis waarop het visserijbeleid voor het erop volgende seizoen wordt gebaseerd. Voorstelbaar is dat op basis van deze bemonsteringen wordt geconcludeerd dat er in september (en het daarna volgende winterseizoen) voldoende voedsel voor vogels beschikbaar is. Een vorstperiode in deze winter kan echter tot gevolg hebben dat een groot deel van de na visserij nog overgebleven kokkels alsnog sterft, terwijl onder invloed van vorst door Scholeksters geen beroep kan worden gedaan op alternatieve voedselgebieden in het binnenland. Dit kan alsnog een bovennatuurlijke sterfte van schelpdieretende vogels tot gevolg hebben.

1 INLEIDING

De Nederlandse getijdegebieden spelen een zeer belangrijke rol als pleisterplaats voor grote aantallen eenden, ganzen, steltlopers, meeuwen en sterns. Dit blijkt vooral wanneer de in de Waddenzee en Zeeuwse estuaria aanwezige aantallen worden afgezet tegen de geschatte grootte van de in west Europa en west Afrika overwinterende populaties. Van de zwartbuikige ondersoort van de Rotgans is in mei bijna 38% van de gehele wereldpopulatie in de Nederlandse Waddenzee aanwezig, terwijl van de Scholekster, de Bergeend en de Wulp meer dan 25% van de populatie die aanwezig is in het gebied van de Oost-Atlantische trekroute (flyway) in de Waddenzee aanwezig kan zijn (zie Tabel 1).

Tabel 1. De gemiddelde aantallen (in de maanden waarin de maximale aantallen voorkomen) van een aantal karakteristieke watervogels in de Nederlandse Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde in vergelijking tot de totale populatiegrootte in het gebied van de Oostatlantische trekroute in de periode. Naar gegevens uit Zegers & Kwint (1992)(Waddenzee, 1980/91), Meininger (1993)(Oosterschelde, Westerschelde, 1987/88 -1990/91), Smit&Piersma(1989) en Pirot et al. (1989) (populatiegrootte Oost-Atlantische trekroute .

Soort	Waddenzee	Oosterschelde	Westerschelde	Flyway
Rotgans	64240	12065	34	170000
Bergeend	70933	3419	4214	250000
Smient	91185	14686	19085	750000
Scholekster	266272	88101	12476	873000
Kluut	15027	414	624	67200
Zilverplevier	29732	7393	3257	166400
Kanoetstrandloper	82733	9829	2455	347300
Bonte Strandloper	207125	33434	24661	1373000
Rosse Grutto	96272	7900	3723	704400
Wulp	94975	13115	5444	348300
Steltlopers	702000	141000	57000	6928000

Voor de Ooster- en Westerschelde zijn deze percentages wat geringer, maar ook hier zijn de aanwezige aantallen zeer aanzienlijk. De Nederlandse getijdegebieden zijn dan ook opvallend groot. Vergeleken met andere aanwezige estuaria in west Europa blijken zowel de Waddenzee als de Ooster- en Westerschelde tot de top-15 te behoren (Tabel 2). De Voor-

delta, met een wat arbitraire grootte van 28.500 ha (Meininger et al. 1993) afhankelijk van welke westgrens wordt gekozen, voldoet net niet aan de gestelde minimale gebiedsgrootte van 30.000 ha. De vitale rol die de Nederlandse getijdegebieden vervullen in de levenscyclus van de enkele tientallen soorten grote groep van de "wadvogels" is door de overheid in verschillende beleidsvoornemens (Planologische Kernbeslissing Waddenzee, Derde Nota Waterhuishouding, Structuurnota Zee- en Kustvisserij) vastgesteld. Onder andere door middel van aanwijzing van grote delen van de Waddenzee onder de Natuurbeschermingswet is deze erkenning ook in beleidsdaden omgezet.

Tabel 2. Estuaria met een totale grootte van meer dan 30.000 ha in West Europa. Tevens is de grootte van het intergetijdegebied opgenomen (data voor zover beschikbaar) evenals het gemiddelde in januari aanwezige aantal steltlopers. Naar gegevens uit Davidson et al. (1991), Wadden Sea Assessment Group (1991), Grimmet & Jones (1989), Meininger et al. (1993), Smit & Piersma (1989), Cranswick et al. 1993 en Maheo (jaarverslagen wad- en watervogeltellingen Frankrijk).

Estuarium	Gebiedsgrootte (ha)	Grootte intergetijdegebied (ha)	Land	Regio	Aantal steltlopers in (Jan)
Wattenmeer	264200	151200	D	Schl.Holst. + Hamburg	110000
Waddenzee	241000	123900	NL	Friesland etc.	430000
Wattenmeer	182900	99000	D	Niedersachsen	210000
Vadehavet	83600	55400	DK	W Jylland/Ribe	30000
Wash	66654	29770	UK	Cambridgeshire etc.	247000
Baie de l'Aiguillon	58000	?	F	Vendée	38000
Severn	55684	16890	UK	England/Wales	61000
Morecambe Bay	44873	33749	UK	Cumbria/Lancashire	186000
Solway Firth	42056	27550	UK	England/Scotland	82000
Tejo	40000	12000	P	Lisboa	54000
Oosterschelde	35076	11365	NL	Zeeland etc.	110000
Baie Mt St Michel	35000	?	F	Manche	55000
Shannon	34000	?	IRL	Clare/Limerick	30000
Westerschelde	31900	8390	NL/B	Zeeland	48000
Humber	30357	13521	UK	Humberside etc.	114000
Aveiro	30000	?	P	Aveiro	12000

Recent opgetreden voedselschaarste onder vogels heeft duidelijk gemaakt dat in de Waddenzee en de Oosterschelde de overlevingskansen van vogelpopulaties en visserijbelangen op gespannen voet met elkaar kunnen staan. Dit rapport levert informatie over voedselbehoeftes van enkele soorten wadvogels, gaat in op de vraag in welke dichtheden vogels op foerageergebieden voorkomen (carrying capacity of draagkracht, gedefinieerd als het maximum aantal individuen van een soort dat in een gebied kan overleven op lange termijn) en rekent een aantal scenario's door over het effect van de zogenaamde 60-70% regeling (voor nadere uitleg zie

Hoofdstuk 2). In dit rapport wordt veelvuldig gebruik gemaakt van de term "voedselbehoefte". Deze term is in de interne nota "De voedselbehoefte van vogels in de Waddenzee en Oosterschelde" (Ministerie voor LNV, 1993) gedefinieerd als "de hoeveelheid schelpdiervlees die het gemiddeld aanwezige vogelbestand zou consumeren wanneer er voldoende schelpdieren beschikbaar zijn". Deze definitie is in het voor U liggende rapport overgenomen. In dit rapport worden schelpdieretende vogels ook vaak predatoren genoemd.

2 DE VOORGESCHIEDENIS

De relatie tussen "de natuur" en "de visserij" komt in diverse recent verschenen beleidsnota's aan de orde. Concreet ingevuld komt het beleid uit de Structuurnota Zee- en Kustvisserij er op neer dat vanaf 1993 geen kokkel- en mosselzaadvisserij meer is toegestaan in ca. 25% van de platen in de Nederlandse Waddenzee, terwijl ook delen van de Oosterschelde voor kokkelvisserij worden gesloten (Fig. 1). Doel hiervan is om in deze gebieden de voedselbehoefte van vogels te garanderen en de natuurlijke ontwikkeling van droogvallende mosselbanken en zeegrasvelden weer mogelijk te maken. Het Structuurschema spreekt van een "scheiding van functies". In voedselarme jaren moet bovendien 70% van de voedselbehoefte in de Oosterschelde en de Waddenzee in de vorm van Mossels en Kokkels voor vogels beschikbaar blijven. Als minder aanwezig is dan deze 70% zal de visserij op schelpdieren in het betreffende gebied in een dergelijk jaar worden gesloten. Na het gereed komen van de Structuurnota heeft ook de politiek zich nog over deze kwestie uitgesproken. Vanwege de mogelijke aanwezigheid van grotere hoeveelheden alternatieve voedselbronnen en vanwege de mogelijk negatieve effecten van de maatregel op de visserijinkomsten is de genoemde 70%, in afwachting van nader onderzoek, teruggebracht naar 60% (motie Van der Vlies). Ook wordt aangedrongen op onderzoek dat gegevens kan toeleveren voor "het bevorderen van een verantwoorde visserij en een evenwichtige exploitatie van visbestanden". De Minister heeft hierin toegestemd met die restrictie dat wanneer uit onderzoek zou blijken dat 60% reservering onvoldoende is er alsnog voor 70% zal worden gekozen. Het voor U liggende rapport is een neerslag van deze wens. Overleg in september 1993 tussen medewerkers van de Directie Visserijen, de Directie NBLF en het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) heeft geleid tot het formuleren van de volgende opzet:

a) Onderzoek van de voor het onderwerp relevante literatuur, zo mogelijk gecombineerd met het verzamelen van ongepubliceerde gegevens,

b) Het doen van voorspellingen van de effecten van een reductie in preferent prooiaanbod op basis van verschillende scenario's. Deze opzet zal een antwoord moeten geven op de volgende onderzoeksvragen:

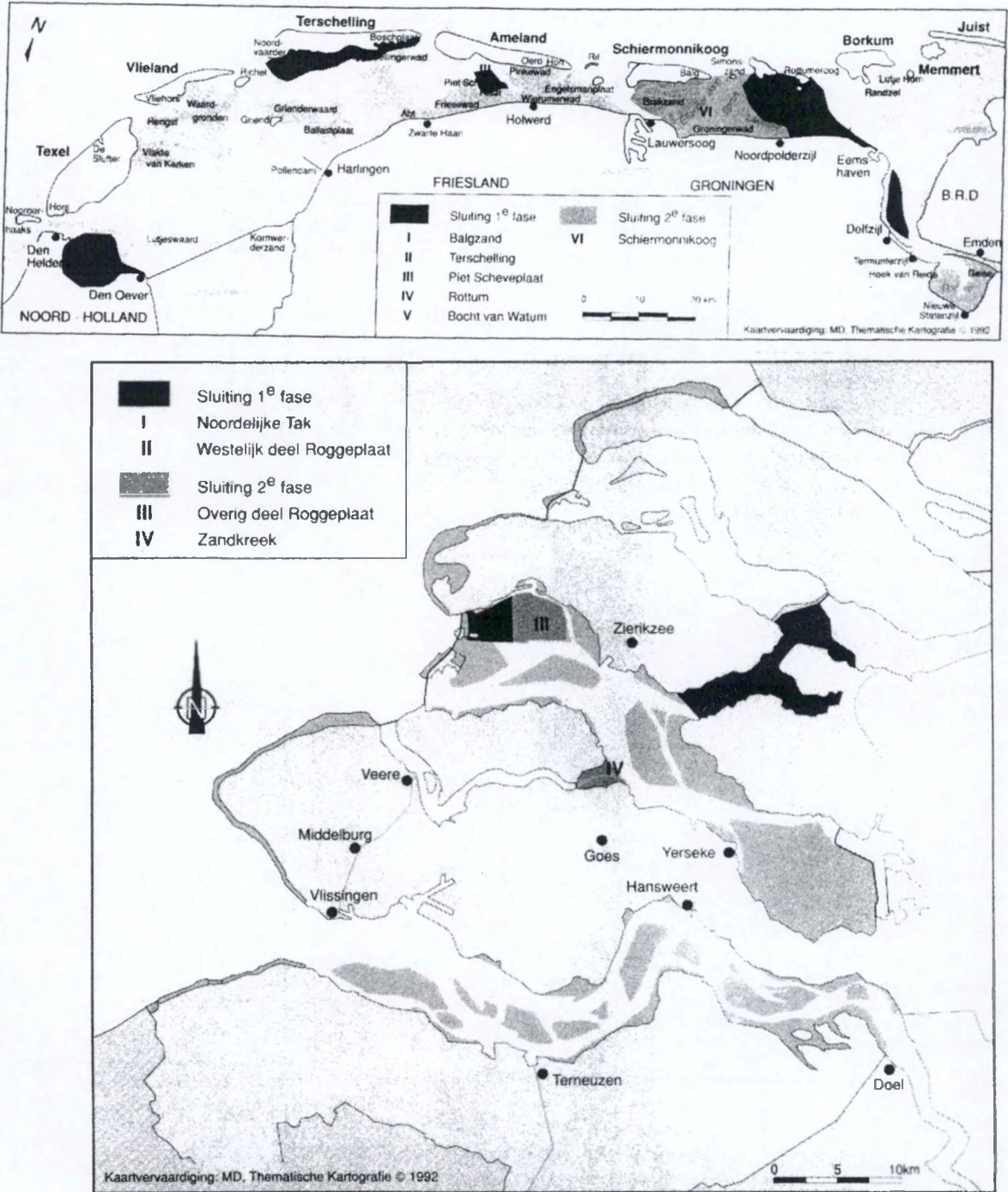
1) Hoeveel schelpdieretende vogels waren er gemiddeld in de Oosterschelde en Waddenzee aanwezig in de periode 1980-90. Hierbij zullen 3 soorten centraal staan die hoofdzakelijk van schelpdieren leven: Eidereend, Scholekster en Kanoetstrandloper. Enkele soorten die in relatief grote dichtheden op droogvallende mosselbanken voorkwamen (toen deze nog bestonden), i.c. Wulp, Tureluur en Steenloper, blijven in deze studie buiten beschouwing.

2) Wat is de totale voedselbehoefte van de onder 1) genoemde vogels. Voor het berekenen van deze waarde zal worden uitgegaan van het getelde aantal vogels en opgaven uit de literatuur over de energiebehoefte van de betrokken soorten.

3) Welke benthossoorten en welke hoeveelheden worden door deze vogels gegeten en hoeveel moet er (meer) aanwezig zijn om in voedselbehoefte van de vogels te voorzien. Achterliggende gedachte hierbij is dat prooidiersoorten in zulke dichtheden moeten voorkomen dat het voor de vogels energetisch aantrekkelijk is om deze als voedselbron te exploiteren. Bovendien zal een deel van de op droogvallende platen aanwezige prooien zo diep in het sediment zijn ingegraven dat deze voor vogels onbereikbaar zijn geworden. Een derde aspect is dat het sociale gedrag van een aantal wadvogelsoorten ook in voedselrijke situaties maar een beperkte dichtheid aan wadvogels toelaat.

4) Wat zijn de effecten wanneer één of meer preferente prooidiersoorten in kleine hoeveelheden voorkomen of wanneer de predatordichtheid sterk wordt verhoogd doordat elders voedselgebieden zijn leeggevist. Hiertoe zullen jaren met een gering schelpdierbestand worden vergeleken met 'normale' jaren.

Overeenkomstig de tijdens bovengenoemd overleg gemaakte afspraken zal in dit rapport ook aandacht worden besteed aan een analyse van de areaalgrootte-veranderingen van het intergetijdegebied in de Mokbaai (Texel), in relatie tot de aantallen daar foeragerende Scholeksters en Kanoetstrandlopers (op basis van ongepubliceerde gegevens van het IBN- Texel). Reden hiervoor was het feit dat de in dit gebied foeragerende aantallen vogels goed gedocumenteerd zijn terwijl er zich veranderingen hebben voorgedaan in de grootte van het beschikbare foerageergebied. Deze gegevens leveren extra informatie over het mogelijk bereiken van de maximale draagkracht van een stuk foerageergebied. De in de Mokbaai aanwezige Eidereenden foerageren grotendeels net buiten dit gebied, reden om deze soort niet in de analyse te betrekken.



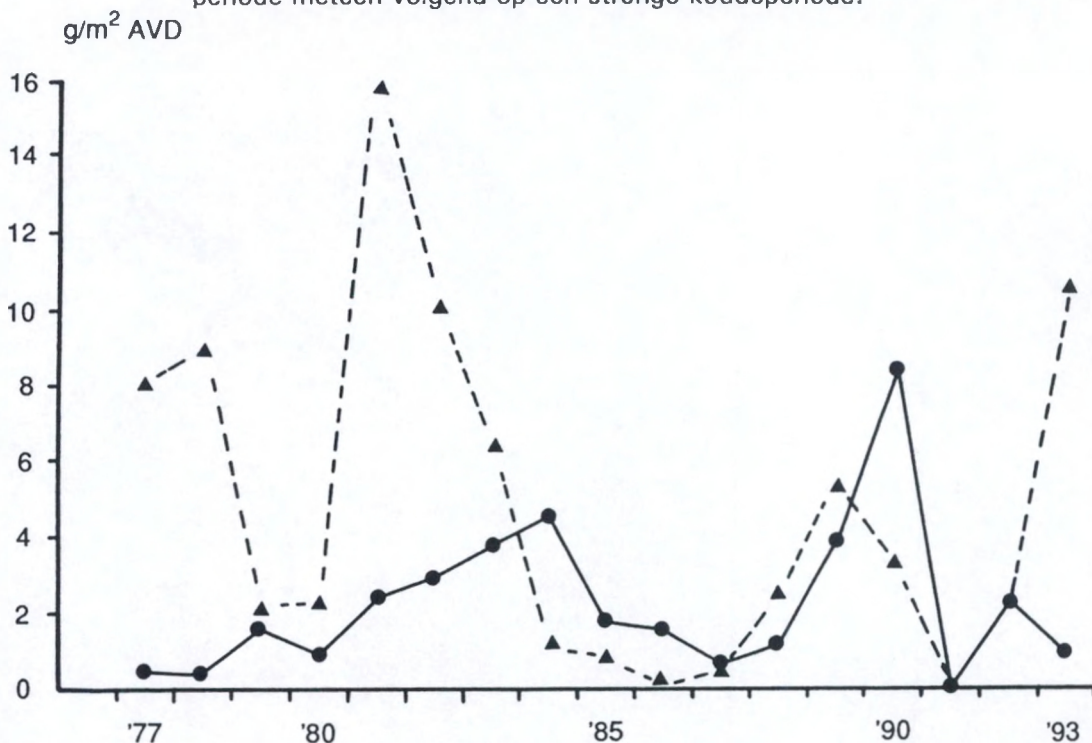
Figuur 1. De vanaf 1993 permanent voor mosselzaad- en kokkelvisserij te sluiten gebieden in de Nederlandse Waddenzee en de Oosterschelde. Bron: Structuurschema Zee- en kustvisserij (1992).

3 BENTHOS EN VOGELS: AANTALLEN EN INTERACTIES

3.1 Mossels en Kokkels in de Waddenzee en de Delta

Mossels (*Mytilus edulis*) en Kokkels (*Cerastoderma edule*) leveren een belangrijke bijdrage aan de totale standing stock en de produktie van de bodemfauna in de Waddenzee (zie Tabel 3) en de Zeeuwse estuaria. De aanwezige hoeveelheden kunnen echter sterk verschillen tussen jaren (Fig. 2).

Deze verschillen zijn echter bij Mossel en Kokkel veel groter dan bij andere bodemdieren zoals het Nonnetje (*Macoma balthica*) en de Strandgaper (*Mya arenaria*) (Beukema 1993). De populatiegrootteveranderingen bij beide soorten lopen tot op zekere hoogte synchroon maar zijn voor de Kokkel extremer dan voor de Mossel. Lage biomassawaarden worden vastgesteld na een aantal jaren met een slechte reproductie en in de periode meteen volgend op een strenge koudeperiode.



Figuur 2. Veranderingen in de hoeveelheden biomassa van Mossel (doorgetrokken lijn) en Kokkel (onderbroken lijn, in g asvrij drooggewicht/m²) aan het eind van de winter op het Balgzand (westelijke Waddenzee) op 15 monsterpunten in de periode 1977-1993. In de analyse zijn alleen die grootteklassen opgenomen die als voedsel voor Scholeksters kunnen dienen, d.w.z. Mossels > 20 mm en Kokkels > 15 mm. Bron: Beukema (1993).

Tabel 3. Schatting van de gemiddelde biomassa en jaarlijkse productie van macrobenthos-soorten levend op droogvallende wadplaten in de Nederlandse Waddenzee in grammen asvrij drooggewicht. Bron Beukema (1981)

Species	Stage	Biomass	Production
<i>Mytilus edulis</i>	adult	5.2	5.2
	spat	1.0	2.0
<i>Arenicola marina</i>	adult	4.9	3.4
	juvenile	0.1	0.2
<i>Mya arenaria</i>	adult	4.1	1.2
	juvenile	0.5	1.0
<i>Cerastoderma edule</i>	adult	3.6	3.6
	spat	0.7	1.4
<i>Macoma balthica</i>	adult	2.1	1.3
	spat	0.1	0.2
<i>Nereis diversicolor</i>		1.4	2.8
<i>Lanice conchilega</i>		0.7	1.4
<i>Scoloplos armiger</i>		0.4	0.8
<i>Nephtys hombergii</i>		0.3	0.6
<i>Heteromastus filiformis</i>		0.3	0.6
<i>Corophium volutator</i>		0.3	1.2
<i>Hydrobia ulvae</i>		0.2	0.6
<i>Carcinus maenas</i>		0.2	0.4
<i>Crangon crangon</i>		0.1	0.7
other species		0.4	1.0
all species		26.6	29.6

Met name Kokkels zijn slecht bestand tegen strenge kou en sterven onder zulke omstandigheden in grote aantallen. Hancock & Urquhart (1964) schatten de sterfte als gevolg van een strenge winter (1962/63) in de Burry Inlet (Wales) onder eerstejaars Kokkels op 50-60% (lokaal tot maximaal 96%), onder tweedejaars op 80-90% en onder derdejaars 30-70%.

Goede zaadval van Kokkels is tot op zekere hoogte onvoorspelbaar en niet gerelateerd aan het totaal aantal aanwezige volwassen Kokkels. Het voortplantingssucces wordt beïnvloed door weer, getij, de aanwezigheid van geschikt voedsel in het larvale stadium en in de vestigingsfase en door predatie (Huggett 1992). Vaak vindt goede broedval plaats in een voorjaar volgend op een strenge winter. Verklaringen zijn dat na een strenge winter er weinig volwassen Kokkels zijn overgebleven en er relatief weinig predatie door volwassen Kokkels op kokkellarven kan optreden (Dankers in Huggett 1992) en dat door de kou op een laag metabolisch niveau

functioneren en met een relatief goede conditie door de winter komen (Dare in Huggett 1992).

Daardoor zou zaad van een hogere kwaliteit kunnen worden geproduceerd met een hogere overlevingskans. Ook de relatieve schaarste aan predatoren (door sterfte of wegtrek) na een koudeperiode zou van invloed zijn (Dankers in Huggett 1992). In de periode volgend op een goede zaadval ontwikkelen zich vaak goede jaarklassen van Kokkels en Mossels. Na 1,5 tot 2,5 jaren zijn deze zover gegroeid dat ze in grote aantallen beschikbaar komen in de voor Scholekster en Eidereend aantrekkelijke grootteklasse (Beukema 1993). Blijft goede zaadval een aantal jaren uit dan is de rol van predatie en natuurlijke sterfte groter dan de biomassatoename door groei van individuele exemplaren en treedt een geleidelijk afname van de biomassa op.

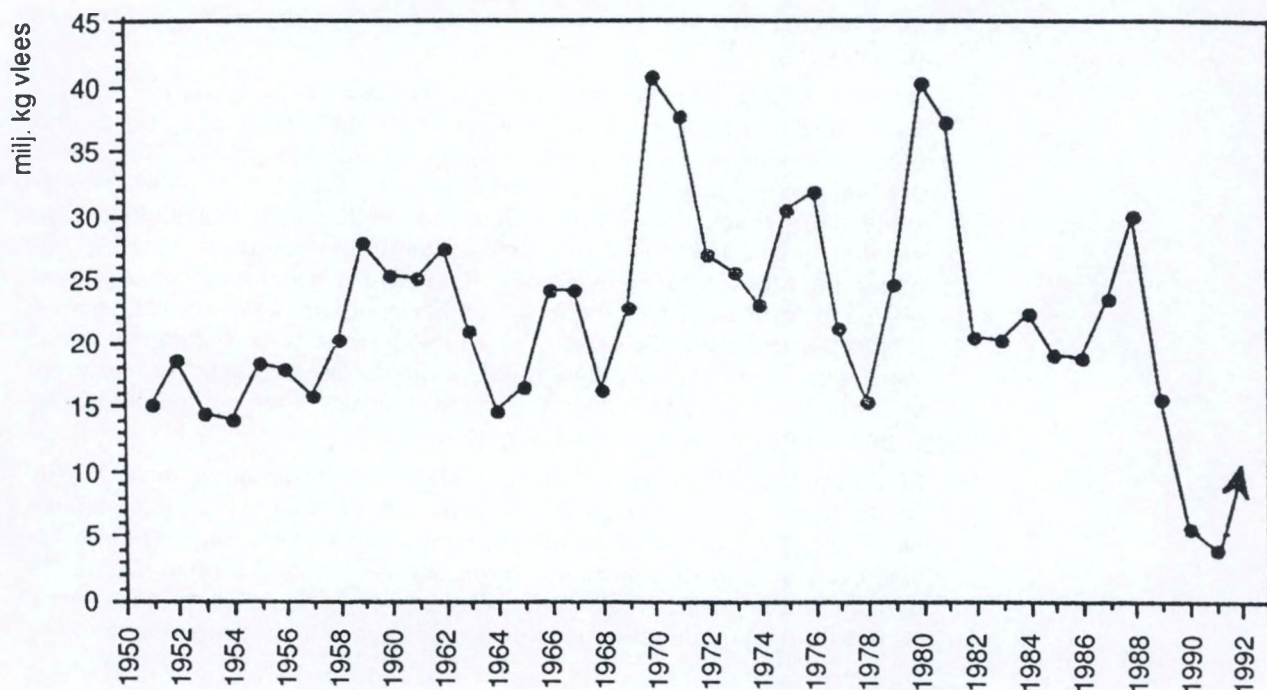
Bij teruglopend aanbod van Kokkels zal de Mossel, vanwege zijn grootte, voor zowel de Eidereend als de Scholekster het geprefereerde alternatieve voedsel zijn. Wanneer geen Mossels beschikbaar zijn worden Nonnetjes, Slijkgapers (*Scrobicularia plana*) en wormen (met name *Nereis diversicolor*) belangrijker als alternatieve voedselbron. Een laag aanbod van Kokkels in de geschikte grootteklasse doet zich in de Waddenzee vrij regelmatig voor, gemiddeld komt eens per 5 jaren een strenge winter voor waardoor sterfte onder volwassen Kokkels optreedt maar ook weer goede broedval kan plaatsvinden (Beukema 1993).

Mossels

Mossels kunnen zowel in sublitorale (de permanent onder water staande) banken voorkomen als in de vorm van bij laagwater droogvallende mosselbanken. Voor een uitgebreide beschrijving van de rol van de Mossel in het ecosysteem van de Waddenzee en de effecten van de mosselcultuur zij verwezen naar Dankers et al. (1989). In dit rapport (aangevuld met gegevens uit een overzicht van het Common Wadden Sea Secretariat (1991)) zijn de volgende schattingen te vinden over de hoeveelheid Mossels in droogvallende banken in de Nederlandse Waddenzee:

1949 16 (* miljoen kg vers gewicht) (alleen in de westelijke Waddenzee)
ca. 1955 45 in de oostelijke Waddenzee
1961 180 in de oostelijke Waddenzee
ca. 1971-72: 7 in de westelijke en 180 in de oostelijke Waddenzee
1977: 24 in de westelijke Waddenzee
1978: 17 in de westelijke en 50 in de oostelijke Waddenzee
1987: 1 in de westelijke en 5,5 in de oostelijke Waddenzee (voorjaar)
1987: 6 in de westelijke Waddenzee (najaar)

Daarnaast schat Dekker (1987, 1989) dat in 1981 nog eens 165-204 miljoen kg aanwezig was in de permanent onder water staande delen en bovendien 350 miljoen kg op de mosselpercelen in de Waddenzee. Van Stralen (1993) schat dat jaarlijks 15-40 miljoen kg mosselvlees aanwezig is op de mosselpercelen (Fig. 3), overeenkomstig met ongeveer 60-160 miljoen kg mosselbiomassa inclusief schelp. De oppervlakte van het areaal droogvallende mosselbank in deze periode wordt geschat op 3360 ha (Dijkema et al. 1989).



Figuur 3. Het mosselbestand op percelen in de westelijke Waddenzee, berekend uit de aanvoer van consumptiemosselen. Bron: van Stralen (1993).

In de Oosterschelde wordt het bestand aan wilde Mosselen, sinds de ingebruikname van de Oosterscheldekering, geschat op slechts 5% van de totaal aanwezige hoeveelheid Mossel-biomassa. Deze Mosselen groeien op hard substraat zoals dijkglorringen (Van Stralen mond. med.). Mosselen aanwezig op droogvallende percelen werden in de laatste jaren in het najaar voor een belangrijk deel opgevisst om te worden verzaaid naar percelen in het sublitoraal (van Stralen 1990) en waren voor foeragerende steltlopers dus maar van beperkt belang. Een zeer recente ontwikkeling is dat een deel van de droogvallende kweekpercelen daar ook in de winter blijft liggen en als voedselbron door schelpdieretende vogels gebruikt kan worden (van Stralen, mond. med.). De totaal in het gebied aanwezige hoeveelheid biomassa varieerde tussen 1980 en 1989 van ruim 2500.000-4500.000 kg asvrij drooggewicht (Anon. 1991), overeenkomend met 10-18 miljoen kg mosselvlees. In totaal wordt 22,5 km² van de Oosterschelde gebruikt

voor de mosselkweek (op percelen), in het oostelijk deel wordt daarnaast 3,4 km² gebruikt voor opslag en verwateren (Smaal & Nienhuis 1992).

Het Common Wadden Secretariat (1991) beschrijft 3 soorten natuurlijke mosselbank:

1) Banken in de hogere getijzone. Deze worden gevormd in jaren met een extreem goede broedval. Basis voor dit type mosselbank is de aanwezigheid van Klein Zeegras (*Zostera noltii*), restanten van oude kokkelbanken of boven het wad uitstekende kokers van de Zandkokerworm (*Lanice conchilecha*). De groei van deze banken is traag, bovendien zijn ze meer gevoelig voor ijsgang en storm.

2) Banken laag in de getijdezone in de omgeving van geulen. Deze zijn vaak langdurig aanwezig maar met zeer variabele populatiegrootte door sterke verschillen in visserijinspanning, natuurlijke sterfte (ijs, storm, predatie) en de sterkte van de zaadval. Na een serie zachte winters kunnen zulke mosselbanken zich ontwikkelen tot volwassen mosselbanken die worden gekenmerkt door heuveltjes-structuren (gevormd door de zich onder de Mossels accumulerende hoeveelheid pseudofaeces), getijdepoeltjes tussen deze heuveltjes en een karakteristieke flora met Blaaswier (*Fucus vesiculosus*). Delen van de heuveltjes-structuur hebben te leiden van ijsgang maar een geheel verdwijnen van dergelijke mosselbanken komt onder natuurlijke omstandigheden alleen voor wanneer zich de abiotische omstandigheden in het gebied wijzigen.

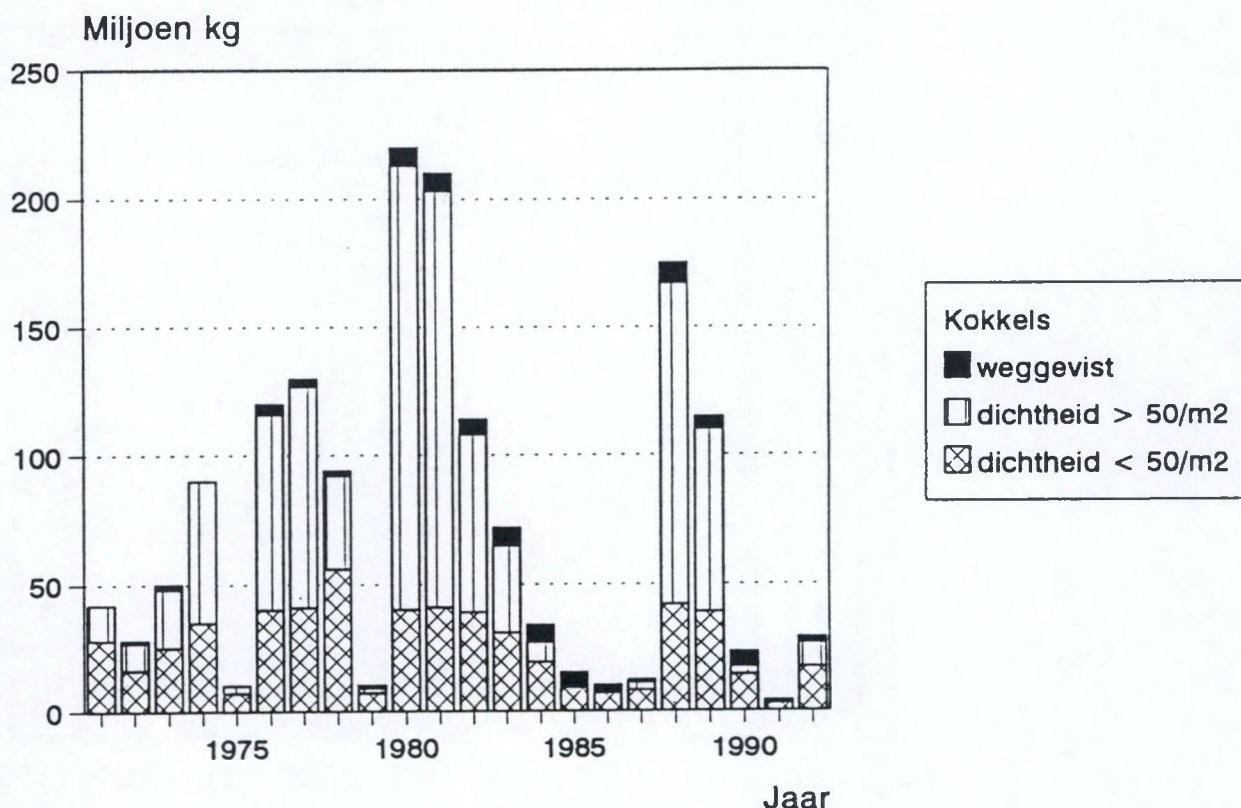
3) Mosselbanken in het permanent onder water staande deel van de Waddenzee. Dit type is in de Nederlandse Waddenzee zeer algemeen aanwezig. Ze ontstaan door aanvoer van zaad van elders. Ze hebben te lijden van predatie door o.a. zeesterren, krabben en duikeenden. Dergelijke banken worden in de Nederlandse Waddenzee gebruikt voor zaadvisserij. Een groot deel van de hier aanwezige Mossels is jonger dan één jaar.

Droogvallende mosselbanken kunnen heel oud worden en zich ontwikkelen tot stabiele complexe ecosystemen, bestaande uit Mossels van verschillende jaarklassen en een daarmee geassocieerde flora en fauna (voor referenties zie Dankers 1993, Zwarts 1991). Oude banken verdwijnen maar langzaam. De belangrijkste factoren zijn leeftijd, predatie, storm, ijs of menselijke activiteiten. Nieuwe zaadval zorgt er echter voortdurend voor dat verjonging van oude banken optreedt. Toen in 1988 zaadval uitbleef, zijn vanaf dat jaar droogvallende banken geleidelijk aan van het wad weggevist, een proces dat eind 1990 praktisch was voltooid. Hierdoor en door het optreden van enkele stormen in februari 1991 kwamen er sinds die tijd geen droogvallende mosselbanken meer in de Waddenzee voor. Pas vanaf begin 1994 ontwikkelden zich weer enkele mosselbanken op het Balgzand en in de Eemsmond (mond. med. Beukema & van Stralen).

Kokkels

Ook Kokkels kunnen zowel in sublitorale banken voorkomen als in de vorm van bij laag water droogvallende banken. Voor een beschrijving van de rol van de Kokkel in het ecosysteem van de Waddenzee en eerdere analyses

van de effecten van kokkelvisserij zij verwezen naar De Vlas (1982) en Anon. (1987). Sinds het verschijnen van deze twee rapporten (met voor wat betreft de effecten op vogels nogal verschillende conclusies) zijn er enkele uitvoerige inventarisaties uitgevoerd onder verantwoordelijkheid van het DLO-Rijksinstituut voor Visserij Onderzoek (RIVO-DLO), aan de hand waarvan inmiddels een gedetailleerd beeld is ontstaan van de verspreiding van de Kokkel in de Waddenzee en de Ooster- en Westerschelde en de grootte van de standing stock in de jaren 1990-92 (van Stralen 1990, Kesteloo-Hendrikse & van Stralen 1992, Smaal & Nienhuis 1992, van Stralen & Kesteloo-Hendrikse 1992). De biomassa in de Waddenzee varieert van minder dan 10 miljoen (1979, 1986, 1991) tot meer dan 200 miljoen kg vers kokkelvlees (1980, 1981, 1988) (Dankers 1993, Fig. 4), in de Oosterschelde varieerde deze waarde tussen 9 en 72 miljoen kg (Coosen et al. 1994).



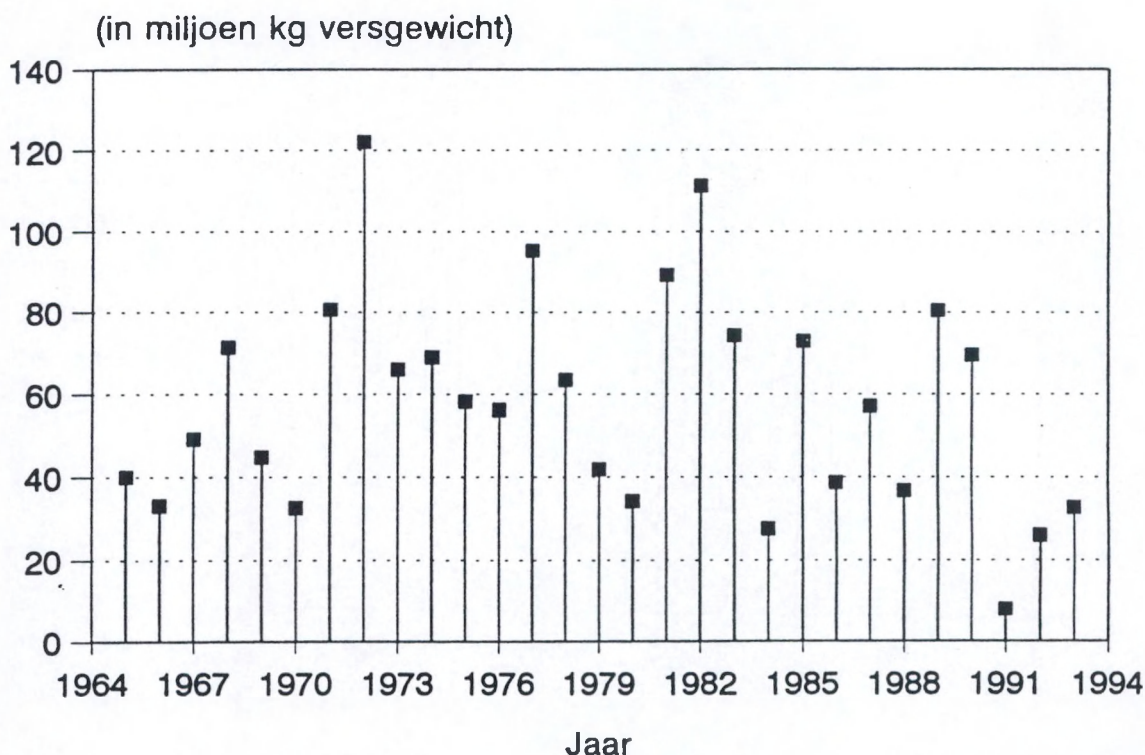
Figuur 4. De kokkelbiomassa (in miljoenen kg kokkelvlees) in de Nederlandse Waddenzee in de herfst. Aangegeven zijn de opgevisste hoeveelheden, de resterende biomassa in dichte kokkelbanken (meer dan 50 Kokkels per m^2) en de kokkelbiomassa die voorkomt in dichtheden < 50 m^2 . De figuur is gebaseerd op informatie uit de rapporten van Dankers & de Vlas (1992) en van Stralen & Kesteloo-Hendrikse (1992) en overgenomen uit Dankers (1993).

3.2 De ontwikkeling van de visserijinspanning in laatste decennia

Mossels

Nadat in 1949 de eerste Zeeuwse mosselvisserij kweekpercelen in de Waddenzee inrichtten, vond een geleidelijke toename plaats van het areaal. In 1960 was 7000 ha kweekpercelen afgebakend in westelijke Waddenzee. Hiervan heeft ruim 3500 ha produktiewaarde. Tussen 1965 en 1990 fluctueerde de jaarlijkse mosselvangst tussen 27 en 122 miljoen kg. Er is geen sprake van duidelijke trend (Fig. 5). Deze oogst is aanzienlijk vergeleken met de geschatte hoeveelheden Mossels die in de Waddenzee aanwezig zijn (zie onder 3.1). Op het Balgzand werd de sterke jaarklasse 1987 geleidelijk aan uitgedund door predatie en natuurlijke sterfte.

Aanvoer Mossels uit de Waddenzee

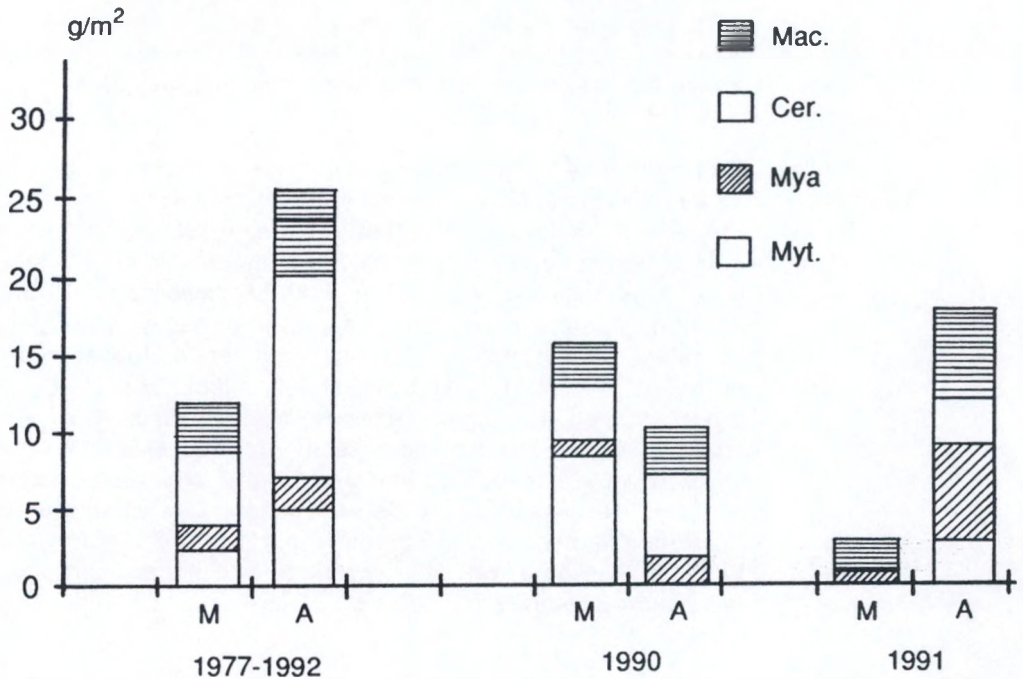


Figuur. 5. Aanvoer van Mossels uit de Nederlandse Waddenzee. Bron: Wadden Sea Assessment Group 1991 & van Stralen (schrift. med.).

In de zomer van 1990 werden de resterende banken door intensieve visserij hier (en overal elders in de Nederlandse Waddenzee) verwijderd (Beukema

1993), hierbij geholpen door de effecten van storm in het voorjaar van 1991. De in 1990 en 1991 op het Balgzand uitgevoerde inventarisaties geven de effecten van deze activiteit duidelijk weer (Fig. 6). In plaats van een toename in biomassa tussen maart en augustus, het normale beeld uit de periode 1977 tot 1992, werd in de loop van de zomer van 1990 een afname van de biomassa vastgesteld, met name veroorzaakt doordat de nog resterende Mossels van de platen waren verdwenen. De in augustus nog resterende Kokkels (6 per m²) waren relatief zwaar geworden in vergelijking tot maart 1990. Dit verklaart waarom de totale kokkelbiomassa toch is toegenomen (Beukema 1993).

De toegenomen oppervlakte aan mosselkweekperceel in de Waddenzee in de jaren '60 is gepaard gegaan met een geleidelijke verslechtering van de opbrengst per hectare (Dankers et al. 1989). Onder zeer gunstige omstandigheden kan de mosselproductie-efficiëntie op 1:3 worden geschat, d.w.z. dat van elke kg zaad er 3 kg Mossels van 5-6 cm geoogst kan worden. Doordat de periode waarin zaad mag worden gevist kort is, er percelen op ongunstige plekken liggen en er lokaal veel predatie kan optreden is tegenwoordig soms 1-2 miljoen kg zaad nodig voor de produktie van 1 miljoen kg consumptiemossels (van der Veer 1989, Dankers 1993). Vooral de visserij op mosselzaad gaat gepaard met aanzienlijke sterfte van de beviste Mossels. Naar schatting bedraagt deze 40-50%. De visserij op wilde banken zorgt er bovendien voor dat deze meer gevoelig worden voor erosie door storm en ijsgang (de Vlas 1992). Recente wijziging van de visserijmethodes lijkt vermindering van de verliezen op te leveren.



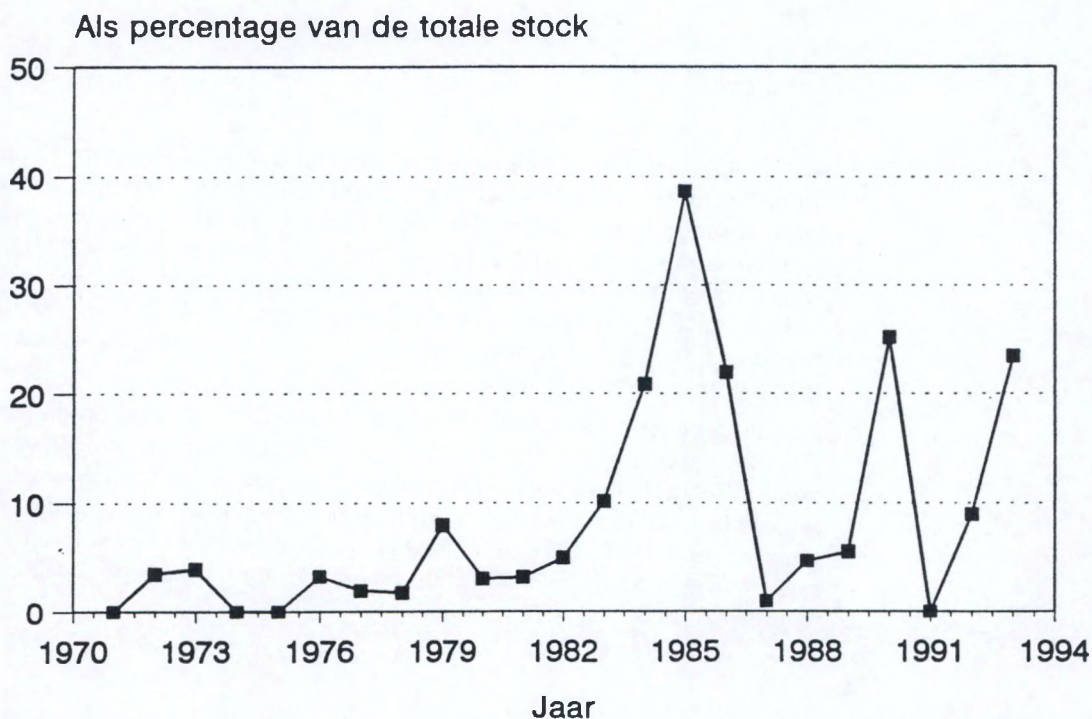
Figuur. 6. Gemiddelde waarden (in g asvrij drooggewicht/m²) voor 15 monsterpunten op het Balgzand voor 4 voor Scholeksters geschikte prooidiersoorten in maart (M) en augustus (A) in de periode 1977-92, 1990 en 1991. Mac. = Nonnetje; Cer. = Kokkel; Mya = Strandgaper; Myt. = Mossel. Bron: Beukema (1993).

Kokkels

Kokkelvisserij is een oud verschijnsel in de Waddenzee. Tussen 1895 en 1910 bedroeg de jaarlijkse oogst 0,67 miljoen kg versgewicht (ongeveer 0,1 miljoen kg vleesgewicht). Deze oogst werd met handkracht van het wad geschept. Mechanische kokkelvisserij ontwikkelde zich tussen 1950 en 1955, vanaf 1972 was er een aanzienlijke groei waar te nemen van de hoeveelheid aangeland Kokkelvlees (zie ook Fig. 4). In beviste gebieden is een sterk effect van kokkelvisserij waar te nemen. Behalve volwassen Kokkels wordt veel kokkelbroed en Nonnetjes opgevisst. Bij sommige van de opgevisste soorten overleeft een aanzienlijk deel (tot maximaal 60%) van de dieren het opvissen niet. De hoeveelheden dieren die hierbij betrokken zijn vormen echter slechts een kleine fractie (naar schatting 0,3%) van de van deze soorten in de Waddenzee aanwezige hoeveelheden

(de Vlas 1987). Hoewel het aantal vergunningen in 1974 is bevroren op 36 is de vangst sindsdien toegenomen door vergroting van de capaciteit van de schepen en verbetering van de vangstefficiëntie (Dankers & de Vlas 1992). De effecten van de visserij zijn sterk wisselend. In jaren met een meer dan gemiddelde stock (wanneer meer dan 100 miljoen kg kokkelvlees aanwezig is) wordt minder dan 10% opgevist, in jaren met een lage stock (1985, 1986, 1987, 1990) gaat het om 30% van de totale stock, waarbij bijna 100% van de banken met een hoge kokkeldichtheid wordt leeggevist (Dankers 1993). De hoeveelheid Kokkels die jaarlijks uit de Waddenzee wordt verwijderd is tussen 1975 en 1985 toegenomen. Ook het percentage van de bevisbare hoeveelheid dat wordt opgevist is sterk toegenomen (Fig. 7).

Opgeviste hoeveelheid Kokkels Waddenzee



Figuur. 7. Het percentage van de beschikbare hoeveelheid Kokkels dat door visserij-inspanning in de Nederlandse Waddenzee is opgevist in de periode 1970-93. Berekend uit gegevens van Wadden Sea Assessment Group (1991) aangevuld met gegevens uit recente jaren (van Stralen, schrif. med.).

Onder invloed van de koude winters in de periode 1985-87 valt in het voorjaar van 1987 veel kokkelbroed, waarop in 1988 en 1989 wordt gevist (Dankers & de Vlas 1992). Door het uitblijven van goede broedval na 1988 ontstaat er echter in 1990 een tekort aan volwassen Kokkels in Nederlandse Waddenzee (zie o.a. van Stralen 1990).

De minister stelt daarop voor om de visserij in een deel van de Waddenzee te sluiten welk besluit door de kokkelvisserij bij de Raad van State wordt aangevochten. Deze stelt de vissers in het gelijk waarna ook de nog resterende kokkelbanken worden bevestigd, inclusief die welke waren gelegen in z.g. ecoplots (Dankers & de Vlas 1992), stukken wad die ten behoeve van monitoring in principe voor visserij waren gevrijwaard. In 1991 was wederom sprake van zeer geringe broedval, ondanks een korte koudeperiode in de voorgaande winter. In de Oosterschelde was in mei 1991 40.000 ton (versgewicht) Kokkels aanwezig, in de Waddenzee slechts 20.000 ton (van Stralen & Kesteloo-Hendrikse 1992).

De visserij in de Waddenzee was in dat jaar geheel gesloten. In 1992 was de hoeveelheid Kokkels in de Nederlandse getijdewateren in mei weer toegenomen tot 29.000 ton (Oosterschelde), 7800 ton (Westerschelde) en 92.000 ton (Waddenzee) (Kesteloo-Hendrikse & van Stralen 1992).

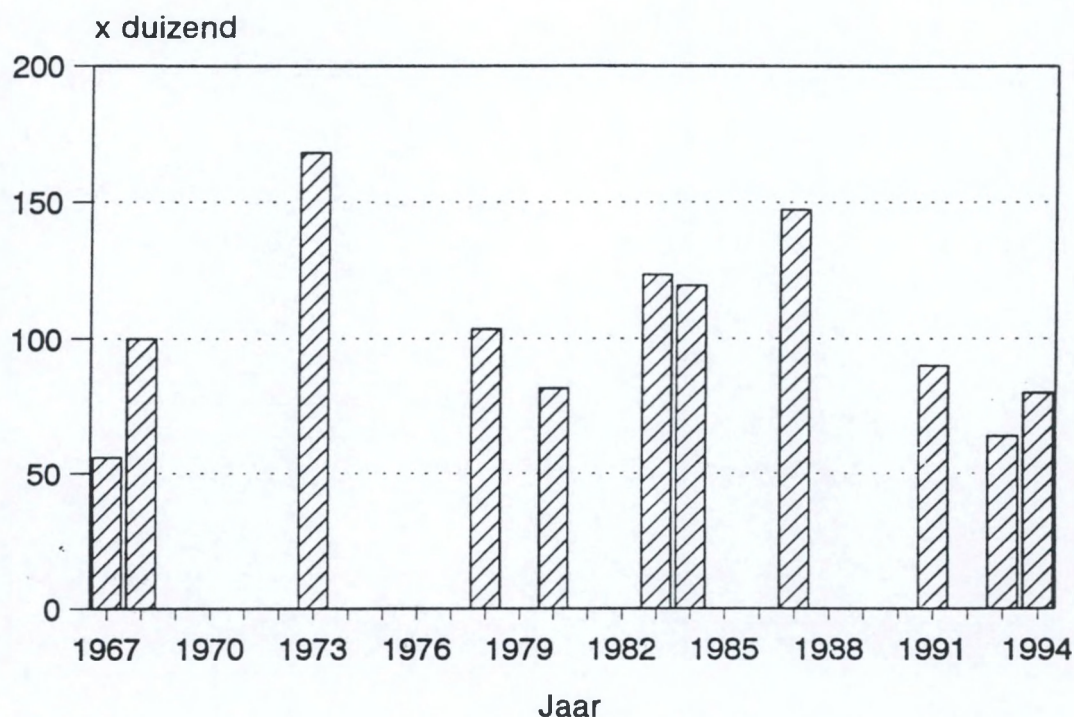
3.3 Aantalsveranderingen bij Eidereend, Scholekster en Kanoetstrandloper

Eidereend

Het is een veelgehoord misverstand dat het aantal Eidereenden buiten de broedtijd in de Nederlandse Waddenzee in de afgelopen tientallen jaren sterk is toegenomen (zie o.a. Boddeke 1993). In de jaren '50 en '60 was er inderdaad sprake van een zekere toename maar in de periode 1970-90 waren de aantallen min of meer stabiel (Swennen et al. 1989a; Swennen 1991, Fig. 8). Wel is het aantal ruiende vogels in de Duitse Waddenzee aanzienlijk toegenomen, terwijl ook de aantallen in de Oostzee nog steeds toenemen (Swennen 1991).

De toename van niet-broedende Eidereenden in Nederland (in de jaren '50 en '60) is zeker niet zo sterk als door sommige auteurs wordt verondersteld. Waarschijnlijk wordt de toename van de Nederlandse broedvogelpopulatie sinds de jaren '20 van deze eeuw en later weer sinds het eind van de jaren '60 (Swennen 1991) verward met een toename van de populatie (grotendeels bestaande uit niet-Nederlandse vogels) buiten het broedseizoen.

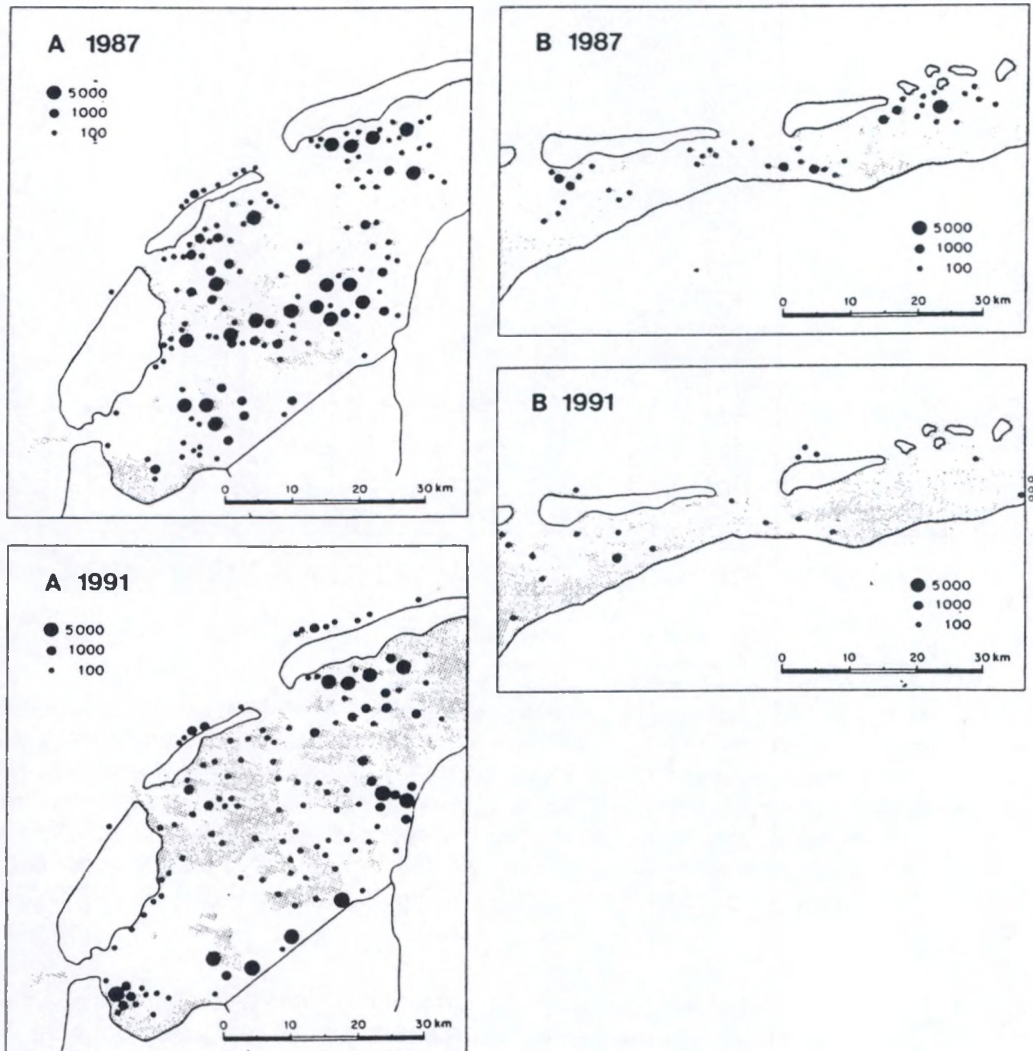
Eidereenden Nederlandse Waddenzee



Figuur. 8. Het aantal Eidereenden dat is geteld tijdens vliegtuigtellingen boven de Waddenzee in januari. Bron: Swennen (1976), interne NIOZ verslagen (Swennen ongepubl.) en mond. med. Baptist. De gegevens van 1967 hebben betrekking op een telling in februari, de gegevens voor 1968 zijn een extrapolatie. Tijdens deze telling werd alleen het westelijke deel van de Waddenzee bezocht. Hier waren 79000 Eidereenden aanwezig. Tijdens tellingen in februari 1967 en maart 1969 bedroeg het aantal Eidereenden in de oostelijke Waddenzee respectievelijk 15000 en 11000 (Swennen 1976).

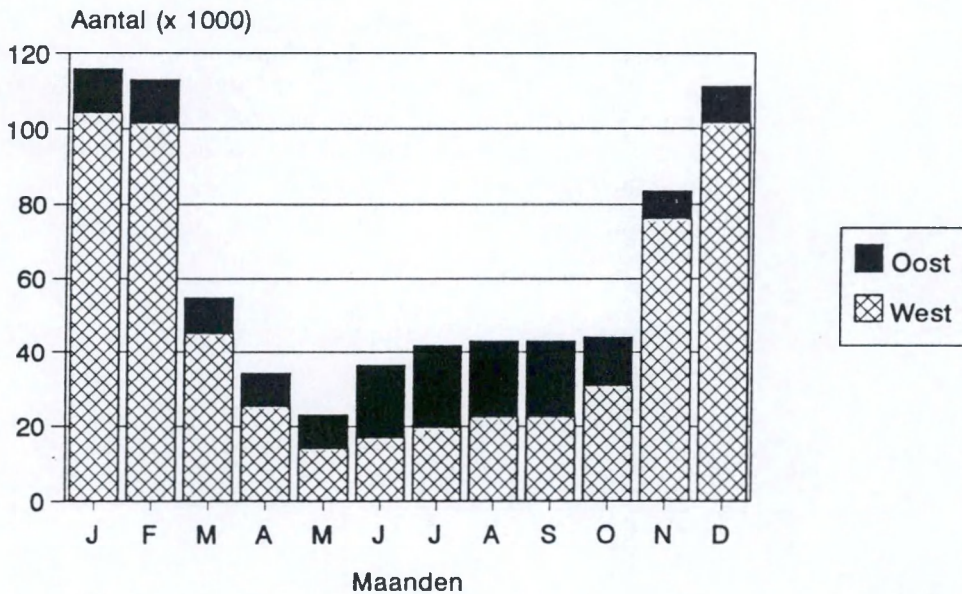
De buiten de broedtijd in de Nederlandse Waddenzee aanwezige Eidereenden bestaan uit lokale broedvogels aangevuld met een groot aantal vogels van elders. Uit analyse van ringgegevens is gebleken dat de meeste van deze vogels uit het Oostzeegebied komen, met name uit zuid Zweden en zuidwest Finland (Swennen 1976). De verspreiding van de Eidereend over de Waddenzee wordt in belangrijke mate bepaald door de beschikbare hoeveelheid voedsel, m.n. de aanwezigheid van permanent onder water staande dan wel bij laagwater droogvallende mossel- en kokkelbanken. De verspreiding kan goed worden geïllustreerd d.m.v. een aantal kaartjes in Swennen et al. (1989a) (Fig. 9). Op basis van de in deze publikatie gegeven getallen kunnen ook de gemiddeld per maand in de Nederlandse Waddenzee aanwezige aantallen worden berekend (Fig. 10). Duidelijk wordt dat

de populatie vogels buiten de broedtijd aanzienlijk groter is dan de Nederlandse broedvogelpopulatie. Deze wordt geschat op ruim 6000 paren, zijnde een populatiegrootte die ongeveer gelijk is aan die welke in het begin jaren '60 aanwezig was (Swennen in Camphuysen 1989).



Figuur. 9. Verspreiding van de Eidereend in de Nederlandse Waddenzee in januari 1987 en januari 1991. Tijdens deze telling werden in totaal in het westelijke deel van de Waddenzee 132.900 Eidereenden geteld, in de oostelijke Waddenzee 14400. De aantallen in 1991 zijn respectievelijk 86500 en 3100. Bron: Swennen (1991).

Eidereend in westelijke en oostelijke Waddenzee



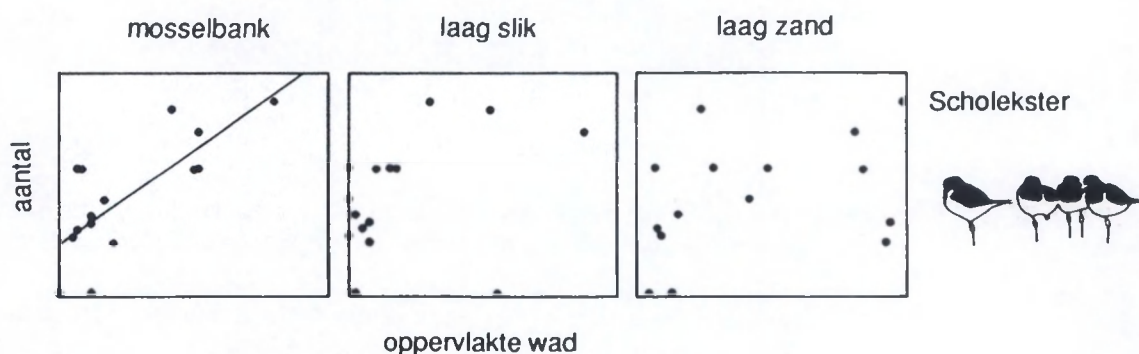
Figuur. 10. Aantalsverloop van de Eidereend (gemiddelde aantallen per maand) in de Nederlandse Waddenzee in de jaren 1970-88, berekend naar gegevens uit Swennen et al. (1989a).

Tellingen in januari 1991 laten zien dat het aantal Eidereenden in de Waddenzee 35% lager was dan het gemiddelde uit de jaren 1970-1990 en bijna 40% lager dan in 1987. Een vergelijking van de verspreiding van de Eidereenden in de winter van 1987, die een normaal beeld gaf, en die in 1991 (Fig. 9) laat zien dat zich in 1991 zeer weinig Eiders bevonden in de centrale delen met de laaggelegen, grote wadplaten waar gewoonlijk de grootste Eidereenden concentraties worden aangetroffen. In de periode daarna werden met name in het gebied juist ten noorden van de Nederlandse Waddeneilanden grote concentraties Eidereenden aangetroffen, in een gebied waarvan bekend is dat daar voor 1990 geen concentraties van enige omvang aanwezig waren (zie Hoofdstuk 6.3). In de Waddenzee bleven de aantallen achter bij die welke werden vastgesteld in de jaren 1970-90 (Fig. 8). In de jaren 1993 en 1994 was slechts 55-70% aanwezig van het gemiddeld aanwezige aantal in de jaren '80.

Het aantal Eidereenden in het Deltagebied is relatief klein in vergelijking met de in de Waddenzee aanwezige aantallen. Recente tellingen (uit de periode 1987-91) laten zien dat de gemiddelde aantallen per maand in de Oosterschelde variëren van 6 tot 227 exemplaren, in de Westerschelde van 13 tot 105 (Meininger et al. 1993). De Eidereend is nog het meest talrijk in de Voordelta. Hier overwinteren jaarlijks maximaal 800 Eidereenden (Meininger & van Haperen 1988).

Scholekster

Ook de verspreiding van de Scholekster over de Waddenzee wordt in belangrijke mate bepaald door de beschikbare hoeveelheid voedsel, zowel door de aanwezigheid van rijke concentraties Mossels als van Kokkels. Scholeksters foerageren alleen op bij laagwater droogvallende wadplaten. Gegevens uit wadvogeltellingen uit de periode 1970-90 laten zien dat er een duidelijk verband bestaat tussen de grootte van de in een bepaald gebied aanwezige mosselbanken en het aantal Scholeksters dat in dit gebied bij laagwater aanwezig is (Fig. 11).

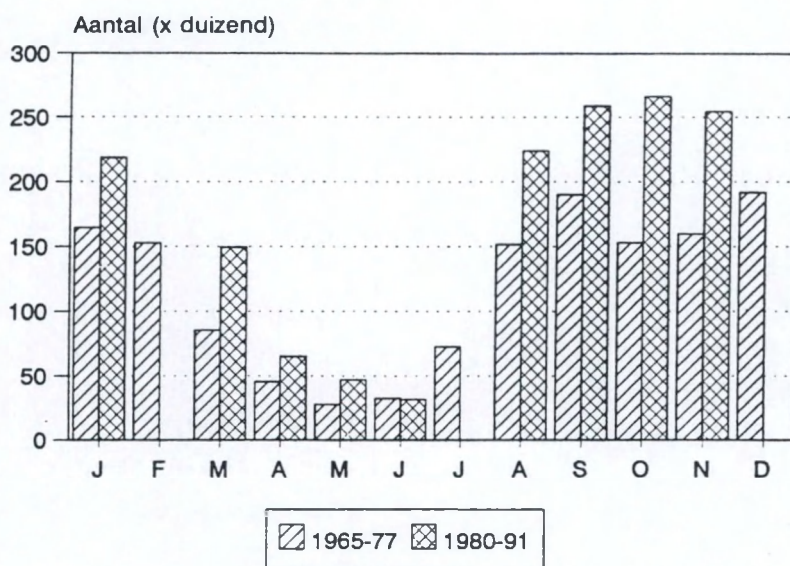


Figuur. 11. Relatie tussen het aantal Scholeksters dat bij laag water van een bepaald voedselgebied van gebruik maakt en de oppervlakte die door een aantal habitattypen wordt ingenomen. Elk punt vertegenwoordigt één van de in totaal 15 deelgebieden die in de Nederlandse Waddenzee werden onderscheiden. Bron: Ens et al. (1993).

In vergelijking met gegevens uit de jaren 1965-80 is de Scholekster in alle maanden van het jaar toegenomen (fig. 12). De toename tussen 1965-80 en 1980-90 bedraagt gemiddeld over alle maanden 53%. Ook elders is de Scholekster toegenomen. In Groot-Brittannië is een verdubbeling vastgesteld van de in de periode 1970-92 aanwezige aantallen (Cranswick et al. 1992). De mid-wintertellingen in de Waddenzee geven een minder duidelijk beeld. Onder invloed van koudeinval kan aanzienlijke wegtrek van Scholeksters optreden waarbij (blijkens ringterugmeldingen) zowel de Noord- en Zuid-Hollandse kust, de Delta en wadgebieden in noordwest Frankrijk worden opgezocht.

Onder invloed van de vaak tijdens dergelijke koudeinvallen optredende oostenwind kunnen zich echter ook aanzienlijk slechtere tel ostandigheden voordoen

Scholekster Nederlandse Waddenzee

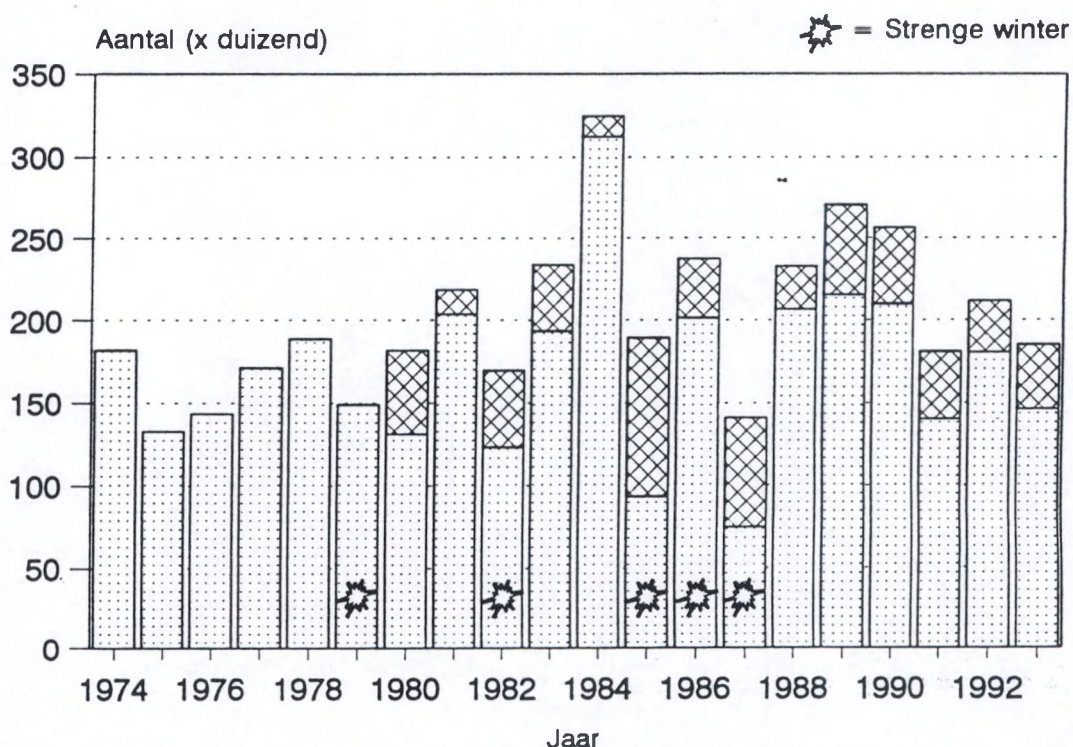


Figuur. 12. Vergelijking van de gemiddelde aantallen Scholeksters per maand in de Nederlandse Waddenzee in de periodes 1965-77 en 1980-91. Zo zover beschikbaar zijn voor elke maand 2 getallen gegeven: het gemiddelde uit de periode 1965-77 (gebaseerd op maandgemiddeldes die werden berekend uit locale wadvogeltellingen) en het gemiddelde van de gegevens uit de periode 1980-91, gecorrigeerd voor het niet beschikbaar zijn van gegevens uit niet-getelde deelgebieden (naar gegevens uit Zegers & Kwint 1992, Smit ongepubl., en SOVON ongepubl.).

Enerzijds kunnen groepen Scholeksters buiten het gezichtsveld van de waarnemers op ijsschotsen overtijen, anderzijds levert oosten wind in de Waddenzee verlaagde waterstanden op waardoor groepen vogels ver uit de kust op wadplaten kunnen overtijen en zodoende aan het oog van de tellers onttrokken zijn. Koudeperiodes tijdens januari-tellingen zijn in Fig. 13 aangegeven met een ster.

In de Ooster- en Westerschelde waren gemiddeld in de jaren 1987-91 respectievelijk maximaal 88.000 en 12.500 Scholeksters aanwezig (Meininger et al. 1993). Niet alleen de maximaal aanwezige aantallen in de Oosterschelde zijn lager, ook het aanwezigheidspatroon gedurende het jaar is anders in vergelijking met de periode 1978-83. De achtergronden hiervan wordt nader besproken in Hoofdstuk 4.

Aantal Scholeksters Nederlandse Waddenzee (januari)



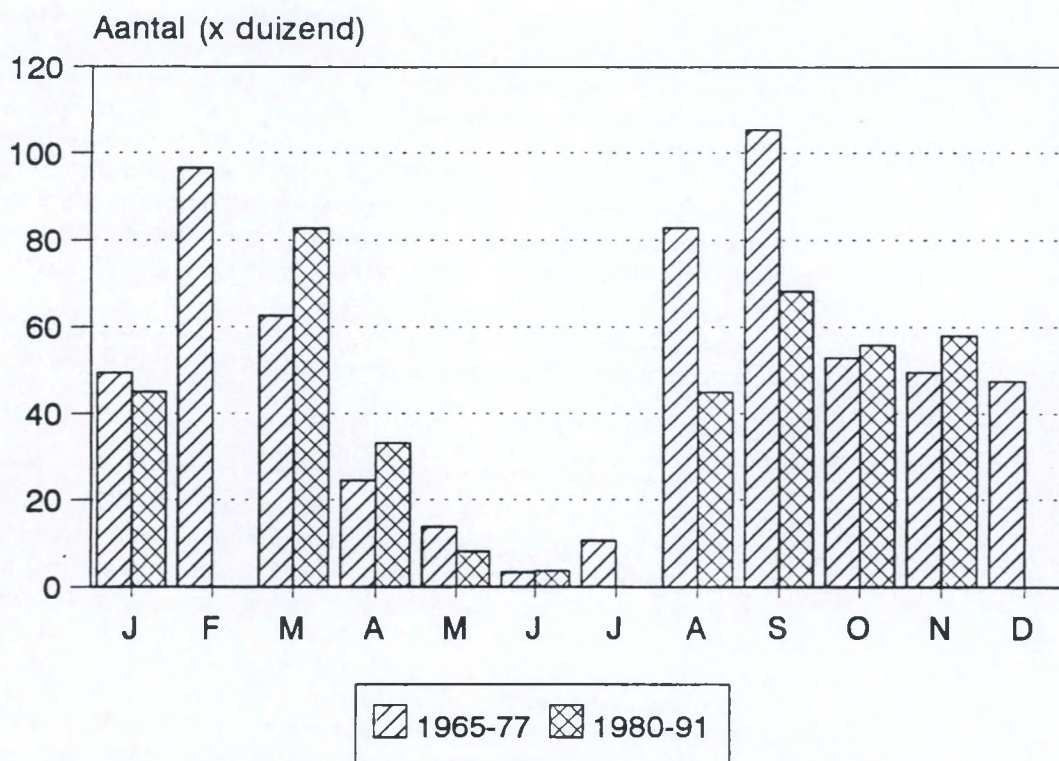
Figuur. 13. Aantal Scholeksters in de Nederlandse Waddenzee in januari in de periode 1973-93. Naar Zegers (1985), Zegers & Kwint (1992) en nog ongepubliceerde telresultaten (Smit ongepubl., S OVONongepubl.). Vorstperiodes in een bepaald jaar in januari zijn aangegeven met een *. De gegevens vanaf 1980 zijn opgesplitst in een werkelijk geteld aantal (onderste deel van de kolom) en een geschat aantal dat werd gemist omdat deelgebieden van de Waddenzee niet door tellers konden worden bezocht (bovenste deel van de kolom).

Kanoetstrandloper

De verspreiding van de Kanoetstrandloper wordt zowel bepaald door de aanwezigheid van geschikt voedsel maar in belangrijke mate ook door de aanwezigheid van geschikte hoogwatervluchtplaatsen. Evenals bij de Scholekster bestaan de voedselgebieden alleen uit bij laagwater droogvallende wadplaten. In vergelijking met gegevens uit de jaren 1965-80 is de Kanoet in de meeste maanden van het jaar afgenomen (Fig. 14). De afname tussen 1965-80 en 1980-90 bedraagt ongeveer 40% in de maanden augustus en september. Daar tegenover staat een toename met ruim 30% in de maanden maart en april. De verklaring voor dit verschil is moeilijk te geven maar het is zeer wel mogelijk dat we in augustus en september (deels) met een andere populatie vogels (Siberische broedvogels die in

Afrika overwinteren) te maken hebben dan in het voorjaar en in de winter. Overwinterende vogels behoren alle tot de Groenlandse en Canadese ondersoort. In Groot-Brittannië is sinds 1972 een afname vastgesteld van aanwezige populatie. Pas sinds 1991 nemen de hier overwinterende aantallen weer toe (Cranswick et al. 1992). Het mislukken van een serie broedseizoenen op rij wordt voor deze afname verantwoordelijk gesteld (Boyd 1992). Opvallend is dat deze vogels behoren tot de Groenlandse/Canadese ondersoort waarvan de aantallen in Nederlandse Waddenzee is gelijk gebleven en in het voorjaar zelfs met ongeveer 30% is toegenomen.

Kanoetstrandloper Nederlandse Waddenzee



Figuur. 14. Vergelijking van de gemiddelde aantallen Kanoetstrandlopers per maand in de Nederlandse Waddenzee in de periodes 1965-77 en 1980-91. Zo zover beschikbaar zijn voor elke maand 2 getallen gegeven: het gemiddelde uit de periode 1965-77 (gebaseerd op maandgemiddeldes die werden berekend uit locale wadvogeltellingen) en het gemiddelde van de gegevens uit de periode 1980-91, gecorrigeerd voor het niet beschikbaar zijn van gegevens uit niet-getelde deelgebieden (naar gegevens uit Zegers & Kwint 1992, Smit ongepubl., en SOVON ongepubl.).

De mid-wintertellingen in de Waddenzee geven voor deze soort geen duidelijk beeld over toe- of afnames. In de Ooster- en Westerschelde waren gemiddeld in de jaren 1987-91 respectievelijk maximaal 10.000 en 3000 Kanoetstrandlopers aanwezig (Meininger et al. 1993).

3.4 Energiegebruik en prooidierkeuze

Schattingen op basis van het basaalmetabolisme

Het energiegebruik van de in de Waddenzee aanwezige vogels is eind jaren '70 en begin jaren '80 verschillende malen onderwerp geweest van studie. In de voor deze periode meest recente publikatie schat Smit (1981), op basis van de gemiddeld aanwezige aantallen vogels, het gemiddelde gewicht van een vogel van een bepaalde soort, het basaalmetabolisme (het energieverbruik in rust onder thermoneutrale omstandigheden) van die bepaalde soort en een omrekeningsfactor (waarmee de kosten van lichaamsactiviteiten, thermoregulatie en verteringsefficiëntie worden verrekend) dat Eidereenden in de Nederlandse Waddenzee in totaal ruim 8.3×10^6 gram asvrij droog vlees per dag eten, Scholeksters 5.6×10^6 gram en Kanoetstrandlopers bijna 0.9×10^6 gram. De totale voedselconsumptie van vogels (gerekend over de periode 1965-77) kan op deze wijze worden geschat op 4,13 gram asvrij drooggewicht per m^2 per jaar. Uitgaande van een omrekeningsfactor van 5 (Dankers 1978) betekent dit ruim 20 gram vers vleesgewicht per m^2 per jaar (zijnde het gemiddelde voor de permanent onder water staande en droogvallende delen van de Waddenzee). De totale consumptie van de 3 betrokken vogelsoorten komt uit op:

Eidereend: $8,3 \times 5 \text{ (g)} \times 365,25 \text{ (dagen/jaar)} / 1000 \text{ (kg)} = 15,2 \text{ miljoen kg vers vlees per jaar}$ Scholekster: $5,62 \times 5 \times 365,25 / 1000 = 10,3 \text{ miljoen kg}$ Kanoetstrandloper: $0,88 \times 5 \times 365,25 / 1000 = 1,6 \text{ miljoen kg}$

De totale consumptie door vogels in de Nederlandse Waddenzee wordt door Smit (1981), op basis van een identieke berekening als voor bovengenoemde soorten, op 53,5 miljoen kg vers vlees per jaar berekend. Hiervan neemt de Eidereend 28% voor zijn rekening, de Scholekster 19% en de Kanoetstrandloper 2%. Uit een overzicht van Meire et al. (1994), waarin de totale vogelconsumptie wordt vergeleken met de totale aanwezige biomassa aan benthos, blijkt dat in de Oosterschelde 11,5 (voor de bouw van de stormvloedkering) tot ruim 13% (na de bouw) van de aanwezige biomassa-standing stock wordt weggegeten, in de Westerschelde is dit ruim 27%. In de Waddenzee is dit 18% (Smit 1981).

Schattingen op basis van voedselopname-gegevens

Van de voedselopname van Scholeksters en Eidereenden zijn gegevens van min of meer langdurige opname beschikbaar. Deze zijn samengevat in Tabel 4. Van de Kanoetstrandloper zijn minder schattingen van de energieopname beschikbaar. In Mauretanië werd een opname vastgesteld van 10 g asvrij drooggewicht (Zwarts et al. 1992), oftewel 50 g vlees per dag. In gematigde streken hebben vogels echter extra energie nodig om

Tabel 4. Overzicht van literatuurgegevens van de opname van Kokkels door Eidereenden, Scholeksters en Kanoetstrandlopers.

Eidereend	Scholekster	Kanoet	Eenheid	Bron
670	235	88	g vlees/24 h	berekend naar gegevens uit Smit 1981
405	220	85	g vlees/24 h	berekend naar gegevens Kersten & Piersma 1987, Meire et al. 1994
520	-	-	Kcal/24 h $\approx$ 500 g vlees/24 h	Milne, in Cantin 1974
690	-	-	g vlees/24 h (gecorr. voor vrije veld situatie)	Swennen 1976, 1991
-	214-315	-	kokkels/24 h	Drinnan 1957
-	306-420	-	kokkels/24 h	Davidson 1967
-	187	-	g vlees/24 h	Hulscher 1976
-	162	-	g vlees/6 h	Swennen 1989b
-	163	-	g vlees/lw periode	Hulscher 1982
-	600-1000	-	kJoules/24 h $\approx$ 150-250 g vlees/24 h	Goede 1993
-	255	-	g vlees (maximaal verteerbare opname/24 h)	Zwarts et al. 1994

de lichaamstemperatuur op peil te houden. Voor de Nederlandse Waddenzee schat Piersma (mond. med.) de energiebehoefte op 300-500 kJ/24 h, afhankelijk van het seizoen. Op basis van een energieinhoud van 22 kJ per gram asvrij drooggewicht vlees (Zwarts & Wanink 1993) betekent dit een opname van 13,6-22,7 gram, overeenkomend met 68-113 gram vers vlees/24 h.

Diëten

Het dieet van Eidereenden bestaat voornamelijk uit schelpdieren. Op basis van faecesonderzoek komt Swennen (1976) op 42% Mossel, 43% Kokkel en 6% Krab (*Carcinus maenas*) (Tabel 5). Helaas kan op basis van de beschikbare informatie geen uitsplitsing worden gemaakt van de voedselopname op droogvallende platen en het sublitoraal. Het dieet van Scholeksters is meer gevarieerd maar bestaat ook voornamelijk uit grotere schelpdieren (met name Mossel, Kokkel en Nonnetje), wormen en kreeftachtigen worden in kleinere hoeveelheden gegeten (Hulscher 1981).

Tabel 5. Samenstelling van het dieet van de Eiderend in de Nederlandse Waddenzee aan de hand van faecesanalyse (4441 maaltijden). Bron Swenne (1976).

Kokkel <i>Cardium edule</i> /Cockle	43.2	
Mossel <i>Mytilus edulis</i> /Mussel	41.8	
Alikruik <i>Littorina littorea</i> /Periwinkle	1.8	
Nonnetje <i>Macoma balthica</i>	1.1	
Wulk <i>Buccinum undatum</i> /Whelk	(2 x)	
Gemengd/mixed	1.7	
SCHELDPDIEREN/MOLLUSCS		89.6%
Strandkrab <i>Carcinus maenas</i> /Shore Crab	6.0	
Garnaal <i>Crangon crangon</i> /Brown Shrimp	0.2	
Slijkgarnaal <i>Corophium volutator</i>	0.3	
	(4 x)	
SCHAALDIEREN/CRUSTACEANS		6.5%
Zand en slijmresten/Sand and mucus	2.7	
Gemengd schelp- en schaaldieren/Mixed molluscs and crustaceans	0.6	
Groenwieren/Green algae	(3 x)	
Zeester <i>Asterias rubens</i> /Common Starfish	0.2	
Vis/Fish	(1 x)	
Eieren van de Zeedonderpad <i>Myxoccephalus scorpius</i>	(1 x)	
Eggs of Short-spined Cottus		
DIVERSEN/VARIOUS		3.5%
		99.6%

Daar waar Kokkels ontbreken kunnen Strandgaper en Slijkgaper een belangrijke rol spelen, soms ook de Alikruik (*Littorina littorea*). Van de wormen zijn de Wadpier (*Arenicola marina*) en de Zeeduizendpoot (*Nereis diversicolor*) de belangrijkste vertegenwoordigers, van de kreeftachtigen de Krab. Waarschijnlijk bestaat het dieet van de Scholekster onder normale omstandigheden voor 70-80% uit grote Kokkels (Hulscher in de Vlas 1982). Het menu van Kanoetstrandlopers bestaat uit Nonnetjes groter dan 9 mm (de geprefereerde prooi-soort), Kokkeltjes van ongeveer 12 mm, Zeeduizendpoot, Slijkgarnaal (*Corophium volutator*) en het Wadslakje (*Peringia ulvae*) (Zwarts & Blomert 1992). Omdat niet alle prooidieren gedurende het jaar in gelijke mate aanwezig zijn of gevangen kunnen worden (Zwarts & Wanink 1993) vertoont ook de consumptie van de verschillende prooidiersoorten een duidelijke seizoensvariatie.

Resumerend kan de dagelijkse voedselbehoefte (op basis van kooiproeven en veldwaarnemingen) van schelpdieretende vogels in de Waddenzee worden geschat op:

Eidereend: 500-690 g vlees per dag. Hiervan bestaat naar schatting 40% uit kokkels
Scholekster: 197-270 g (Davidson 1967); 187 g (Hulscher 1976); 162 g (Swennen
et al. 1989b); 255 g (maximaal) (Zwarts et al. 1994). Hiervan bestaat naar
schatting 75% uit kokkels
Kanoetstrandloper: 68-113 g (Piersma, mond. med.) Hiervan bestaat maar een klein
deel uit kleine Kokkels (Zwarts & Blomert 1992)

Conclusie

Op basis van een gemiddeld aantal Eidereenden van 62.000 (zie Fig. 10) en een opname van 650 gram vlees per dag kan de totale opname van Eidereenden in de Waddenzee op $0,650 \cdot 62.000 \cdot 365,25 = 14,7$ miljoen kg vlees worden geschat.

Met behulp van de tellingen uit de periode 1980-91 in de Nederlandse Waddenzee kan het gemiddelde aantal Scholeksters per dag worden berekend op 145.000. Op basis van de gegevens van Davidson (1967), het door Zwarts et al. genoemde opname-maximum en de recente telgegevens zal de huidige totale consumptie van Scholeksters in de Nederlandse Waddenzee maximaal $0,255 \cdot 145.000 \cdot 365,25 = 13,5$ miljoen kg vers vlees per jaar bedragen. De totale consumptie van deze 2 soorten bedraagt daarmee 28,2 miljoen kg vlees. De Kanoetstrandlopers consumeert vervolgens nog eens $45.000 \cdot 0,090 \cdot 365,25$ gram, oftewel 1,5 miljoen kg vlees. In de Oosterschelde vindt zeer weinig predatie door Eidereenden plaats. Scholeksters consumeren hier $51.000 \cdot 0,225 \cdot 365,25 = 4,2$ miljoen kg schelpdiervlees, Kanoetstrandlopers $5000 \cdot 0,09 \cdot 365,25 = 0,2$ miljoen kg.

In de simulatie-berekeningen (Hoofdstuk 6) is voor de Eidereend een opname gehanteerd van 650 g/24 h en voor de Scholekster van 225 g. De Kanoetstrandloper werd in deze berekeningen niet meegenomen vanwege de menukeuze en vanwege het feit dat in de benthosbemonsteringen die de basis vormen voor deze berekeningen voor de kleine schelpdieren grotere monsterfouten zijn gemaakt (van Stralen 1990). Op basis van deze gegevens zal de totale consumptie van Eiders en Scholekster de volgende grootte hebben:

Eidereend westelijke Waddenzee: $0,650$ (opname/24 h in kg) * 48.400 (gemiddeld aantal) * $365,25$ (aantal dagen per jaar) = $11,4$ miljoen kg vers vlees per jaar. Deze vogels prederen voornamelijk op sublitoraal gelegen mosselconcentraties en kokkelbanken

Eidereend oostelijke Waddenzee: $0,650$ * 13.600 (gemiddeld aantal) * $365,25$ = $3,2$ miljoen kg vlees. Deze vogels prederen op litoraal gelegen mosselbanken en op in de getijdzone gelegen kokkelbanken. Kokkelpredatie geschat op $1,6$ miljoen kg

Scholekster: $0,225$ * 145.000 * $365,25$ = $11,9$ miljoen kg vlees. Hiervan bestaat onder normale omstandigheden 75% uit Kokkels, oftewel $8,9$ miljoen kg

De totale voedselbehoefte in de vorm van Kokkels bedraagt daarmee $10,5$ miljoen kg vlees.

Ter vergelijking: in de interne nota "De voedselbehoefte van vogels in de Waddenzee en Oosterschelde" van het Ministerie voor LNV wordt de consumptie voor schelpdieretende vogels geschat op:

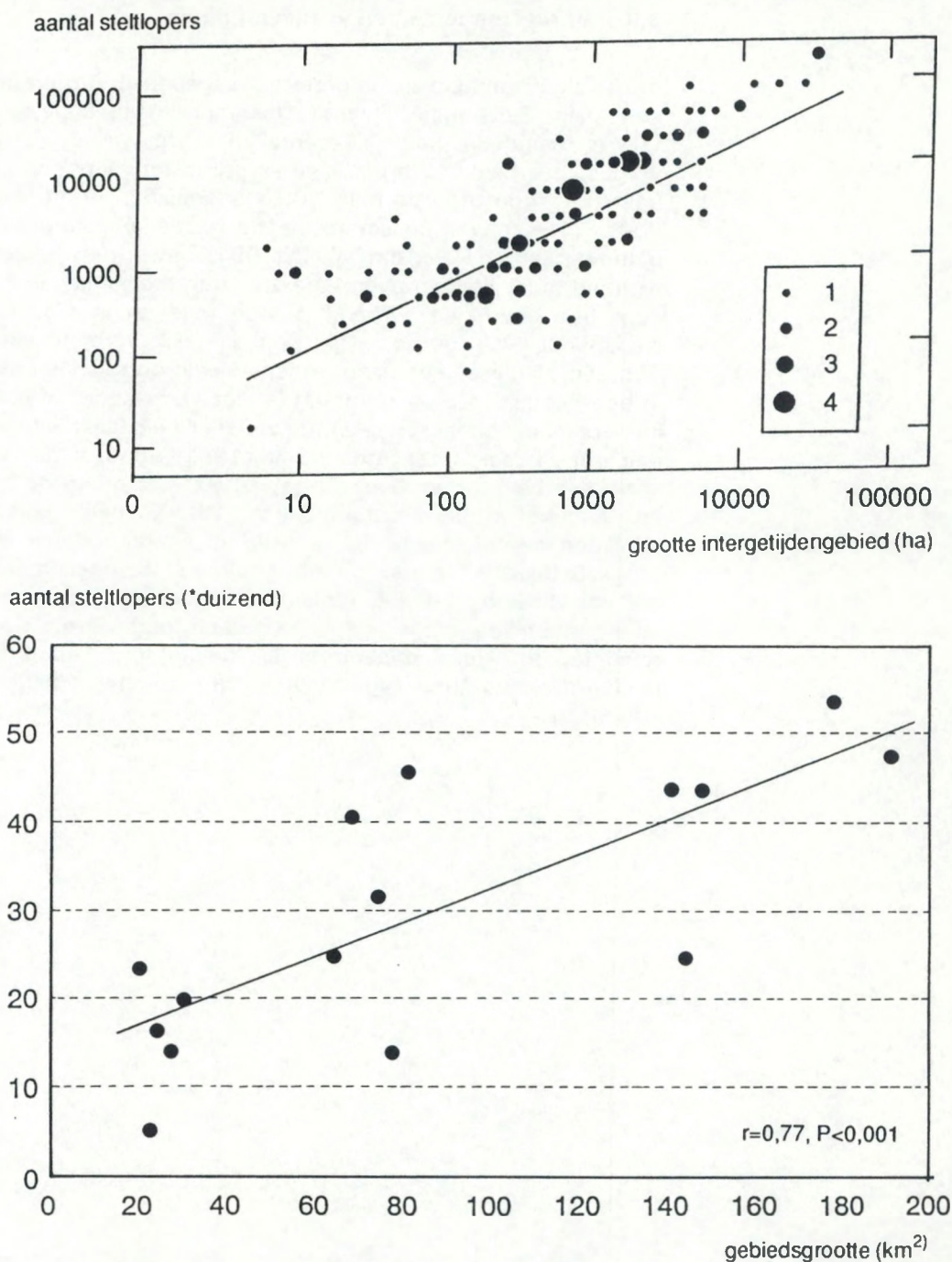
	Wadplaten		Sublitoraal		Totaal
	Kokkels	Mossels	Kokkels	Mossels	
Scholekster	7,6	2,7	-	-	10,3
Eidereend	5,0	0,5	0,4	4,8	10,7
Kanoetstrandloper	PM	0,1	-	-	0,1

In de simulatieberekeningen is geen rekening gehouden met de Eidereenden die in de westelijke Waddenzee fourageren en waarvan het voedsel waarschijnlijk grotendeels uit sublitorale Mossels en Kokkels zal bestaan.

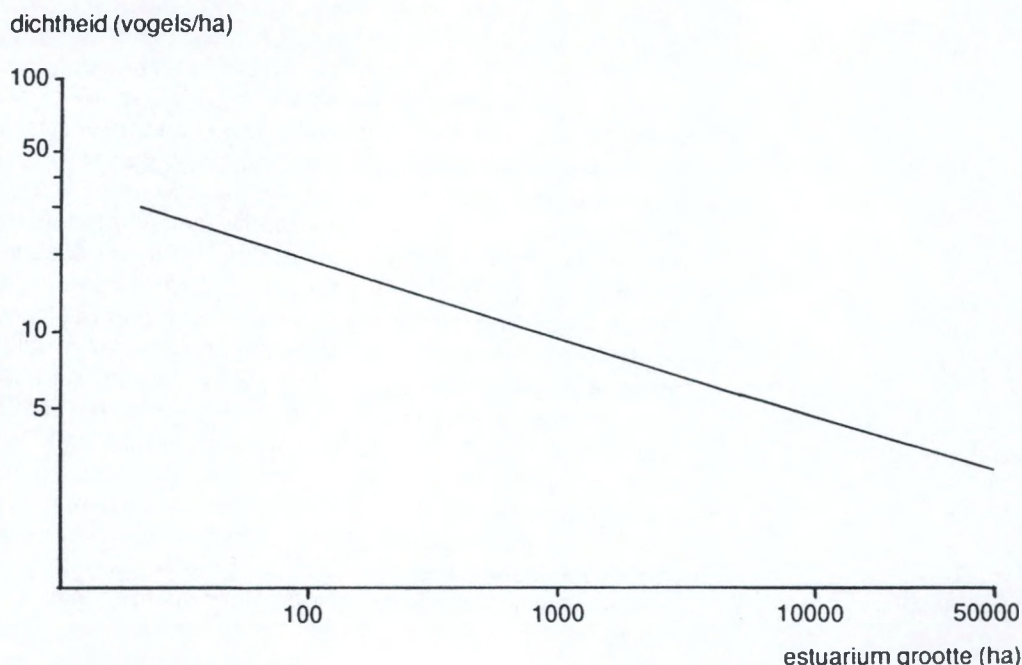
De getallen liggen in een vergelijkbare orde van grootte als die welke hierboven zijn gegeven. De verschillen worden veroorzaakt doordat de getallen in de interne nota betrekking hebben op de periode september t.m. mei terwijl de consumptie in dit Hoofdstuk is berekend over het hele jaar. De getallen voor de Eider zijn echter niet goed te vergelijken omdat in de interne nota geen bronvermelding wordt gegeven voor de berekening van het aantal vogeldagen dat door deze soort wordt doorgebracht. De schatting van de voedselbehoefte in de Oosterschelde zijn zeer vergelijkbaar. De hierboven genoemde $4,2$ miljoen kg (op jaarbasis) voor Scholeksters komt sterk overeen met de schatting van $3,8$ miljoen kg schelpdiervlees uit de interne nota (betrekking hebbend op september t.m. mei).

3.5 Dichtheidseffecten en voedselopname

In zijn algemeenheid zijn in grotere wadgebieden grotere aantallen vogels aanwezig. Een mooie illustratie hiervan zijn de Engelse estuaria, waar vrijwel overal de maximale aantallen in de winter worden bereikt (de vergelijkbaarheid wordt daarmee vergroot) terwijl er een grote verscheidenheid in grootte in de ruim 100 wadgebieden in dit land aanwezig is. Prater (1981) was de eerste die de relatie areaalgrootte-aantal vogels demonstreerde. Davidson et al. (1991) bewerkten hetzelfde gegevensbestand maar konden over 10 extra jaren met tellingen beschikken. Het door hen gevonden verband is weergegeven in Fig. 15a. Ook in de Nederlandse Waddenzee blijkt een dergelijk verband aantoonbaar (Fig. 15b). Op zich is een verband tussen areaalgrootte en het aantal vogels dat in een bepaald gebied aanwezig is niet verrassend. In grote gebieden is immers meer voedsel te halen. De werkelijkheid blijkt echter ingewikkelder dan deze basale gedachte. Prater (1981) vond al dat wanneer hij de vogeldichtheid in een bepaald gebied uitzette tegen de areaalgrootte er een negatief verband ontstond (Fig. 16). Kennelijk kunnen er in grote gebieden verhoudingsgewijs minder vogels terecht dan in kleine gebieden. Mogelijk heeft dit te maken met afstanden die vogels moeten vliegen om ver van de hoogwatervluchtplaatsen gelegen foerageergebieden nog te kunnen bereiken, mogelijk speelt ook een rol dat grote wadgebieden een relatief groot areaal onaantrekkelijk habitat (b.v. hoog-dynamische gebieden met een groot zandtransport en een lage bodemfauna-biomassa) omvatten.



Figuur. 15. Relatie tussen de grootte van ruim 100 wadgebieden/estuaria in Groot Brittannië en het aantal daar overwinterende steltlopers (a) en een vergelijkbare relatie (15 deelgebieden) in de Nederlandse Waddenzee (b). Bron resp. Davidson et al. (1991) en Ens et al. (1993).



Figuur. 16. Relatie ($r=0.66$) tussen de grootte van ruim 100 wadgebieden/estuaria in Groot Brittannië en de dichtheid van de in intergetijdegebieden fouragerende overwinterende steltlopers. Bron: Prater (1981).

3.6 De relatie tussen voedselvoorkomen en het aantal vogels

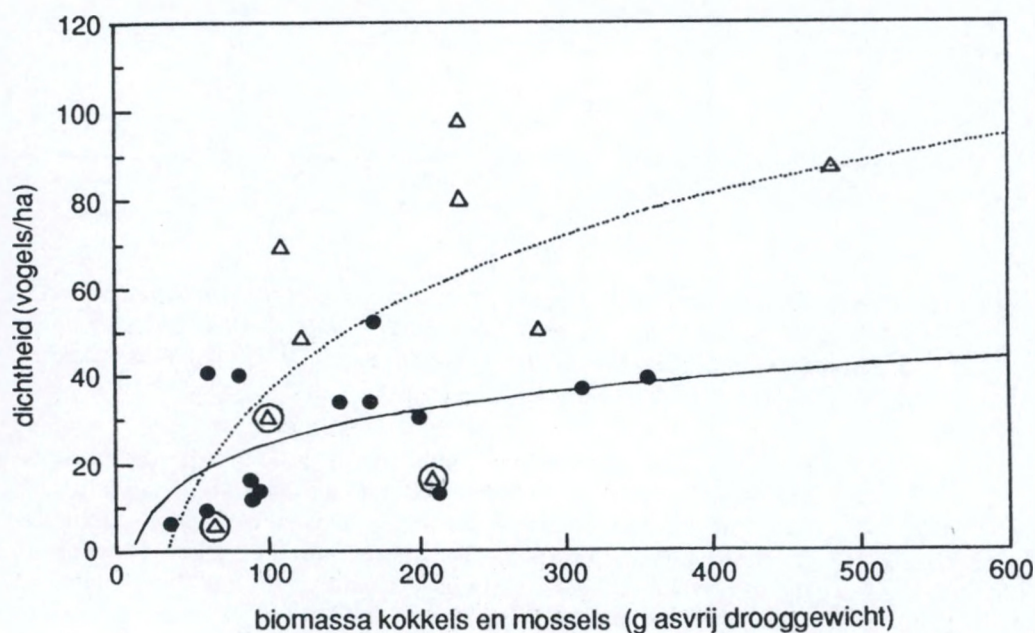
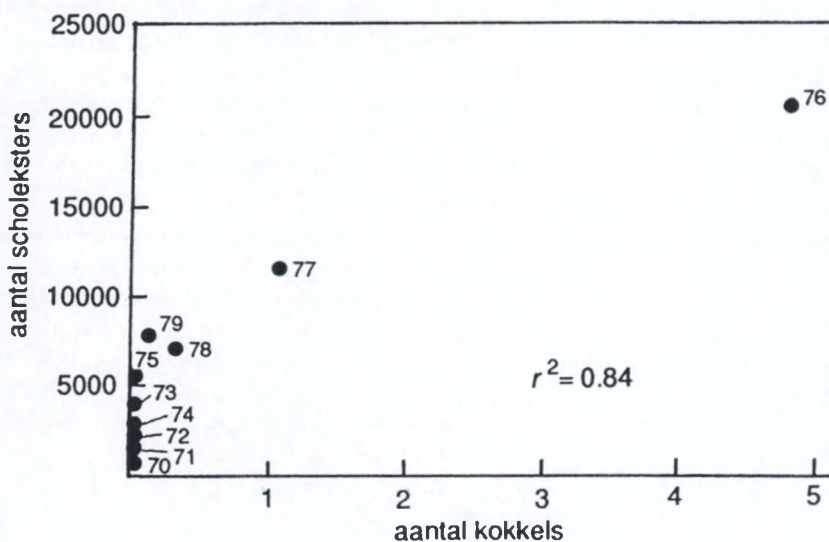
Wadvogels kennen verschillende typen sociale structuren. Somigesoorten leven in groepen bij elkaar (b.v. Kanoetstrandloper), andere in los verband waarbij agressieve interacties optreden zodra de dichtheden toenemen (b.v. Tureluur). Weer andere soorten vormen territoria waarbinnen geen soortgenoten worden geduld (b.v. Wulp, Zilverplevier), of vormen leefgebieden waarbinnen wel soortgenoten worden geduld maar waarbinnen een duidelijke sociale hiërarchie bestaat (b.v. Scholeksters op mosselbanken). Deze structuren liggen tot op zekere hoogte vast. Veranderen echter de omstandigheden (door een kleiner wordend voedselaanbod of het toenemen van de aantallen van die soort) dan kunnen deze territoria worden opgegeven. Eén en ander is geheel afhankelijk van het kosten-baten plaatje dat elke sociale structuur met zich meebrengt. In het geval van de Eidereend is weinig bekend over de sociale structuren binnen de vaak grote groepen, in het geval van de Scholekster des te meer.

Grofzandige gebieden zijn vaak heel voedselarm en de Strandgapers of Wadpieren die er leven zijn voor verreweg de meeste vogels onbereikbaar (Zwarts 1990). Behalve dat er in een bepaald gebied geschikte prooidieren aanwezig moeten zijn, moeten de vogels deze ook kunnen bemachtigen. De Kluut is door zijn foerageerwijze aangepast aan foerageren in slijkige gebieden waar voornamelijk wormen worden gevangen (Tjallingii 1971). Op plaatsen waar goede wormendichtheden (*Scololepis*) in hard zandig substraat voorkomen (b.v. op het Noordzeestrand) kunnen deze toch niet door Kluten worden geëxploiteerd. Dit betekent dat, hoewel er voldoende voedsel in de bodem aanwezig kan zijn, het toch kan voorkomen dat een vogel er niet van kan profiteren. Ook moeten prooidieren in een goede grootteklasse aanwezig zijn. Een voorbeeld van een dergelijke relatie is die tussen de Kanoetstrandloper en zijn prooidieren. Zwarts & Blomert (1992) en Zwarts et al. (1992) vonden dat de voedselopname bepaald wordt door de trefkans (een Kanoetstrandloper vindt zijn voedsel door met zijn snavel het sediment te doorploegen), door de diepte waarop prooien zijn ingegraven (en de daaraan gekoppelde seizoensvariaties), de grootte van de gevonden prooi (deze moet de slokdarm zonder problemen kunnen passeren maar mag ook niet te klein zijn) en de verteerbaarheid (een schelp van een Nonnetje is dunner dan die van een Kokkel waardoor de vogel minder ballast opneemt bij het eten van Nonnetjes). Voor Kanoetstrandlopers is er een groot dilemma: het geprefereerde dunschalige schelpdier (Nonnetje) is vaak buiten bereik van de snavel aanwezig terwijl dikschalige kleine Kokkeltjes wel bereikbaar zijn. De voedselopname van de Kanoet wordt dus zowel beperkt door de grootte van de prooien als door de bereikbaarheid. Wordt aan beide voorwaarden niet voldaan dan is een gebied voor deze soort ongeschikt. Zijn er geen uitwijkgebieden aanwezig of zijn deze voor de betrokken vogels niet (meer) te bereiken dan kan dan sterfte optreden. Deze problematiek komt in Hoofdstuk 4 uitvoeriger aan de orde.

Voor veel wadvogels blijkt de verspreiding over de foerageergebieden afhankelijk te zijn van de dichtheid waarin voedsel voorkomt (O'Connor & Brown 1977, Meire 1991). Zo bleek de dichtheid van de Tureluur en de Wulp in wadgebieden in zuidoost Engeland positief gecorreleerd te zijn met de dichtheden van preferente prooidiersoorten (Goss-Custard et al. 1977). De beste gebieden (die gebieden met een rijk voedselaanbod die dicht bij rustgebieden liggen) worden het eerst gebruikt. Dit blijkt zowel te gelden voor Wintertalingen (Zwarts 1976) maar ook voor steltlopers. Wanneer kleine aantallen vogels aanwezig zijn is de verspreiding beperkt tot een aantal voorkeursgebieden. Met het toenemen van de totale aantallen vogels (o.i.v. influx door najaarstrek) vindt ook toename plaats in minder geprefereerde gebieden (Zwarts 1974).

De relatie areaalgrootte-aantal vogels is dus voor veel soorten ingewikkelder dan een simpele lineaire correlatie, niet alleen omdat bepaalde soorten een sterke voorkeur hebben voor bepaalde habitattypen (Ens et al. 1993) maar ook omdat het aantal vogels in een bepaald gebied afhankelijk is van het daar aanwezige voedsel. Nemen de aantallen toe

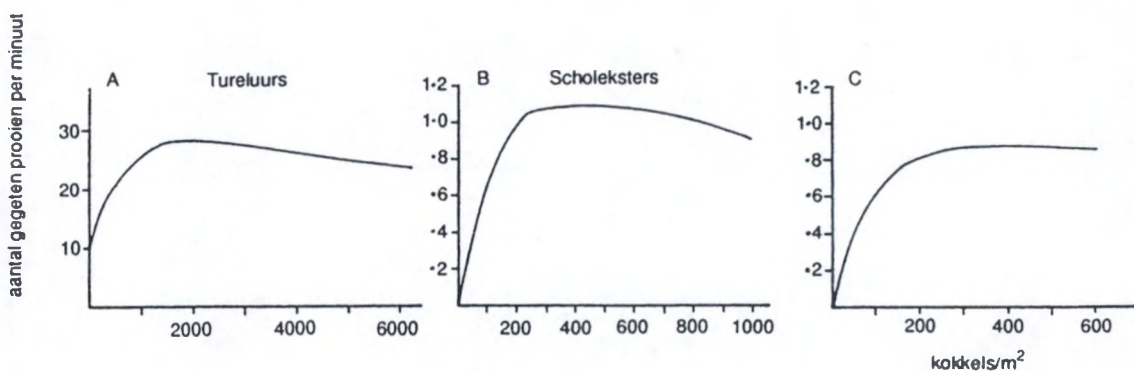
dan zal ook meer interferentie optreden. Dit heeft in eerste instantie gevolgen voor het aantal vogels dat van een bepaald gebied kan gebruik maken (Fig. 17).



Figuur. 17. Scholeksterdichtheid in een bepaald gebied in relatie tot de hoeveelheid voedsel die daar aanwezig is. Naar: A) Sutherland (1982c), B) Meire 1991, 1993

Een voorbeeld van een dergelijk proces is het resultaat van onderzoek in de Ribble (aan de Engelse westkust). Hier bleek dat in jaren met een groot aanbod aan oude Kokkels (2e jaars en ouder) het aantal Scholeksters dat hierop predeerde aanzienlijk groter was dan in jaren met een geringer aanbod aan aantrekkelijke Kokkels (Sutherland 1982c). In goede jaren bleek vooral het aantal jonge vogels toe te nemen. Het aantal volwassen Scholeksters in beide jaren was gelijk. De verklaring voor dit verschijnsel is dat in de buurt van de Ribble (in nabijgelegen estuaria als de Alt en de Dee) een vrij groot aantal rondzwervende jonge Scholeksters aanwezig is zonder sterke plaatstrouw. In jaren dat er hier geschikte foerageermogelijkheden optreden zouden m.n. de jonge vogels relatief sterk van deze plaatselijk grotere voedselbeschikbaarheid profiteren.

Toename van de vogeldichtheid leidt bovendien tot toename van het aantal interacties dat met agressie gepaard gaat. Dit kan aanzienlijke gevolgen hebben voor de op een bepaalde plaats haalbare voedselopname (Fig. 18). Vanaf het moment dat bij Schiermonnikoog de dichtheden Mossels afnamen, werd door de aanwezige Scholeksters meer Kokkel, Nonnetje, Slijkgaper en Zeeduizendpoot gegeten (Zwarts & Drent 1981). Sutherland (1982b) vond dat de opnamesnelheid (de opgenomen hoeveelheid



Figuur. 18. De voedselopname (aantal gegeten prooien per minuut) van Tureluurs (A), Scholeksters (B,C) in relatie tot het voedselaanbod. In Fig. A en B bestaan de prooien uit Slijkgamalen, in C uit kokkels. Bron: Goss-Custard (1977a) (A), Goss-Custard (1977b) (B) en Sutherland (1982b) (C).

biomassa per tijdseenheid per vogel) zowel afhankelijk was van de kokkeldichtheid, de prooidiergrootte als het vleesgewicht. Het aantal gegeten prooidieren per tijdseenheid was het hoogst in gebieden met de grootste kokkeldichtheid. Dit waren over het algemeen echter ook gebieden waar Kokkels aanwezig waren met een laag vleesgewicht. In gebieden met een lage kokkeldichtheid werd een hogere opname geconstateerd omdat de Kokkels hier meer vlees bevatten.

Onderzoek op mosselbanken heeft geleerd dat vogels die de beste plekken bezetten dominante vogels zijn. Wanneer deze vogels tijdens het broedseizoen afwezig zijn worden ze door subdominante (vaak onvolwassen) vogels bezet. Komen de dominante (vaak volwassen) Scholeksters weer terug uit de broedgebieden dan worden de subdominante vogels weer verdreven naar de minder geprefereerde mosselbanken (Goss-Custard et al. 1982; Ens & Goss-Custard 1984). Een vergelijkbaar verschijnsel is ook in de Nederlandse Waddenzee vastgesteld.

Een vergelijking van de "kwaliteit" van Scholeksters op hoogwatervluchtplaatsen langs de kusten van Texel en Vlieland leerde dat de grootste aantallen jonge vogels en het grootste aantal "kneuzen" (vogels met één of andere afwijking) aanwezig waren op plaatsen die grensden aan kleine oppervlakten wad. Relatief veel vogels van "goede kwaliteit" (met veel volwassen exemplaren) werden aangetroffen in de nabijheid van preferente stukken wad, bijvoorbeeld daar waar veel grote mosselbanken voorkwamen (Swennen 1984).

4 DE DRAAGKRACHT VAN WADGEBIEDEN

De in Figuur 17 getoonde afvlakking van de verbanden tussen het aantal in een bepaald gebied foeragerende vogels c.q. de gerealiseerde voedselopname en de prooidichtheid zijn een sterke aanwijzing dat het aantal vogels dat in een bepaald gebied terecht kan aan beperkingen onderhevig is. Het heeft lang geduurd voor er een hard bewijs op tafel lag dat dergelijke plafondwaardes inderdaad bestaan en dat wanneer er meer vogels van zo'n gebied gebruik willen maken dat ten koste gaat van een deel van deze vogels of van die welke al aanwezig waren.

Brits onderzoek

De eerste aanwijzingen hiervoor zijn te vinden in het werk van Evans (1978) in het Tees estuarium, een gebied waarvan de grootte van het bij laagwater droogvallende getijdegebied door grootschalige inpolderingen ten behoeve van havenfaciliteiten is teruggelopen van 2800 ha in 1850 naar 400 ha in 1990 (Davidson et al. 1991). Wulp, Rosse Grutto, Tureluur, Kanoetstrandloper en Bonte Strandloper zijn achteruitgegaan terwijl de aantallen van deze soorten gerekend over geheel Engeland een tegenovergestelde trend lieten zien (Prater 1978). Met name mannetjes Wulpen bleken in de winter moeite te hebben om voldoende voedsel op het wad van de Tees te verzamelen (Townshend 1981). Dit wordt met name veroorzaakt doordat prooidieren dieper in de wadbodem wegkruipen en voor de relatief kortsnavelige mannetjes Wulpen onbereikbaar worden. Een deel van deze vogels wijkt uit naar nabijgelegen graslanden waar effectief gefourageerd kan worden zolang de bodem vrij nat is.

Deze velden bieden echter geen soelaas meer wanneer de bodem bevroren raakt of met sneeuw is bedekt. Van belang zijn bovendien de theoretische beschouwingen van Goss-Custard over het begrip draagkracht (carrying capacity) (o.a. Goss-Custard 1979, 1985, Goss-Custard & Durrell 1990). Van recente datum is ook het onderzoek van McLusky et al. (1992) in de Firth of Forth. Vooral in het bovenstroomse gedeelte van de Firth heeft landaanwinning plaatsgevonden. Naar schatting is sinds het begin van de vorige eeuw 49% van het getijdegebied en 54% van de aanwezige hoeveelheid voedsel (en 55% van de produktie) verdwenen als gevolg van inpolderingen. Daartegenover staat dat er door verschillende menselijke activiteiten (b.v. eutrofiëring) een hogere biomassa aanwezig is in vergelijking met enkele tientallen jaren geleden. Effecten op vogels zijn er wel maar laten zich niet eenduidig aangeven. De effecten zijn bovendien verschillend voor de aanwezige soorten. De achtergrond hiervan is dat door inpolderingen delen van voedselgebieden verloren gaan die voor sommige soorten vitaal zijn en voor andere min of meer marginaal. Voor sommige soorten is bovendien wellicht compensatie mogelijk in andere

gebieden. "A simple consideration of the loss of areas is inadequate to describe the effects of any land-claim scheme". Ook de analyse van Moser (1988) vormt een duidelijke aanwijzing voor het bestaan van "maximale draagkracht". Zilverplevieren, waarvan de in Groot-Brittannië overwinterende populatie in de periode 1970-86 is toegenomen met een factor 3, bleken in sommige Engelse estuaria toe te nemen. In andere was er alleen aanvankelijk sprake van een toename, gelijkopgaand met die van de gehele populatie. Daarna viel er een afvlakking te constateren van de aantallen, waarna stabilisatie optrad.

De effecten van de Deltawerken

In hun analyse van de effecten van de afsluiting van de Grevelingen kwamen Van Latesteijn & Lambeck (1986) en Lambeck et al (1989) tot de conclusie dat de aantallen Scholeksters in de Oosterscheldeplotseling waren gestegen en in de Grevelingen sterk waren gedaald. Dit is een sterke aanwijzing voor het feit dat de draagkracht van de Oosterschelde in de jaren '70 nog niet was bereikt. Na verdere afsluitingen van de zeearmen in het Deltagebied werd de situatie anders. Het verlies aan getijdegebied door activiteiten in het kader van de Deltawerken in de Oosterschelde bedroeg 50 km². Dit was een gevolg van de afsluiting van het Krammer-Volkerak terwijl 6 km² verdween doordat de getijamplitude verminderde (Schekkerman et al. 1992).

De kracht van het in de laatste 10 jaren in de Delta uitgevoerde onderzoek ligt vooral in het feit dat er goede gegevens van voor de afsluiting bekend waren en dat de afsluiting zelf is begeleid met onderzoek dat speciaal was toegesneden op deze problematiek. Zo kon o.a. worden beschikt over een grote populatie van kleurringen voorziene vogels, waardoor de plaatskeuze voor en na de afsluiting van het Krammer-Volkerak kon worden bepaald. De effecten zijn het meest duidelijk voor de Scholekster, o.a. omdat van deze soort de meeste gemerkte individuen beschikbaar waren, maar ook voor andere soorten konden effecten worden vastgesteld. Strucker (1987) analyseerde de verspreiding van Scholeksters voor de afsluiting van het Krammer-Volkerak. Ongeveer 4/5 bleek trouw te zijn aan het oorspronkelijke ringgebied. Alleen in de winter was er enige wegtrek naar het centrale deel van de Oosterschelde. Met de afsluiting d.m.v. de stormvloedkering en de Philipsdam werd alles anders.

Schekkerman et al. (1992) vonden dat het totaal aantal vogeldagen in de Delta licht (13%) was toegenomen, m.n. door de toename van eenden, Futen en Aalscholvers. Steltlopers bleken sterk te zijn afgenomen, m.n. in augustus en de periode november-april. Deze afname betrof vooral de Strandplevier, Scholekster, Kluut, Steenloper, Bergeend, Tureluur en Bonte Strandloper. De grootste verliezen traden op bij soorten die vóór de bouw van de kering in het relatief slikkige oostelijk deel van de Oosterschelde voorkwamen. De uit het Krammer-Volkerak verdreven vogels konden kennelijk niet in het Oosterscheldegebied terecht, sterker nog: door de ook hier opgetreden areaalverkleining van de voedselgebieden van de steltlop-

ers was ook hier een aantalsafname vast te stellen. Dit suggereert dat de draagkracht van het Oosterscheldebekken al voor de aanleg van de Oosterscheldekering was bereikt.

Aanvullende informatie is aanwezig in Meininger & Snoek (1992). Zij vonden dat in de Oosterschelde tussen 1979/83 en 1988/90 de aantallen overwinterende Bergeenden met 40% terug liepen terwijl het areaalverlies voor deze soort slechts 22% bedroeg. Bovendien werd in de winters 1985/87 een relatief hoog percentage Bergeenden slachtoffer van de koude weersomstandigheden. De voornaamste voedselbron van de Bergeend (wadslakjes) blijkt aanzienlijk te zijn achteruitgegaan.

Van de uit de Krammer-Volkerak verdwenen Scholeksters (teruggang van 10400 naar 2800) ging een groot deel aanvankelijk naar het centrale deel van de Oosterschelde (37% bleef in het Krammer-Volkerak, 38% verdween naar de Oosterschelde, 25% was verdwenen (=dood of geëmigreerd) (Brenninkmeijer et al. 1993). In de daaropvolgende winter was 23% van de Krammer-Volkerak vogels nog hier aanwezig, 41% zat elders in Deltagebied, 36% was verdwenen. Drie winters na afsluiting was 66% verdwenen, tegenover 45% van de vogels uit andere delen van het Deltagebied. Het is niet mogelijk om sterfte van emigratie te scheiden. De "lokale verdwijning" van vogels uit het Krammer-Volkerak gebied was 30% tegenover 18% voor vogels uit de rest van de Delta. Het eerste getal is hoog maar ook het tweede is duidelijk hoger dan "normale sterfte" bij andere populaties in noordwest Europa (range 6-11% sterfte per jaar).

Dit suggereert dat ook Scholeksters elders uit de Delta het relatief moeilijk hadden. Waarschijnlijk heeft verlies van Krammer-Volkerak voor vogels uit de Oosterschelde extra competitie opgeleverd waardoor ook deze vogels voor een relatief groot deel zijn verdwenen of gestorven. Mogelijk heeft ook de kokkelvisserij een rol gespeeld in verslechterde voedselomstandigheden in de Oosterschelde (Lambeck et al. 1989, Lambeck 1991).

Vergelijking van Britse BOEE index (een jaarlijks bepaalde maat voor de relatieve grootte van de aanwezige winterpopulaties van de aanwezige soorten) met veranderingen in de Oosterschelde laat geen duidelijk verband zien maar wel dat de aantallen steltlopers in de Oosterschelde significant zijn achtergebleven bij die in Groot Brittannië (Schekkerman et al. 1994). Mogelijk zijn in de Oosterschelde vogels verdwenen door een verhoogde wintermortaliteit. De afsluiting van de Grevelingen in 1971 bleek geen dramatische consequenties te hebben voor de hier aanwezige vogels. De aantallen Scholeksters en Rosse Grutto's op de Roggenplaat namen toe maar de situatie is moeilijk te vergelijken met recente situatie. Tegelijk nam de getijamplitude in de Oosterschelde toe, terwijl na de bouw van de Volkerakdam en de Grevelingendam de benthos-biomassa in het Krammer-Volkerak was toegenomen, waarschijnlijk onder invloed van een hogere saliniteit. Daardoor ontstonden in het hele Oosterscheldebekken betere foerageermogelijkheden. In de jaren '70 was echter al wel sprake van een verschuiving van aanwezigheidspatroon op de Roggenplaat van winter

naar herfst. Deze verschuiving zette later door in het hele estuarium (Lambeck 1991).

De Wash

Een aanvulling op het bovenstaande vormt de analyse van Clark (1993). De aantallen Scholeksters in Wash waren sinds de jaren '70 gestegen van 15.000-20.000 naar 30.000 in midden van de jaren '80. De maximale aantallen werden bereikt in 1988 toen 45.000 exemplaren werden geteld. In winter van 1991/92 liepen de aantallen weer terug naar 30.000 terwijl in januari 1993 slechts 12.000 exemplaren aanwezig waren, vrijwel alle volwassen vogels. Ondanks de afwezigheid van een langere vorstperiode werden 60 terugmeldingen van geringde vogels verkregen, ongeveer het tienvoudige van het aantal in andere winters. Uit vangsten op de hoogwatervluchtplaatsen bleek bovendien dat de conditie (het gewicht) lager was die welke voor deze tijd van het jaar verwacht zou mogen worden. Veel vogels waren nog bezig met slagpenrui, een activiteit die onder normale omstandigheden eind november voltooid zou moeten zijn. Opvallend was bovendien dat relatief grote aantallen binnendijs foerageerden. De problemen hadden met name betrekking op Scholeksters. Andere steltloper-soorten hadden die problemen kennelijk niet. De problemen hangen zeer waarschijnlijk direct samen met de voor Scholeksters beschikbare hoeveelheid voedsel. De laatste goede broedval van Mossels in de Wash werd vastgesteld in 1986, anno 1993 waren zeer weinig Mossels van goede maat in Wash te vinden. Ook Kokkels hadden verschillende jaren met een slechte broedval achter de rug. Er waren begin jaren '90 dan ook zeer weinig Kokkels van de geschikte grootte in Wash te vinden. De conditie van de nog aanwezige Mossels en Kokkels bleek bovendien (door onbekende oorzaak) zeer slecht te zijn. Het jaar 1992 liet echter weer een goede kokkelbroedval zien. Daarom mag worden verwacht dat de Scholeksterstand vanaf 1993 weer een herstel zal laten zien.

5 TELLINGEN IN DE MOKBAAI

De Mokbaai is een aan drie zijden door dijken en stuifdijken omgeven inham aan de zuidkant van Texel. De in deze baai tijdens laagwater aanwezige wadvogels worden sinds juli 1982 door medewerkers van het IBN geteld. Deze tellingen vonden plaats van ongeveer 1 uur voor tot 1 uur na laagwater en hadden in het eerste jaar een frequentie van ongeveer twee maal per week. Daarna werd gemiddeld één maal per week geteld. Om een beeld te krijgen van de verspreiding van de aanwezige vogels over het gebied werd een indeling in vijf deelgebieden gemaakt. De tellingen werden uitgevoerd door één persoon die was uitgerust met een kijker en een telescoop (doorgaans gebruik makend van een 15* vergroting). De waargenomen aantallen werden ingesproken op een cassette recorder en later verder uitgewerkt.

In de loop van de jaren bleken zich verschillende veranderingen in de Mokbaai te voltrekken. De in de baai aanwezige mosselbank veranderde in de loop van de tijd van grootte, de in de duinen naast de baai gelegen vuilnisbelt werd in april 1991 gesloten en in het centrale deel van de Mokbaai vond sedimentatie plaats waardoor tegenwoordig meer wad droog valt dan vroeger (Fig. 19). Deze sedimentatie houdt verband met het in de loop van de jaren extensiveren van de baggeractiviteiten die worden uitgevoerd om de geul die toegang geeft tot de marinierskazerne (Joost Dourlein Kazerne, het vroegere Amphibisch Oefenkamp) op diepte te houden. In het verleden werd het hele centrale deel op diepte gehouden, tegenwoordig beperken de baggerwerkzaamheden zich tot de geul zelf. Eén en ander heeft gevolgen gehad voor de oppervlakten wad die droogvallen (zie Tabel 6).

Aantallen en dichtheden

De gemiddelde in de periode 1983-92 aanwezige aantallen zijn weergegeven in de Figuren 20 en 21. De toegenomen aantallen in de Nederlandse Waddenzee weerspiegelen zich ook in de Mokbaai. De aantallen uit de periode 1983-87 zijn ongeveer 200 lager dan die uit de periode 1988-92. Hoewel de verspreiding over de onderscheiden deelgebieden van jaar op jaar verschilt is duidelijk dat de areaaluitbreiding in het centrale deel van de Mokbaai duidelijke consequenties heeft gehad voor de hier aanwezige aantallen. Gemiddeld zijn in dit deelgebied in de jaren 1989-92 ruim 13 Scholeksters per hectare aanwezig, een dichtheid die ook werd vastgesteld in de jaren 1983-1985. Elders in de Mokbaai zijn de dichtheden lager. In het zandige deel dicht bij de monding van de Mokbaai waren gemiddeld 4,4 Scholeksters/ha aanwezig, in het slikkiger westelijke deel van de baai gemiddeld 6,9.

Tabel 6. Grootte van de bij 5 bij laagwater in de Mokbaai onderscheiden deelgebieden in 1983 en 1993. De grootteschatting van 1983 is gebaseerd op een RWS lodingskaart uit 1983, de grootteschatting van 1993 op een lodingskaart uit 1987 en recente aanvullende veldwaarnemingen bij verschillende waterstanden.

Mokbaai	Oppervlaktes					Totaal
	<1.00 NAP	LW tot -1.00	LW-NAP	>NAP	>HW	
1	0.0	0.9	13.2	7.0	0.0	21.1
2a	0.0	3.6	6.4	0.6	0.0	10.6
2b	0.0	0.8	13.6	2.1	0.0	16.5
3	0.0	8.3	9.5	1.3	0.0	19.1
4	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	1.4
5a	0.0	0.0	25.8	12.5	0.0	38.3
water	34.9	0.0	0.0	0.0	0.0	34.9
kwelder2					6.2	6.2
kwelder5					11.7	11.7
Totaal	34.9	13.6	69.8	23.6	17.9	159.8

Refer.
(= 16 ha)

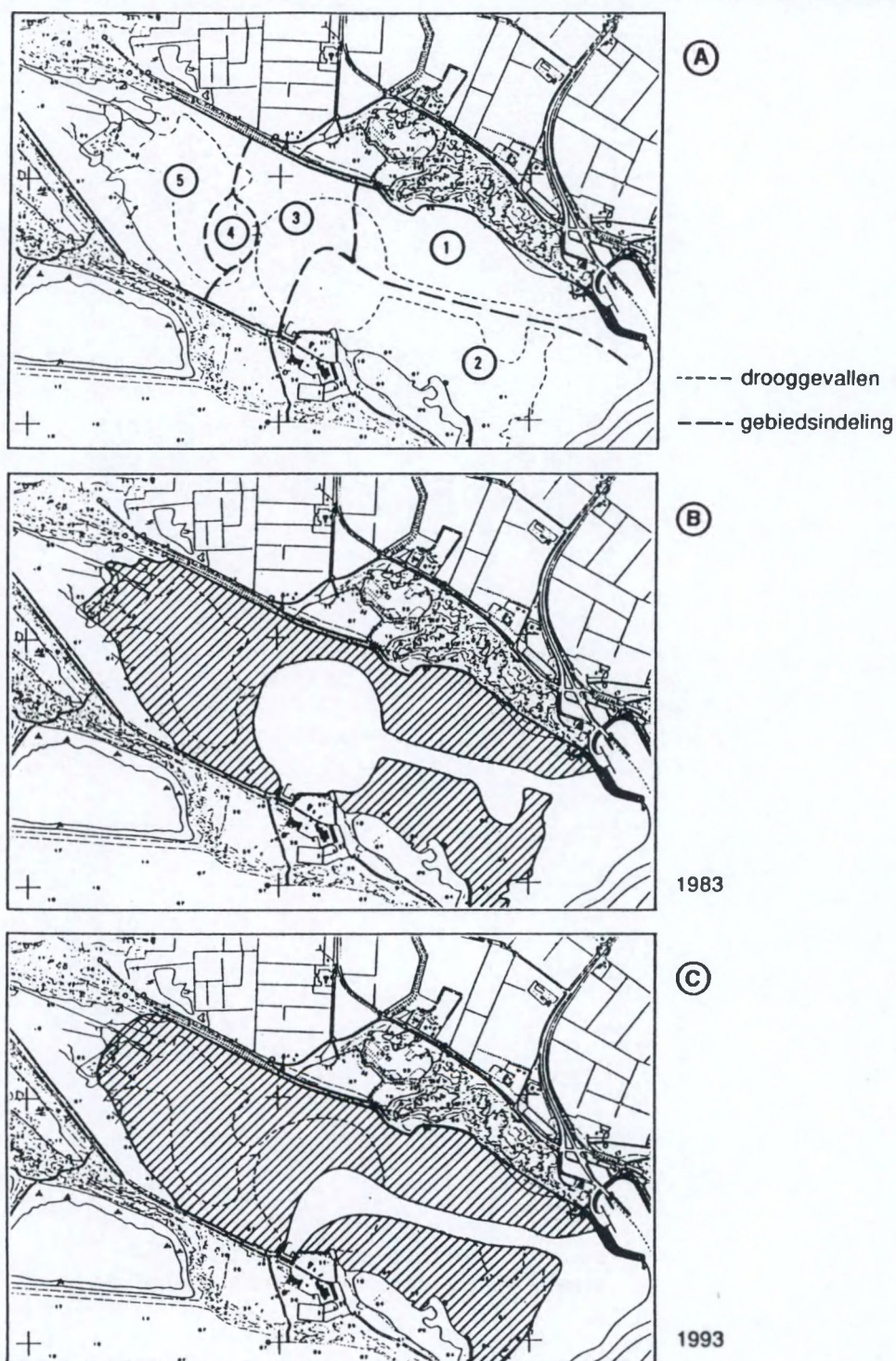
Mokbaai	Oppervlaktes					Totaal
	<1.00 NAP	LW tot -1.00	LW-NAP	>NAP	>HW	
1	0.0	0.7	12.5	7.0	0.0	20.2
2a	0.0	3.8	9.4	0.6	0.0	13.8
2b	0.0	1.8	15.1	2.1	0.0	19.1
3	0.0	4.5	21.4	1.3	0.0	27.2
4	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	1.4
5a	0.0	0.0	25.8	12.5	0.0	38.3
water	20.6	0.0	0.0	0.0	0.0	20.6
kwelder2					6.2	6.2
kwelder5					11.7	11.7
Totaal	20.6	10.8	85.5	23.6	17.9	158.5

Alleen de dichtheden op de mosselbank zijn hoger. Gemiddeld werden hier 21,9 Scholeksters/ha geteld. De dichtheden in de Mokbaai zijn duidelijk hoger dan die welke aanwezig zijn in Engelse estuaria en het gemiddelde voor de Nederlandse Waddenzee. In Engelse estuaria met de grootste aantallen Scholeksters (Cranswick et al. 1992) waren gemiddeld 1-2 Scholeksters per ha aanwezig (met een uitschieter in het Thames estuarium waar bijna 11 Scholeksters/ha werden geteld). De dichtheid in de Nederlandse Waddenzee bevindt zich rond het Engelse gemiddelde. De in het centrale deel van de Mokbaai aanwezige aantallen komen overeen met de hoge dichtheden die waren vastgesteld op de Roggenplaat (Oosterschelde) nadat daar influx had plaatsgevonden onder invloed van de afsluiting van het Grevelingen estuarium (Lambeck et al. 1989). Overigens zijn de in de Mokbaai aanwezige dichtheden eveneens vergelijkbaar met

die welke in de Oosterschelde zijn vastgesteld. Berrevoets (1991) vond een gemiddelde dichtheid tijdens laagwater van 9,6 ex/ha, waarbij 5 Scholeksters/ha werden vastgesteld op de zandige delen, 8 per ha in slikkige gebieden en 24 per ha op mosselbanken. Deze dichtheden komen sterk overeen met die welke in de Mokbaai zijn vastgesteld.

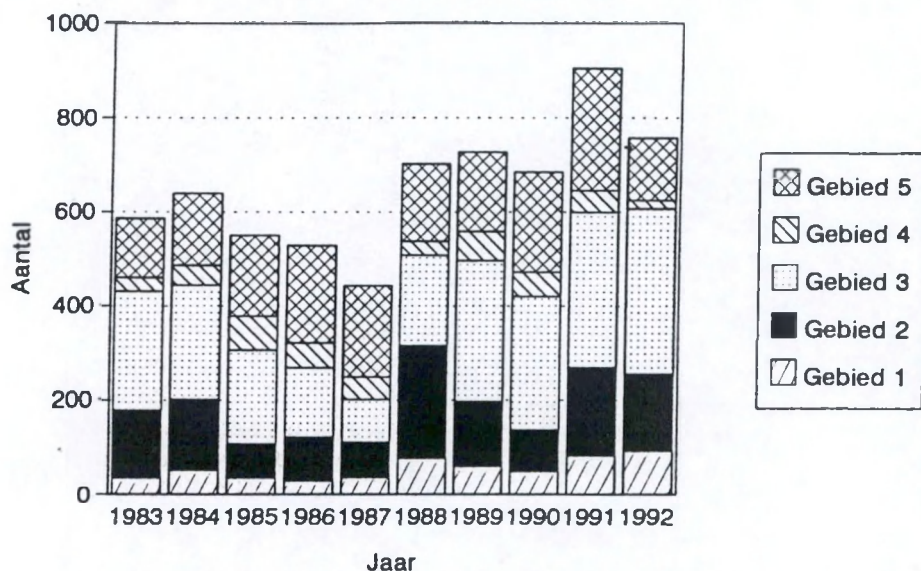
Alleen de dichtheden op de mosselbank zijn hoger. Gemiddeld werden hier 21,9 Scholeksters/ha geteld. De dichtheden in de Mokbaai zijn duidelijk hoger dan die welke aanwezig zijn in Engelse estuaria en het gemiddelde voor de Nederlandse Waddenzee. In Engelse estuaria met de grootste aantallen Scholeksters (Cranswick et al. 1992) waren gemiddeld 1-2 Scholeksters per ha aanwezig (met een uitschieter in het Thames estuarium waar bijna 11 Scholeksters/ha werden geteld). De dichtheid in de Nederlandse Waddenzee bevindt zich rond het Engelse gemiddelde. De in het centrale deel van de Mokbaai aanwezige aantallen komen overeen met de hoge dichtheden die waren vastgesteld op de Roggenplaat (Oosterschelde) nadat daar influx had plaatsgevonden onder invloed van de afsluiting van het Grevelingen estuarium (Lambeck et al. 1989). Overigens zijn de in de Mokbaai aanwezige dichtheden eveneens vergelijkbaar met die welke in de Oosterschelde zijn vastgesteld. Berrevoets (1991) vond een gemiddelde dichtheid tijdens laagwater van 9,6 ex/ha, waarbij 5 Scholeksters/ha werden vastgesteld op de zandige delen, 8 per ha in slikkige gebieden en 24 per ha op mosselbanken. Deze dichtheden komen sterk overeen met die welke in de Mokbaai zijn vastgesteld.

Opvallend is dat, hoewel in het najaar van 1990 in het westelijke deel van de Mokbaai door 3 kokkelvisseren werd gevist (Hooijmeijer 1991), de vogelaantallen daar niet negatief door werden beïnvloed. Een mogelijk verklaring is dat de hogere delen van het centrale deel van de Mokbaai, waar hoge dichtheden Kokkels aanwezig waren, niet werden bevestigd en voor voldoende compensatie konden zorgen. Gedurende de winter van 1990/91 en het vroege voorjaar van 1991 werden echter opvallend vaak grote groepen (500-1000 exemplaren) rustende Scholeksters in de Mokbaai aangetroffen. Tegelijk waren de aantallen foeragerende Scholeksters in de maanden januari en februari ongeveer 2 maal zo hoog als in andere jaren.



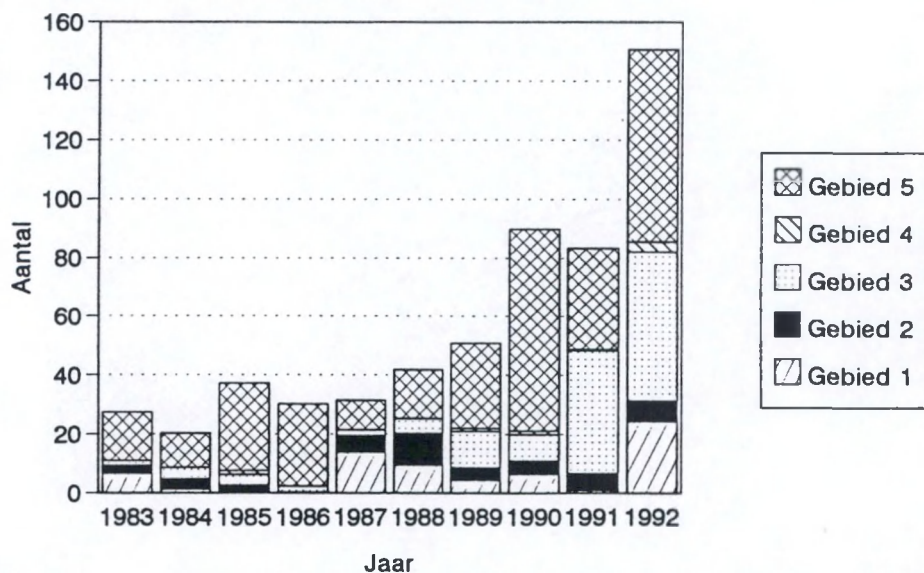
Figuur. 19. Kaartje van de Mokbaai (met de daarin onderscheiden bij laagwater droogvallende deelgebieden) in 1980 en 1993.

Scholekster Mokbaai



Figuur. 20. Het gemiddeld over het jaar aanwezige aantal Scholeksters in de Mokbaai (Texel) in de jaren 1983-92, berekend op basis van wekelijks uitgevoerde tellingen tijdens laagwater.

Kanoetstrandloper Mokbaai



Figuur. 21. Het gemiddeld over het jaar aanwezige aantal Kanoetstrandlopers in de Mokbaai (Texel) in de jaren 1983-92, berekend op basis van wekelijks uitgevoerde tellingen tijdens laagwater.

Hogere aantallen dan gemiddeld werden in de periode juli 1990-juni 1991 ook aangetroffen op het Balgzand. Beukema (1993) verklaart dit door te veronderstellen dat de voedselsituatie elders in de Waddenzee nog slechter is geweest. Opvallend is dat in de Mokbaai gedurende het seizoen 1991/92, toen een voedselschaarste optrad in de Waddenzee (Hoofdstuk 6.2), de aantallen niet duidelijk afweken van het normale patroon.

De Kanoetendichtheid in de Mokbaai is redelijk vergelijkbaar met die in de Oosterschelde. Variëren de dichtheden in het slikkige westelijke deel van de Mokbaai van 0,4-2,7 exemplaren/ha, in de Oosterschelde werden gemiddeld 1,9 Kanoeten/ha geteld. Op het zandiger deel bij de monding van de Mok waren de dichtheden lager. Gemiddeld werden hier 0,3/ha Kanoeten geteld.

De veranderingen in de aanwezige vogelaantallen in de Mokbaai zijn niet goed te relateren aan veranderingen in het voedselaanbod voor de vogels. Enerzijds zal dit een afspiegeling zijn van het voedselaanbod in de Waddenzee, anderzijds heeft het gebied specifieke eigenschappen. Zo zijn bijvoorbeeld in het centrale deel van de Mokbaai hoge dichtheden Kokkels aanwezig. Vanwege het relatief hoge slikgehalte hebben deze echter een lagere groeisnelheid als die welke leven in meer geëxponeerd gelegen delen van de Waddenzee. De kokkeldichtheden in het gebied rond de monding van de Mokbaai en van het slikkiger westelijke deel varieerden in september 1989 van 56 Kokkels/m² nabij de monding tot 236 Kokkels/m² in het westelijke deel. In 1991 bedroeg de dichtheid in het westelijke deel van de Mokbaai 261/m² terwijl in de monding waren 90 Kokkels/m² aanwezig waren.

6.EFFECTEN VAN VERSCHILLEN IN PROOI AANBOD OP SCHELPDIER-ETENDE VOGELS

6.1 Prooiaanbod vs. consumptie

Op basis van de rapporten van Van Stralen (1990), Kesteloo-Hendrikse & van Stralen (1992) en Van Stralen & Kesteloo-Hendrikse (1992) kan een schatting worden gemaakt van de totale hoeveelheid voedsel voor schelpdieretende vogels in de Waddenzee en de Oosterschelde. Deze hoeveelheden zijn weergegeven in Tabel 7. De hoeveelheden Mossels in beide gebieden zijn gering. Alleen in 1992 werd in de Waddenzee een bestand van (naar grove schatting) 2900 ton Mosselen aangetroffen. De hoeveelheden Mosselen op droogvallende percelen in de Oosterschelde spelen momenteel als voedsel voor Scholeksters geen grote rol (zie Hoofdstuk 3.1). De hoeveelheden kokkelvles die bij deze hoeveelheden horen, bedragen ongeveer 15% van de in Tabel 7 gegeven biomassatotalen (van Stralen 1990), voor het Nonnetje zal deze waarde wat hoger liggen (Zwarts & Blomert 1992). De biomassawaarden van de Kokkel hebben betrekking op gegevens uit september, die van het Nonnetje op gegevens uit mei. In het geval van het Nonnetje neemt de biomassa per exemplaar in de periode mei-september af met een factor 1,5 (Zwarts & Wanink 1993). Deze ontwikkelingen in beschouwing nemend kan de totale hoeveelheid voedsel (kokkelvles en alternatief voedsel in de vorm van Nonnetjes) in september in de verschillende jaren worden geschat op:

Tabel 7. *Geschatte hoeveelheden biomassa (versgewicht) van Kokkels en Nonnetjes in de Waddenzee en de Oosterschelde. Gegevens voor Kokkels hebben betrekking op september, voor Nonnetjes op mei.*
Gegevens ontleend aan de jaarlijkse surveys die zijn uitgevoerd onder verantwoordelijkheid van het RIVO-DLO (VanStralen (1990),Kesteloo-Hendrikse (1992) en Van-Stralen & KestelooHendrikse(1992)).

	Waddenzee		Oosterschelde	
	Kokkel	Nonnetje	Kokkel	Nonnetje
1990/91	150.000	84.000	59.000	520
1991/92	32.300	47.500	40.500	?
1992/93	270.400	36.000	82.000	2000

Oosterschelde:

1990/91: 8,9 miljoen kg kokkelvlees en 0,1 miljoen kg nonnetjesvlees: samen 9,0. De visserij gedurende dit jaar bedroeg 1,6 miljoen kg waardoor voor vogels maximaal 8,4 miljoen kg overblijft

1991/92: 6,1 miljoen kg Kokkels en een verwaarloosbare hoeveelheid Nonnetjes: samen 6,1. Geen visserij

1992/93: 12,4 miljoen kg Kokkels en 0,3 miljoen kg Nonnetjes: samen 12,7. De visserij gedurende dit jaar bedroeg 1,3 miljoen kg waardoor voor vogels maximaal 11,4 miljoen kg overblijft

Waddenzee:

1990/91: 22,5 miljoen kg Kokkelvlees en 12,6 miljoen kg Nonnetjesvlees: samen 35,1. De visserij gedurende dit jaar bedroeg 5,4 miljoen kg waardoor voor vogels maximaal 29,7 kg overblijft

1991/92: 4,8 miljoen kg Kokkels en 5,6 miljoen kg Nonnetjes: samen 10,4. Geen visserij

1992/93: 40,6 miljoen kg Kokkels en 5,4 miljoen kg Nonnetjes: samen 46,0. De visserij gedurende dit jaar bedroeg 7,0 miljoen kg waardoor voor vogels maximaal 39,0 miljoen kg overblijft

Lokaal kunnen ook andere prooien belangrijk zijn zoals *Scrobicularia* langs de Friese kust (Zwarts & Wanink 1993) en (in een bepaalde tijd van het jaar) *Nereis* op het wad onder Schiermonnikoog (Ens et al. 1992). Het overgrote deel van het alternatieve voedsel zal echter uit Nonnetjes, plaatselijk mogelijk ook uit kokkelbroed, bestaan. In de Oosterschelde is de voedselbehoefte 4,2 miljoen kg schelpdiervlees (Hoofdstuk 3.4), in de Waddenzee bedraagt de voedselbehoefte van Eidereend en Scholekster op de droogvallende wadplaten 1,6 (Eider) en 11,9 (Scholekster) miljoen kg schelpdiervlees, samen 13,5. De voedselbehoefte in de Oosterschelde kan in 2 van de 3 jaren (1990/91 en 1991/92) als hoog worden gekwalificeerd. In deze jaren wordt respectievelijk 50% en 69% van de absoluut aanwezige hoeveelheid vlees (op basis van het vleesgewicht van meerjarige Kokkels en Nonnetjes in september) gegeten. In de Waddenzee is de predatiedruk in 1990/91 (45%) en 1992/93 (35%) wat geringer, maar extreem hoog in 1991/92 (129%).

Literatuurgegevens over de consumptie door vogels in intergetijdegebieden geven aan dat een predatiedruk van 30-50% niet extreem hoog is. Davidson (1967) vond dat de sterfte van de tweedejaars Kokkels door Scholeksters 33% bedraagt. Horwood & Goss-Custard (1977) vonden de predatiedruk op tweedejaars Kokkels plaatselijk tot 100% kon oplopen. Bij hoge dichtheden van tweedejaars Kokkels was 22-34% van de sterfte

onder Kokkels te wijten aan predatie van Scholeksters. Brown & O'Connor (1974) vonden dat tussen september en april 36% van de totale aanwezige hoeveelheid Kokkels door Scholeksters werd verwijderd. Beukema (1976) berekende dat de hoeveelheid Mossels in het intergetijdegebied van de Nederlandse Waddenzee 30 miljoen kg vers vlees bedroeg. Hij schatte dat jaarlijks 15% door vogels werd gegeten. Zwarts & Drent (1981) vonden dat in totaal 40% van beschikbare hoeveelheid Mossels in één winter werd geconsumeerd. Sutherland (1982b), tenslotte, vond dat bij een dichtheid van 45 Kokkels per m^2 gedurende een winter 28% van de Kokkels weggegeten.

Uitgaande van de hierboven gegeven vergelijking moet worden geconstateerd dat de aanwezige hoeveelheden biomassa in Oosterschelde en Waddenzee flink groter is dan de hoeveelheid voedsel die werkelijk beschikbaar is voor vogels. In de eerste plaats zijn de hoeveelheden Nonnetjes die voor Scholeksters als prooi interessant zijn (exemplaren met een schelp groter dan 15 mm (Zwarts et al. 1994) een overschatting omdat tijdens de bemonstering ook monsters werden genomen in het permanent onder water staande delen van de Oosterschelde en Waddenzee. Daar staat tegenover dat een deel van de Nonnetjes diep in het sediment was ingegraven waardoor deze niet zijn bemonsterd. Scholeksters worden ook met dit probleem geconfronteerd. In sommige jaren is een aanzienlijke fractie van de aanwezige Nonnetjes onbereikbaar, met name in de maanden november-maart (Zwarts & Wanink 1993). In sommige jaren is in deze periode 40-60% van de aanwezige populatie ingegraven op een diepte van 6 centimeter, terwijl een groot deel van de voedselzoekende Scholeksters zijn prooi zoekt op een diepte van 2-4 cm (Zwarts et al. 1994).

Bijkomend probleem is dat voor met name Kokkels geldt dat de conditie gedurende de maanden september-maart afneemt met 50% (Zwarts & Wanink 1993). Om een bepaalde voedselbehoefte te dekken zullen dan ook twee maal zoveel prooidieren moeten worden gegeten. Een deel van die prooien zal voorkomen in dichtheden die zo laag zijn (voor Nonnetjes is dit 100 exemplaren per m^2 , Hulscher 1982) dat het zoeken naar prooi energetisch kostbaarder is dan de winst die dit oplevert.

Dit betekent dat voor de Waddenzee in de winter van 1990/91 van de 29,7 miljoen kg schelpdiervlees globaal 50% van de Nonnetjes te diep zal hebben gezeten om door Scholeksters te kunnen worden gevonden, terwijl in de wintermaanden de Kokkels met 50% zijn vermagerd. Het deel van de prooidieren dat beschikbaar was en wel energie kon opleveren bedroeg dus niet 29,7 miljoen kg maar grofweg de helft. De werkelijk beschikbare hoeveelheid energie komt dus zeer dicht in de buurt van de voedselbehoefte. Een deel van de Nonnetjes zal echter voorkomen in dichtheden die niet door Scholeksters exploiteerbaar zijn. Een iets betere voedselsituatie deed zich voor in 1992/93, een veel slechtere in 1991/92. Mogelijke verklaringen voor het feit dat er in de winter van 1991/92 geen grote sterfte is opgetreden zijn de zachte winter en de wetenschap dat wanneer Kokkels en Nonnetjes samen in een bepaald gebied voorkomen, in een situatie waarbij op één van deze prooien nog profijtelijk gefourageerd kan worden (voor een literatuuroverzicht over de optimal foraging theorie zie

Zwarts & Wanink 1993), de tweede prooi tot op een veel lager niveau kan worden weggegeten dan zonder aanwezigheid van de eerste zou mogen worden verwacht (Beukema 1993). Als gevolg van visserij op Kokkels in de nazomer van 1990, een kortdurende koudeperiode in februari 1991 (sterfte) en mortaliteit als gevolg van predatie door met name Scholeksters daalde de kokkeldichtheid op het Balgzand tot 0,2 per m², een daling met 98%. Deze daling was groter dan ooit in een strenge winter was vastgesteld. Gedurende de winter van 1990/91 was de sterfte onder de Nonnetjes 1 1/2 maal zo hoog als het gemiddelde uit de periode 1977-93. De relatief hoge (en waarschijnlijk te hoge) predatiedruk had tot gevolg dat de voedselgebieden eerder werden verlaten dan in de 15 voorafgaande jaren.

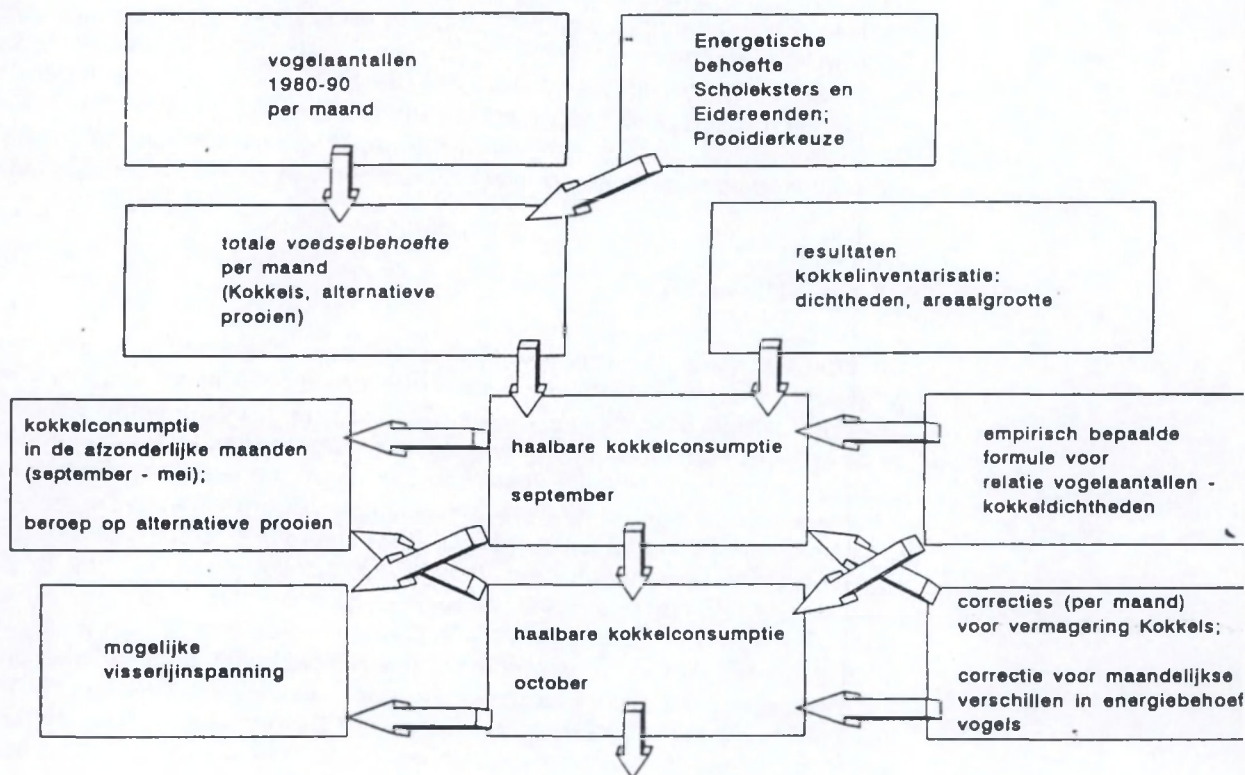
6.2 Simulatie-studies

De analyses naar de voor vogels beschikbare hoeveelheid voedsel is uitgevoerd met behulp van een rekenmodel dat is ontwikkeld door De Vlas (voor uitvoerige beschrijving zie De Vlas, in prep.). Formulering van het model heeft plaatsgevonden in een spreadsheet en bevat verschillende in elkaar grijpende onderdelen waarmee de consumptie van Scholeksters en Eidereenden op Kokkels per maand kan worden doorgerekend. De globale structuur van dit model is weergegeven in Figuur 22. Basisgegevens die per jaar worden ingevoerd zijn de hoeveelheden kokkelvlees die in de Waddenzee en Oosterschelde aanwezig zijn (op basis van de onder verantwoordelijkheid van het RIVO-DLO uitgevoerde bemonsteringen), en de dichtheid en het areaal waarin deze hoeveelheid biomassa aanwezig is. Deze gegevens zijn overgenomen uit de rapporten van Van Stralen (1990), Kesteloo-Hendrikse (1992) en Van Stralen & Kesteloo-Hendrikse (1992). In het model wordt gerekend met de volgende (omkaderde) informatie:

De totale aanwezige Kokkel-stock en de kokkeldichtheid
Het areaal in hectares waarop bepaalde dichtheden aanwezig zijn
De biomassa per Kokkel, per dichtheids-categorie

Daarnaast wordt gebruik gemaakt van informatie over de aanwezige aantallen schelpdieretende vogels in de verschillende maanden van het jaar. Deze vogelaantallen zouden in principe voor elk jaar per maand moeten worden ingevoerd maar helaas ontbreken hiervoor de noodzakelijke gegevens. Voor wat betreft de aantallen aanwezige Scholeksters is gebruik gemaakt van een gemiddeld aantal dat verondersteld werd in de afzonderlijke maanden van het jaar aanwezig te zijn. Dit gemiddelde aantal is berekend uit de in de jaren 1980-91 in de Nederlandse Waddenzee uitgevoerde tellingen (Zegers & Kwint 1992). Van een aantal maanden waren geen gegevens beschikbaar. In deze gevallen is een maandgemiddelde verkregen via interpolatie uit de maanden eraan voorafgaand of eropvolgend. De aantallen Eidereenden werden berekend op basis van de in Figuur 10 gegeven aantallen voor de oostelijke Waddenzee (zie Hoofd-

stuk 3.4). Voor de Oosterschelde werd gebruik gemaakt van tellingen van



Figuur. 22. Schematische structuur van het gebruikte model voor het berekenen van de effecten van predatie op kokkelpopulaties en het beroep dat op alternatieve prooidieren wordt gedaan.

Meininger et al. (1993). Op basis van beschikbare informatie over de numerieke respons van Scholeksters (welke vogeldichtheid kan worden verwacht bij een bepaalde kokkeldichtheid, bepaald aan de hand formules die werden afgeleid uit empirische gegevens van Coosen (1991) en Meire 1993) is berekend:

Het aantal Scholeksters per ha dat op een kokkelbank terecht kan, rekening houdend met:
het aantal aanwezige Kokkels
de biomassa per Kokkel

De beschikbare kokkelbiomassa wordt mede bepaald door :

Het gewichtsverlies van Kokkels gedurende de winter en de daarop volgende toename in de maanden april-september
Sterfte van Kokkels door andere oorzaken dan predatie door Scholeksters of andere schelpdiereters
Een correctiefactor ingebracht voor kokkelgewichten in september. Hierdoor kon worden gecorrigeerd voor variaties van kokkelgewicht onder invloed van jaarlijkse conditieverschillen

Op basis van de in hoofdstuk 3.4 gegeven opnames is de gemiddelde consumptie van een Scholekster verondersteld 225 gram vers vlees te bedragen, de opname van de Eidereend is geschat op 650 gram. Aangenomen is dat in de Waddenzee 75% van het voedsel van Scholeksters en 50% van het voedsel van Eidereenden uit Kokkels bestaat (zie Hoofdstuk 3.4). Omdat Nonnetjes en Mossels in de Oosterschelde schaars zijn (Hoofdstuk 6.1) is er in het geval van de Oosterschelde er van uitgegaan dat 90% van de voedselbehoefte van Scholeksters uit Kokkels bestaat. Vanwege de geringe aantallen Eidereenden in dit gebied is deze soort hier niet in de modelberekeningen betrokken. Voor wat betreft de Waddenzee worden Eidereenden verondersteld hetzelfde foerageergebied als Scholeksters te gebruiken. In het model wordt vervolgens doorgerekend:

Hoeveel Scholeksters er kunnen foerageren op een bepaalde dichtheid aan Kokkels
Hoeveel Scholeksters er kunnen foerageren op alle kokkelbanken in de Waddenzee en de Oosterschelde. De startdichtheden (Kokkels) voor de periode september-mei zijn ontleend aan de rapporten van Van Stralen
Indien er Kokkels van een voldoende dichtheid aanwezig zijn, hoeveel Scholeksters per ha kunnen er dan terecht
Als de kokkeldichtheid daalt tot onder het niveau waarop er nog profijtelijk op kan worden gefourageerd worden Scholeksters en Eidereenden geacht hier niet meer op te fourageren, maar over te schakelen op alternatieve prooien of naar andere gebieden te verhuizen
Per maand wordt berekend hoe groot predatiedruk van de schelpdieretende vogels is en welk deel van de voedselbehoefte uit alternatieve prooien zou moeten bestaan
Aan het eind van elke maand wordt berekend hoe groot de sterfte door andere oorzaken dan predatie van vogels bedraagt en wat het gemiddelde gewicht van de nog resterende Kokkels is. Dit zijn de basisgegevens waarmee in de erop volgende maand (t.m. mei) wordt gerekend

De resultaten van de uitgevoerde simulatie is voor de Waddenzee weergegeven in Figuur 23, voor de Oosterschelde in Figuur 24. Omdat de

De resultaten van de uitgevoerde simulatie is voor de Waddenzee weergegeven in Figuur 23, voor de Oosterschelde in Figuur 24. Omdat de gebruikte vogelaantallen in alle jaren dezelfde zijn is de voedselbehoefte per maand (en daarmee ook het verloop van het voedselbehoefte-patroon gedurende het jaar) voor alle jaren dezelfde. Ook wordt duidelijk dat er tussen de Waddenzee en de Oosterschelde grote verschillen zijn en dat in de Waddenzee grote verschillen tussen jaren bestaan. In de Oosterschelde treedt in alle jaren voedselschaarste op, in die zin dat alternatieve prooien 50% of meer van de totale voedselbehoefte moeten dekken. Dit geldt vooral voor de maanden november t.m. maart. Dat er in deze maanden voedselschaarste optreedt blijkt ook uit een vergelijking van de tellingen uit de periodes 1979/83 en 1987/90. Er blijkt een groot verschil te zijn in het aanwezigheidspatroon van Scholeksters waarbij er in de laatste jaren in de maanden december t.m. maart minder Scholeksters aanwezig zijn in vergelijking met de situatie voor de bouw van de stormvloedkering en de bouw van de compartimenteringsdammen (Lambeck 1991). In de Waddenzee was in de winters van 1990/91 en 1991/92 sprake van voedselschaarste, in de winters 1992/93 en 1993/94 werd in alle maanden 75% of meer van de voedselbehoefte van Scholeksters en de in het intergetijdegebied foeragerende Eidereenden in de vorm van Kokkels gedekt. Met name in het seizoen 1991/92 (toen geen kokkelvisserij was toegestaan) was sprake van grote voedselschaarste. Maar liefst 90-93% van de voedselbehoefte van Scholeksters en Eidereenden moest in de maanden december-maart in de vorm van alternatieve prooien worden gedekt.

6.3 Uitwijken of sterven?

Figuur 24 laat voor de Oosterschelde een opvallend hoge predatiedruk zien terwijl ook een directe vergelijking van de beschikbare biomassa en de predatiedruk (Hoofdstuk 6) aangeeft dat er in ieder geval in 1991/92 onvoldoende voedsel voor de vogels aanwezig was. Vanwege het min of meer ontbreken van alternatieve prooien in de vorm van Nonnetjes of Mossels is de Scholeksterpopulatie in de Oosterschelde vrijwel geheel afhankelijk van Kokkels. Ook uit waarnemingen van Lambeck (1991) wordt duidelijk dat de draagkracht van de Oosterschelde in verschillende jaren wordt bereikt. De lage gewichten en relatief hoge sterfte van Scholeksters maken duidelijk dat deze waarschijnlijk regelmatig wordt overschreden. Ook het aantalsverloop in recente jaren is anders in vergelijking met vroeger (Lambeck 1991). In recente jaren worden lagere aantallen vastgesteld in maanden waarin Kokkels relatief mager zijn terwijl er vanwege de lagere temperaturen wel een groter beroep wordt gedaan op de voedselopname. Ook dit verschijnsel wijst op een structurele verslechtering van het voedselaanbod.

In het geval van de Eidereend heeft de opgetreden voedselschaarste geleid tot een aanvankelijk aanzienlijke sterfte waarna uitwijken naar alternatieve voedselgebieden plaats vond. Na de vorstperiode in februari 1991 spoelden naar schatting 15.000 dode Eidereenden en Toppereenden aan op de eilanden. Iets dergelijks was nog nooit eerder voorgekomen (van der Kuip

1991). Tellingen in januari 1991 laten zien dat het aantal Eidereenden 35% lager was dan het gemiddelde uit de jaren 1970-1990 en bijna 40% lager dan in 1987. Een vergelijking van de verspreiding van de Eidereenden in de winter van 1987, die een normaal beeld gaf, en die in 1991 (Fig. 9) laat zien dat er zich recentelijk zeer weinig Eiders bevinden in de centrale delen met de laaggelegen, grote wadplaten waar in voorgaande jaren de grootste Eidereenden concentraties werden aangetroffen. Tellingen in het Duitse deel van de Waddenzee geven aan dat er nu in Niedersachsen meer Eidereenden dan normaliter overwinteren. Hier heeft wel rijke zaadval van Mossels plaatsgevonden (Swennen 1991). Deze auteur stelt de intensieve mosselzaad en kokkelvisserij in de Nederlandse Waddenzee verantwoordelijk voor de relatief lage aantallen en de verschuiving richting Duitsland.

Tellingen vanaf schepen maken duidelijk dat in de periode 1991-93 grote concentraties Eidereenden aanwezig waren in het gebied juist ten noorden van de Nederlandse Waddeneilanden, in een gebied waarvan bekend is dat daar voor 1990 geen concentraties van enige omvang aanwezig waren. In februari 1992 werden groepen van 8000 exemplaren geteld bij Texel, 15.000 bij Terschelling en 27.500 bij Schiermonnikoog. In februari 1993 waren de buitengaats aanwezige aantallen nog groter: 10.000 bij Schiermonnikoog, 60.000 bij Terschelling, 25.000 voor de Hollandse kust en 8000 in het Deltagebied, samen goed voor ruim 100.000 Eidereenden (Leopold et al. 1993). Deze groepen foerageerden op banken van de Halfgeknotte Strandschelp (*Spisula subtruncata*) die in de jaren voor 1992 alleen door Zwarte Zeeëenden werden gepredeerd. Vliegtuigtellingen in januari 1993 leverden voor de Waddenzee slechts 64.000 exemplaren op (Fig. 8, Baptist mond. med.). De gegevens voor januari 1994 zijn nog niet geheel uitgewerkt. Globaal waren 80.000 Eidereenden aanwezig in de Nederlandse Waddenzee, 30.000 op de Noordzee ten noorden van de waddeneilanden, 200 voor de Hollandse kust en 4800 in de Voordelta (Baptist mond. med.). Opvallend is dat in 1994 verschillende grote concentraties Eidereenden op de Noordzee zijn verdwenen. Dit lijkt samen te hangen met het verdwijnen van *Spisula*-banken in die gebieden waar ze in 1992 en 1993 nog wel talrijk voorkwamen (Leopold, mond. med.). Opvallend is bovendien dat het aantal overwinterende Eidereenden in de Waddenzee zich niet heeft hersteld van de teruggang in 1991. Ook in de jaren 1993 en 1994 was slechts 55-70% aanwezig van het gemiddeld aanwezige aantal in de jaren '80.

Veranderingen in het verspreidingspatroon onder invloed van visserij zijn ook waargenomen in de Deense Waddenzee. De vangst van Mossels in de Deense Waddenzee nam tussen 1983 en 1986 sterk toe en bereikte in dit laatste jaar een maximum met 37000 ton. Het aantal Eidereenden in het centrale deel van de Deense Waddenzee, een gebied waar de visserij relatief sterk was geweest, daalde van 75% van het totale bestand in de periode 1980-83 naar 57% in 1984-86. Plaatselijk (o.a. bij Rømø) waren de Eidereenden vrijwel geheel verdwenen. De totale aantallen in het centrale deel namen af van 15.000-63.000 in de jaren 1969-1983 naar 7500-36.000 in de jaren 1985-87 (Laursen & Frikke 1987). Recent is meer

informatie beschikbaar gekomen over een aantal neveneffecten van deze visserij. De aantallen blijken in vrijwel alle maanden van het jaar afgenomen te zijn. De verspreiding heeft zich verlegd naar de buitenste randen van de Deense Waddenzee (Fig. 25). De menukeuze is hierdoor ook anders geworden, tegenwoordig worden minder Mossels en meer Kokkelsgegeten (Laursen et al. 1994a). Ook het aantal Scholeksters dat van de Deense Waddenzee gebruik maakte lijkt te zijn beïnvloed door de mosselvisserij. Het aantal vogeldagen (aantal dagen * aantal vogels dat dan aanwezig is) dat op jaarbasis van het gebied gebruik maakte daalde van 7,1 miljoen in de periode 1980/81-1983/84 naar 5,1 miljoen in de periode 1984/85-1987/88. Dit effect kan niet worden toegeschreven aan het optreden van strenge winters in deze periode. De teruggang werd namelijk ook geconstateerd in de maanden september-november. De afname van het aantal Scholeksters was het sterkst in het gebied tussen Rømø en Fanø (Laursen et al. 1984b).

De meest verrassende constatering in deze hele beschouwing over voedseltekorten is wel het feit dat er zo'n grote discrepantie aanwezig is tussen de beschikbare hoeveelheid voedsel in de Waddenzee in de winter 1991/92 en de voedselbehoefte van met name de Scholeksters. Een verklaring is dat relatief grote aantallen Scholeksters buiten het Waddengebied foerageerden. Hier zijn inderdaad aanwijzingen voor. Uit Fig. 13 blijkt dat in januari 1991-93 in de Nederlandse Waddenzee ongeveer 50.000 Scholeksters minder aanwezig waren dan in de drie daaraan voorafgaande jaren. De afname in de laatste 3 jaren, vergeleken met die in de 3 daaraan voorafgaande jaren is niet significant voor de hele Nederlandse Waddenzee (Wilcoxon matched pairs signed-rank test) maar wel voor de friese kust (Hulscher et al. 1993), het deelgebied waar de grootste afname werd vastgesteld. Tegelijk met de afname in de Waddenzee werd een toename geconstateerd van de aantallen Scholeksters in het binnenland. Tijdens tellingen van binnendijs in de provincie Noord-Holland foeragerende Scholeksters werden in 1977 500 exemplaren geteld en in 1989 78. In 1990 en 1992 waren deze aantallen aanzienlijk hoger: respectievelijk 6019 en 9094 (Tanger 1993).

Voedseltekort in de Waddenzee en stormen in november 1992 (waardoor voedselgebied in de Waddenzee langdurig permanent onder water stond) hebben waarschijnlijk aan deze hoge aantallen bijgedragen. Hulscher (1993) constateerde dat in Friesland en Groningen tussen november en eind januari 1993 groepen (tot maximaal enkele duizenden exemplaren) binnendijs foeragerende Scholeksteswaargenomen, plaatselijk op grote afstand van de kust. Dit verschijnsel was nog niet eerder vastgesteld. Hulscher veronderstelt dat de oorzaak van deze hoge aantallen is een combinatie is van voedselschaarste in de Waddenzee, hoge temperaturen en veel regen (waardoor regenwormen binnendijs een voor Scholeksters een relatief makkelijk te bemachtigen prooi vormen) en een al in november bezetten van broedterritoria. Het gebruik van graslanden als alternatieve voedselgebieden is zeker mogelijk in natte, zachte winters. Graslanden bieden echter geen voedselmogelijkheden meer wanneer ze met sneeuw zijn bedekt of wanneer de bodem is bevroren.

Verwacht mag worden dat wanneer de draagkracht van getijdegebieden is overschreden en er compensatiemogelijkheden worden gezocht in graslandgebieden er onder zulke omstandigheden grote aantallen slachtoffers zullen vallen. Mogelijk heeft zich een dergelijke situatie al voorgedaan in de winter van 1992/93. Koopman (1994) vond (op basis van ring-terugmeldingen) een verhoogde sterfte onder Scholeksters die normaliter langs de Friese kust overwinteren.

7 CONCLUSIE EN BELEIDSAANBEVELINGEN

Het is jammer dat de opgetreden achteruitgang in vogelaantallen maar matig kan worden gedocumenteerd. Dit is te wijten de foutenmarges bij watervogeltellingen (Rappoldt et al. 1985), aan het onregelmatig karakter van vliegtuigtellingen boven de Waddenzee en het beperkte aantal tellingen vanaf de grond in de jaren 1992-93. In het eerste geval hebben de weersomstandigheden in januari regelmatig een blokkerende rol gespeeld bij het laten doorgaan van een telling. Het beperkte aantal tellingen vanaf de grond is veroorzaakt omdat juist in deze periode de coördinatie is overgedragen en er tegelijkertijd een evaluatie van de resultaten uit de periode 1989-91 werd gemaakt. Het is te verwachten dat, nu de coördinatie van de tellingen vanaf de grond is overgenomen door SOVON, weer 3 tellingen per jaar zullen worden georganiseerd waarbij snelle terugkoppeling van telresultaten mogelijk zal zijn.

Duidelijk is dat in een aantal jaren te weinig voedsel voor vogels beschikbaar is geweest. Het meest duidelijke effect is wel dat de lage kokkeldichtheden en het verdwijnen van mosselbanken in het permanent onder water staande deel van de Waddenzee hebben geleid tot een vrij massaal vertrek en verhoogde sterfte van Eidereenden uit dit gebied. In de Waddenzee is voedselschaarste opgetreden in de winter van 1990/91 en 1991/92. In de Oosterschelde was dit in alle 4 winterseizoenen tussen 1990/91 en 1993/94 het geval. De vraag in hoeverre een 60% dan wel een 70% voedselreservering voor vogels nodig is speelt alleen een rol in jaren met ernstige voedselschaarste. Helaas kan op basis van de beschikbare informatie niet worden aangegeven wat de ondergrens is van de standing stock van de bodemfauna die nog in de voedselbehoeftes van vogels kan voorzien. Er zijn echter enkele internationale verdragen op basis waarvan voor een 70% norm gekozen zou moeten worden. Tijdens de Wetland Conferentie in Kushiro (Japan) in 1993, in het kader van het Ramsar verdrag, werd met algemene stemmen een uitwerking van het wise-use principe aangenomen. Hiervan is het "precautionary principle" (dat er in geval van twijfel over mogelijke schade aan de natuur de bescherming hiervan voorop dient te staan) een wezenlijk onderdeel. Dit principe is bovendien onderdeel van het Verdrag van Maastricht (Artikel 130R).

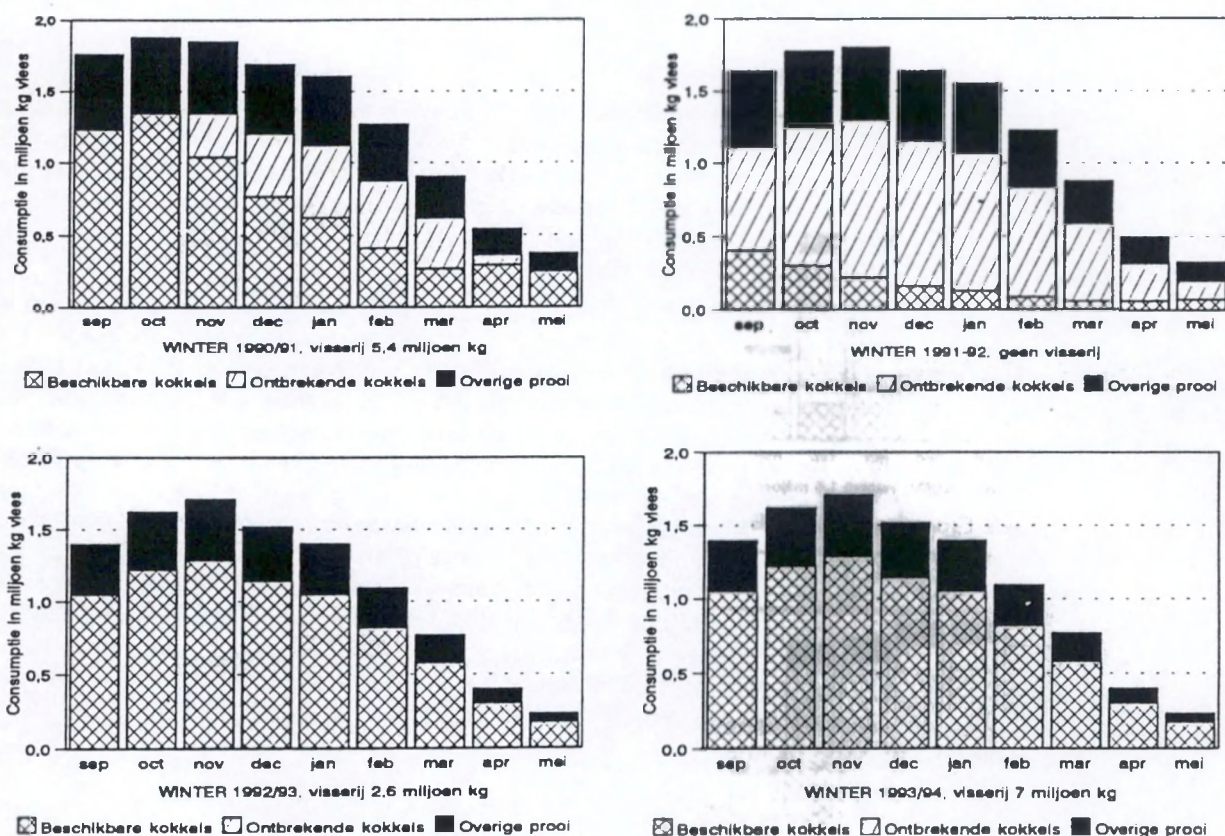
Wanneer onder invloed van natuurlijke omstandigheden schaarste aan Kokkels optreedt zullen Scholeksters en Eidereenden trachten dit gebrek te compenseren door intensiever op mosselbanken te gaan foerageren. In het verleden leverde deze overgang weinig problemen op. Mosselpopulaties fluctueren minder dan Kokkels waardoor er in vrijwel alle gevallen alternatief voedsel in de vorm van Mossels aanwezig was. Daarnaast werd overgeschakeld op Nonnetjes en andere schelpdiersoorten. Nu droogvallende mosselbanken vrijwel geheel uit de Waddenzee zijn verdwenen is de

alternatieve prooidierkeuze veel beperkter. Vrijwaring van 60% of 70% van de voedselbehoefte voor vogels is echter geen garantie dat er ook werkelijk voldoende voedsel voor de vogels aanwezig is. Figuur 23 en 24 laten zien dat de periode november-maart de tijd van het jaar is waarin de grootste voedseltekorten optreden. Het is denkbaar dat op basis van kokkelbemonsteringen in mei besloten wordt om intensieve visserij toe te laten. Wanneer in de daaropvolgende winter een groot deel van de nog resterende Kokkels dood vriest kunnen zich echter alsnog aanzienlijke voedseltekorten voordoen. Sterfte van Kokkels door vorst komt ook voor in een Waddenzee zonder enige menselijke invloed. Als echter rijke banken al door kokkelvissers zijn weggevist en er vindt daarna aanzienlijke sterfte door koude plaats kunnen de kokkeldichtheden tot een dermate laag niveau zijn teruggebracht dat hierop niet meer door vogels profijtelijk gefourageerd kan worden.

Voor de nabije toekomst, waarin een evaluatie van de bruikbaarheid van de 60-70% regeling moet worden gemaakt is het belangrijk om uitgebreid veldonderzoek naar de voedselopname van grote schelpdier-etende vogels uit te voeren. Hierbij zou naast een inventarisatie van de schelpdierbestanden ook de predatiedruk door vogels gedetailleerd in kaart moeten worden gebracht.

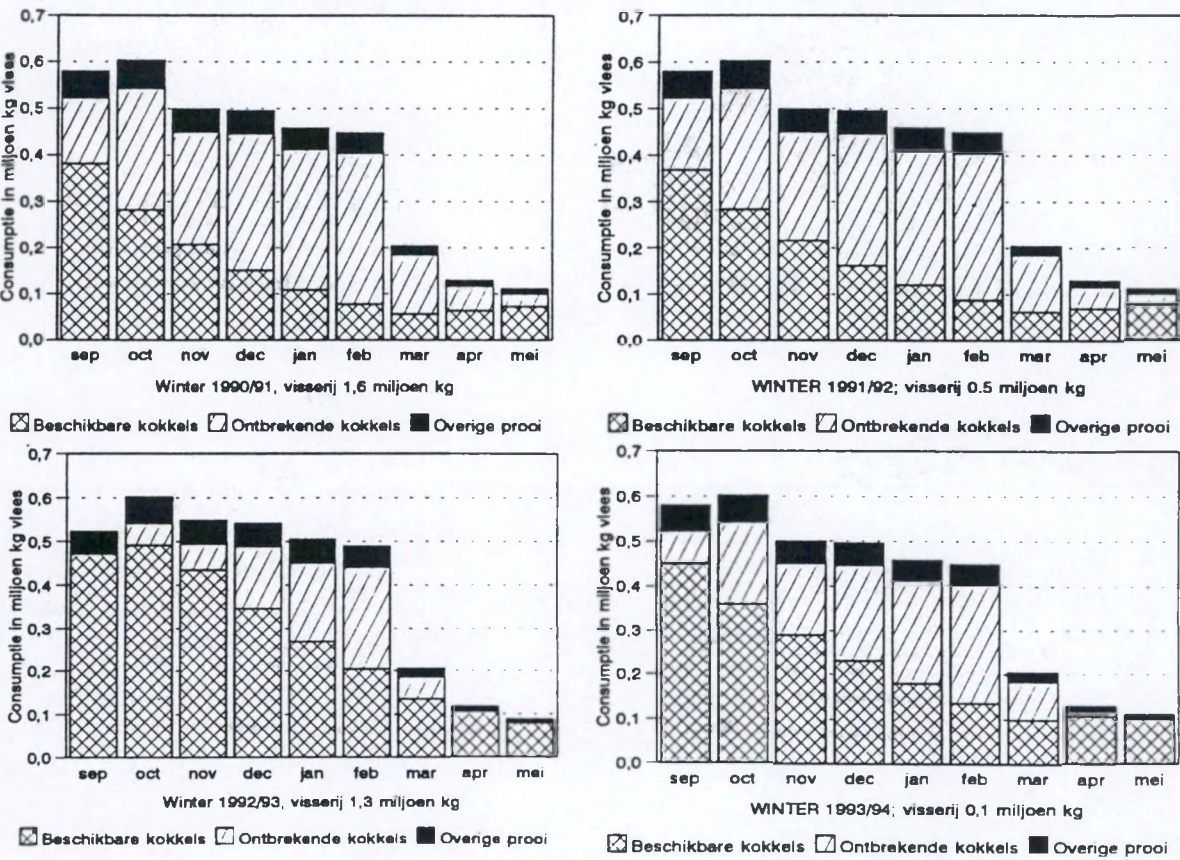
Hiervoor zijn laagwaterinventarisaties nodig van vogeldichtheden die er op voorkomen. Tevens dient de uitputting van deze voedselbestanden te worden gedocumenteerd. Aanvullende veldwaarnemingen dienen zich te richten op een nadere bestudering van de functionele respons (de door vogels gerealiseerde voedselopname in relatie tot de aanwezige voedselhoeveelheid) als de numerieke respons (het aantal in een bepaald gebied foeragerende vogels in relatie tot de aanwezige voedselhoeveelheid). Deze gegevens dienen te worden gecombineerd met kooiproeven waarmee met name de functionele respons in detail kan worden onderzocht. Ook een analyse van ringgegevens is wenselijk. Hiermee kan de waargenomen hogere sterfte (Eidereenden, wellicht ook Scholeksters) worden gedocumenteerd en nader worden geanalyseerd. Tevens kan worden bepaald welke vogels (leeftijdsklasse, herkomst) het slachtoffer werden en waar de grootste problemen waren te constateren.

Waddenzee, 75% voedsel uit Kokkels

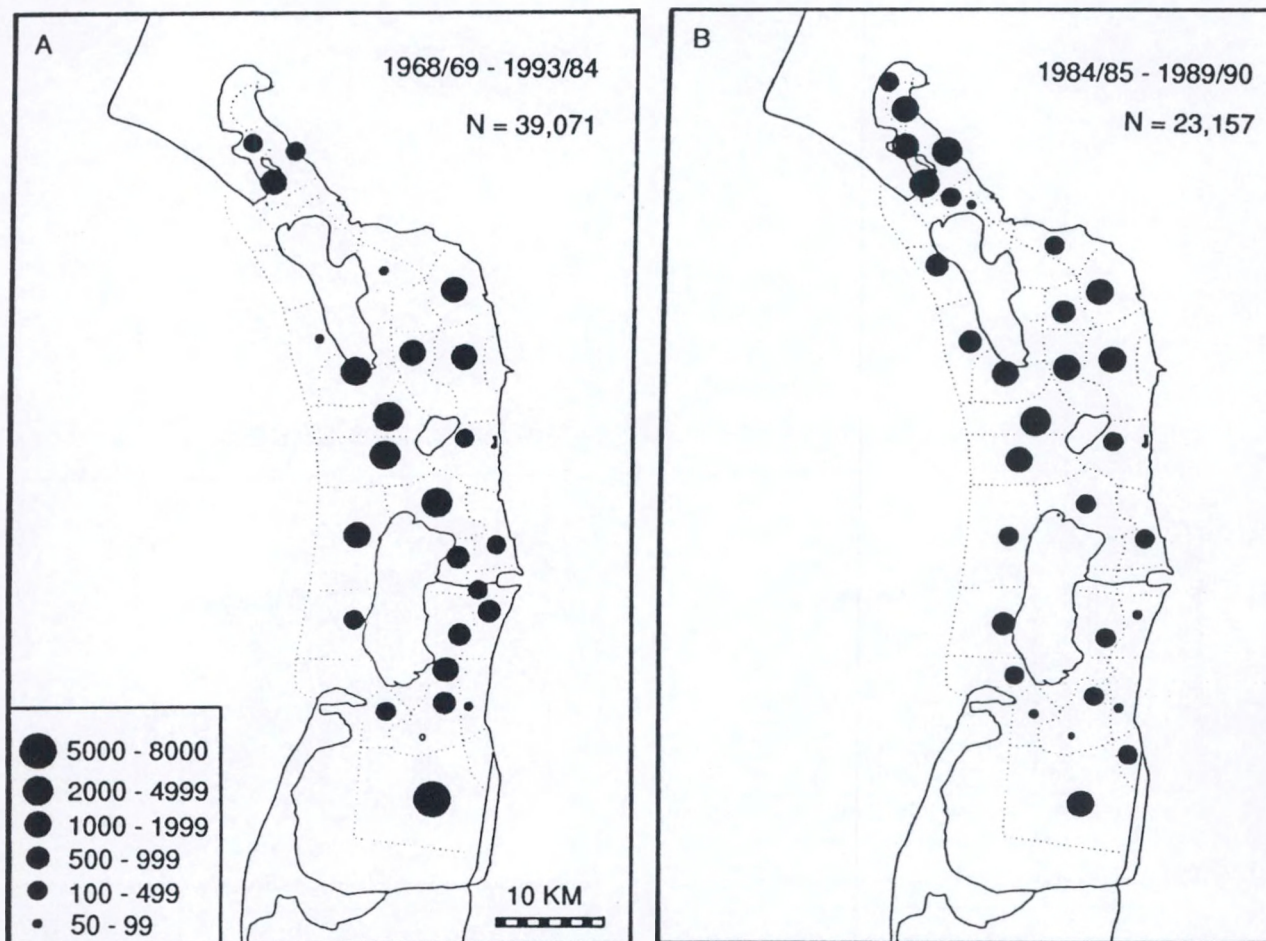


Figuur. 23. De berekende voedselbehoefte van Scholeksters en Eidereenden in de Waddenzee op basis van de in Hoofdstuk 6.2 beschreven model-berekeningen in de maanden september t.m. mei. De gegevens hebben betrekking op 75% dekking van de voedselbehoefte door Kokkels.

Oosterschelde, 90% voedsel uit Kokkels



Figuur. 24. De berekende voedselbehoefte van Scholeksters en Eidereenden in de Oosterschelde op basis van de in Hoofdstuk 6.2 beschreven model-berekeningen in de maanden september t.m. mei. De gegevens hebben betrekking op 90% dekking van de voedselbehoefte door Kokkels.



Figuur. 25. De verspreiding van de Eidereend in de Deense Waddenzee voor en tijdens een periode van intensieve mosselvisserij. Bron: Laursen et al. 1994a.

8 DANKWOORD

Jaap de Vlas (NBLF) was zo vriendelijk om de door hem ontwikkelde modellen over de relatie kokkelbeschikbaarheid en vogelconsumptie ter beschikking te stellen. Zonder deze programmatuur zou het produceren van hoofdstuk 6.2 niet mogelijk zijn geweest. Bruno Ens (IBN) verstreekte ongepubliceerd materiaal over de consumptie van Scholeksters, Peter Meininger (RIKZ) leverde ongepubliceerd materiaal over de effecten van areaalverkleining in de Delta, Jon Coossen (RIKZ) deed hetzelfde op het gebied van de kokkelstand in de Delta. Marc van Roomen (SOVON) was behulpzaam bij het verzamelen van nog ongepubliceerde telgegevens uit het Waddengebied uit de periode 1991-93. Gerard Boere (NBLF) deed enkele nuttige suggesties m.b.t. Hoofdstuk 7. I am much obliged to Karsten Laursen and Jacob Salvig (NERI, Kalø) for providing yet unpublished information on the effects of mussel-fisheries on Eiders and Oystercatchers in the Danish part of the Wadden Sea. Norbert Dankers, Bart Ebbinge, Bruno Ens en Wim Wolff voorzagen een eerdere versie van dit rapport van kritische opmerkingen. Ook werd dankbaar gebruik gemaakt van commentaar uit een stuurgroep die deze rapportage begeleidde. Hierin hadden zitting: Ton Akkerman, Jan Beukema, Jon Coosen, Luuk van Duijn, Bart Ebbinge, Marnix van Stralen en Jaap de Vlas.

9 LITERATUUR

- Anon., 1987. Effecten van kokkelvisserij in de Waddenzee. RIN rapport 87/18, Texel: 23 p.
- Anon., 1991. Veilig getij. Nota GWWS 91.088/AX91.091, Middelburg: 132 p.
- Berrevoets, C., 1991. Kartering van vogels tijdens laagwater op de intergetijdegebieden in Oosterschelde, Westerschelde en Voordelta in januari en februari 1990. DIHO rapport, Yerseke: 35 p.
- Beukema, J.J., 1976. Biomass and species richness of the macrobenthic animals living on the tidal flats of the Dutch Wadden Sea. *Neth. J. Sea Res.* 10: 236-261.
- Beukema, J.J., 1981. Quantitative data on the benthos of the Wadden Sea proper. In: N. Dankers, H. Köhl & W.J. Wolff (red.), *Invertebrates of the Wadden Sea*: 134-142. Balkema, Rotterdam.
- Beukema, J.J., 1990. Expected effects of changes in winter temperatures on benthic animals living in soft sediments in coastal North Sea areas. In: J.J. Beukema, W.J. Wolff & J.J.W.M. Brouns (red.), *Expected effects of climatic change on marine coastal ecosystems*: 83-92. Kluwer, Dordrecht.
- Beukema, J.J., 1992. Long-term and recent changes in the benthic macrofauna living on tidal flats in the western part of the Wadden Sea. In: N. Dankers, C.J. Smit & M. Scholl (red.), *Proc. of the 7th Intern. Wadden Sea Symp., Ameland 1990*. *Neth. Inst. Sea Res. Public. Ser.* 20: 135-141.
- Beukema, J.J., 1993. Increased mortality in alternative bivalve prey during a period when the tidal flats of the Dutch Wadden Sea were devoid of mussels. *Neth. J. Sea Res.* 31: 395-406.
- Boddeke, D., 1993. Vogels, vissers en fosfaat. *Vogeljaar* 41: 117-119.
- Boyd, H., 1992. British Knot numbers and arctic summer conditions: an exploratory analysis. In: T. Piersma & N.C. Davidson (red.), *Recent advances in understanding Knot migrations*. *Wader Study Group Bull.* 64, Suppl. 144-152.
- Brenninkmeijer, A., R.H.D. Lambeck & R.C.W. Strucker, 1993. De invloed van de afsluiting van het Krammer-Volkerak op de verplaatsingen en mortaliteit van de Scholekster, *Haematopus ostralegus*. NIOO-rapport 1993-05, Yerseke: 39 p.
- Camphuysen, C.J., 1989. Beached bird surveys in the Netherlands 1915/1988. *Technisch Rapport Vogelbescherming 1*, Zeist/ Werkgroep Noordzee, Amsterdam: 322 p.
- Cantin, M., J. Bédart & H. Milne, 1974. The food and feeding of Common Eiders in the St. Lawrence estuary in summer. *Can. J. Zool.* 52: 319-334.
- Clark, N., 1993. Wash Oystercatchers starving. *Wader Study Group Bull.* 70: 51-52.

- Common Wadden Sea Secretariat (red.), 1991. Mussel fishery in the Wadden Sea. CWSS Working Document 1991-2, Wilhelmshaven: 56 p.
- Coosen, J. 1991. Nota RWS-GWSS 91.13067, Middelburg.
- Coosen, J., F. Twisk, M.W.M. van der Tol, R.H.D. Lambeck, M.R. van Stralen & P.M. Meire, 1994. Variability in stock assessment of cockles (*Cerastoderma edule* L.) in the Oosterschelde (in 1990-1990), in relation to environmental factors. *Hydrobiologia* (in druk).
- Cranswick, P.A., J.S. Kirby & R.J. Waters, 1992. Wildfowl and wader counts 1991-92. Wildfowl and Wetlands Trust, Slimbridge/ British Trust for Ornithology, Thetford: 109 p.
- Dankers, N., 1978. De ecologische effecten van havenaanleg op het Balgzand. RIN rapport, Texel: 98 p.
- Dankers, N., 1993. Integrated estuarine management - Obtaining a sustainable yield of bivalve resources while maintaining environmental quality. In: R. Dame (red.), *Bivalve filter feeders in estuarine and coastal ecosystem processes*: 479-511. NATO ASI Series, Ecological Sciences, Vol. G33. Springer, Berlin.
- Dankers, N., K. Koelemaij, & J. Zegers, 1989. De rol van de mossel en de mosselcultuur in het ecosysteem van de Waddenzee. RIN rapport 89/9, Texel: 66 p.
- Dankers, N. & J. de Vlas, 1992. Multifunctioneel beheer in de Waddenzee: integratie van natuurbeheer en schelpdiervisserij. RIN rapport 92/15, Texel: 18 p.
- Davidson, P.E., 1967. A study of the Oystercatcher (*Haematopus ostralegus* L.) in relation to the fishery for cockles (*Cardium edule* L.) in the Burry Inlet, South Wales. *Fishery Invest. Ser. II, Vol. 25, Nr. 7*: 28 p.
- Davidson, N.C., D. d'A Laffoley, J.P. Doody, L.S. Way, J. Gordon, R. Key, M.W. Pienkowski, R. Mitchell & K.L. Duff, 1991. Nature conservation and estuaries in Great Britain. Nature Conservancy Council, Peterborough: 422 p.
- Dekker, R., 1987. The importance of the subtidal macrobenthos as a food source for the Wadden Sea ecosystem. In: S. Tougaard & S. Asbirk (red.), *Proc. of the 5th International Wadden Sea Symposium, Esbjerg 1986*: 27-36. National Forest and Nature Agency, Copenhagen/ Museum for Fisheries and Shipping, Esbjerg.
- Dekker, R., 1989. The macrobenthos of the subtidal Western Dutch Wadden Sea: 1. Biomass and species richness. *Neth. J. Sea Res.* 23: 57-68.
- Drinnan, R.E., 1957. The winter feeding of the oystercatcher on the edible cockle. *J. Anim. Ecol.* 26: 441-469.
- Ens, B.J. & J.D. Goss-Custard, 1984. Interference among Oystercatchers, *Haematopus ostralegus*, feeding on mussels, *Mytilus edulis*, on the Exe estuary. *J. Anim. Ecol.* 53: 217-231.
- Ens, B.J., M. Kersten, A. Brenninkmeijer & J.B. Hulscher, 1992. Territory quality, parental effort and reproductive success of Oystercatchers (*Haematopus ostralegus*). *J. Anim. Ecol.* 61: 703-715.

- Ens, B.J., G.J.M. Wintermans & C.J. Smit, 1993. Verspreiding van overwinterende wadvogels in de Nederlandse Waddenzee. *Limosa* 66: 137-144.
- Evans, P.R., 1978. Reclamation of intertidal land: some effects on Shelduck and wader populations in the Tees estuary. *Verh. orn. Ges. Bayern* 23: 147-168.
- Evans, P.R. & P.J. Dugan, 1984. Coastal birds: numbers in relation to food resources. In: P.R. Evans, J.D. Goss-Custard & W.G. Hale (red.), *Coastal waders and wildfowl in winter*: 8-28. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Evans, P.R., N.C. Davidson, T. Piersma & M.W. Pienkowski, 1991. Implications of habitat loss at migration staging posts for shorebird populations. *Acta XX Congr. Intern. Ornithol., New Zealand 1991*: 2228-2235.
- Goede, A.A., 1993. Variation in the energy intake of captive Oystercatchers. *Ardea* 81: 89-98.
- Goss-Custard, J.D., 1977a. Predator responses and prey mortality in Redshank, *Tringa totanus* (L.), and a preferred prey, *Corophium volutator* (Pallas). *J. Anim. Ecol.* 46: 21-35.
- Goss-Custard, J.D., 1977b. The ecology of the Wash. III. Density-related behaviour and the possible effects of a loss of feeding grounds on wading birds (Charadrii). *J. Appl. Ecol.* 14: 721-739.
- Goss-Custard, J.D., 1979. Effect of habitat loss on the numbers of overwintering shorebirds. *Studies in Avian Biol.* 2: 167-177.
- Goss-Custard, J.D., 1985. Foraging behaviour of wading birds and the carrying capacity of estuaries. In: R.M. Sibley & R.H. Smith (red.) *Behavioural Ecology*: 169-188. Blackwell, Oxford.
- Goss-Custard, J.D., G.G. Kay & R.M. Blindell, 1977. The density of migratory and overwintering Redshank, *Tringa totanus* (L.) and Curlew, *Numenius arquata* (L.), in relation to the density of their prey in south-east England. *Est. Coastal Mar. Sc.* 5: 497-510.
- Goss-Custard, J.D., S.E.A. Le V. dit Durell, S. Mc Grorty & C.J. Reading, 1982. Use of Mussels *Mytilus edulis* beds by Oystercatchers *Haematopus ostralegus* according to age and population size. *J. Anim. Ecol.* 51: 543-554.
- Goss-Custard, J.D. & S.E.A. le V. dit Durell, 1990. Bird behaviour and environmental planning: approaches in the study of wader populations. *Ibis* 132: 273-289.
- Grimmet, & T. Jones, 1989. Important bird areas in Europe. ICBP, Cambridge/IWRB, Slimbridge: 888 p.
- Hancock, D.A. & A.E. Urquart, 1964. Mortalities of edible cockles during the severe winter of 1962-63. *J. Anim. Ecol.* 33: 176-178.
- Hooijmeijer, J.C.E.W., 1991. Onderzoek naar de invloed van verstoring op het gedrag en het voorkomen van Scholeksters (*Haematopus ostralegus*) in de Mokbaai op Texel. Internal RIN rapport 91/27, Texel: 103 p.

- Horwood, J.W. & J.D. Goss-Custard, 1977. Predation by the Oystercatcher, *Haematopus ostralegus* (L.), in relation to the Cockle, *Cerastoderma edule* (L.) fishery in the Burry Inlet, South Wales. *J. Appl. Ecol.* 14: 139-158.
- Huggett, D., 1992. Foreshore fishing for shellfish and bait. RSPB-report, Sandy: 54 p.
- Hulscher, J.B., 1976. Localisation of Cockles (*Cardium edule* L.) by the Oystercatcher (*Haematopus ostralegus* L.) in darkness and daylight. *Ardea* 64: 292-310.
- Hulscher, J.B., 1981. Oystercatcher (*Haematopus ostralegus* L.). In: C.J. Smit & W.J. Wolff (red.) *Birds of the Wadden Sea*: 92-104. Balkema, Rotterdam.
- Hulscher, J.B., 1982. The Oystercatcher *Haematopus ostralegus* as a predator of the bivalve *Macoma balthica* in the Dutch Wadden Sea. *Ardea* 70: 89-152.
- Hulscher, J.B., J. de Jong & J. van Klinken, 1993. Uitzonderlijk grote aantallen Scholeksters in het binnenland gedurende de winter van 1992/93. *Limosa* 66: 117-123.
- Kersten, M. & T. Piersma, 1987. High levels of energy expenditure in shorebirds; metabolic adaptations to an energetically expensive way of life. *Ardea* 75: 175-187.
- Kesteloo-Hendrikse, J.J. & M.R. van Stralen, 1992. Het kokkelbestand in de Oosterschelde, de Westerschelde en de Waddenzee in 1992. RIVO rapport AQ 92-06, IJmuiden: 44 p.
- Koopman, K., 1994. Scholeksters bij Holwerd in de problemen? *Twirre* 5: 1-5.
- Kuip, C. van der, 1991. Wanbeleid in de Waddenzee kost duizenden vogels het leven. *Vogels* 66: 230-235.
- Lambeck, R.H.D., 1991. Changes in abundance, distribution and mortality of wintering Oystercatchers after habitat loss in the Delta area, SW Netherlands. *Acta XX Congr. Intern. Ornithol., New Zealand 1991*: 2208-2218.
- Lambeck, R.H.D., A.J.J. Sandee & L. de Wolf, 1989. Long-term patterns in the wader usage of an intertidal flat in the Oosterschelde (SW Netherlands) and the impact of the closure of an adjacent estuary. *J. Appl. Ecol.* 26: 419-431.
- Latesteijn, H.C. van & R.H.D. Lambeck, 1986. The analysis of monitoring data with the aid of time-series analysis. *Environm. Monit. Assessment* 7: 287-297.
- Laursen, K., K.S. Asberg & J. Frikke, 1994a. Eiders *Somateria mollissima* and mussel fishing in the Danish Wadden Sea - impact on numbers, distribution, diet and weight. *Comm. ### Natl. Environm. Res. Inst., Div. Wildlife Ecology*, Kal- (in druk).
- Laursen, K., J.C. Salvig & J. Frikke, 1994b. Menneskelige aktiviteter i Vadehavet i relation til fuglelivet. *Report Danmarks Milj-undersgelser*, in druk.
-

- McLusky, D.S., D.M. Bryant & M. Elliot, 1992. The impact of land-claim on macrobenthos, fish and shorebirds on the Forth estuary, eastern Scotland. *Aquatic Conservation* 2: 211-222.
- Meininger, P.L. & A.M.M. van Haperen, 1988. Vogeltellingen in het zuidelijk Deltagebied in 1984/85 - 1986/87. Rapport GWAO-88.1010, Middelburg: 134 p.
- Meininger, P.L., A.-M. Blomert & E.C.L. Martijn, 1991. Watervogelsterfte in het Deltagebied, ZW-Nederland, gedurende de drie koude winters van 1985, 1986 en 1987. *Limosa* 64: 89-102.
- Meininger, P.L. & H. Snoek, 1992. Non-breeding Shelduck *Tadorna tadorna* in the southwest Netherlands: effects of habitat changes on distribution, numbers, moulting sites and food. *Wildfowl* 43: 139-151.
- Meininger, P.L., C.M. Berrevoets & R.C.W. Strucker, 1993. Watervogels in de zoute delta 1987-91. Rapport DGW-93.019, Middelburg: 44 p.
- Meire, P.M., 1991. Effects of a substantial reduction in intertidal area on numbers and densities of waders. *Acta XX Congr. Intern. Ornithol.*, New Zealand 1991: 2219-2227.
- Meire, P.M., 1993. Distribution of Oystercatchers (*Haematopus ostralegus*) over a tidal flat in relation to their main prey species, Cockles (*Cerastoderma edule*) and Mussels (*Mytilus edulis*): did it change after a substantial habitat loss?. Pp. 203-223 in thesis P.M. Meire (University of Gent).
- Meire, P. & E. Kuyken, 1984. Relations between the distribution of waders and the intertidal benthic fauna of the Oosterschelde, Netherlands. In: P.R. Evans, J.D. Goss-Custard & W.G. Hale (red.), *Coastal waders and wildfowl in winter*: 57-68. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Meire, P.M., H. Schekkerman & P.L. Meininger, 1994. Consumption of benthic invertebrates by waterbirds in the Oosterschelde estuary, SW Netherlands. *Hydrobiologica* (in druk).
- Milne, H., 1974. Birds in the estuarine food chain. *Proc. Challenger Soc.* 4: 31.
- Moser, M.E., 1988. Limits to the numbers of Grey Plovers *Pluvialis squatarola* wintering on British estuaries: an analysis of long-term population trends. *J. Appl. Ecol.* 25: 473-485.
- O'Connor, R.J. & R.A. Brown, 1977. Prey depletion and foraging strategy in the Oystercatcher *Haematopus ostralegus*. *Oecologia* 27: 75-92.
- Pirot, J.-Y., K. Laursen, J. Madsen & J.-Y. Monval, 1989. Population estimates of swans, geese, ducks, and Eurasian Coot *Fulica atra* in the Western Palearctic and Sahelian Africa. In: H. Boyd & J.-Y. Pirot (red.), *Flyways and reserve networks for water birds*: 14-23. IWRB Special Publ. 9, Slimbridge.
- Prater, A.J., 1978. The effect of estuarine engineering schemes on birds. *Hydrobiol. Bull.* 12: 322-332.
- Prater, A.J., 1981. Estuary birds in Britain and Ireland. Poyser, Calton: 440 p.

- Rappoldt, C., M. Kersten & C. Smit, 1985. Errors in large-scale shorebird counts. *Ardea* 73: 13-24.
- Schekkerman, H., P.L. Meininger & P.M. Meire, 1992. Watervogels en de Oosterscheldewerken. *De Levende Natuur* 93: 147-151.
- Schekkerman, H., P.L. Meininger & P.M. Meire, 1994. Changes in the waterbird populations of the Oosterschelde, SW. Netherlands, as a result of large scale coastal engineering works. *Hydrobiologica* (in druk).
- Smaal, A.C. & P.H. Nienhuis, 1992. The Eastern Scheldt (the Netherlands), from an estuary to a tidal bay: a review of responses at the ecosystem level. *Neth. J. Sea Res.* 30: 161-173.
- Smit, C.J., 1981. Production of invertebrates and consumption by birds in the Dutch Wadden Sea. In: C.J. Smit & W.J. Wolff (red.) *Birds of the Wadden Sea*: 290-301. Balkema, Rotterdam.
- Smit, C.J. & T. Piersma, 1989. Numbers, midwinter distribution, and migration of wader populations using the East Atlantic flyway. In: H. Boyd & J.-Y. Pirot (red.), *Flyways and reserve networks for water birds*: 24-63. IWRB Special Publ. 9, Slimbridge.
- Stralen, M.R. van, 1990. Het kokkelbestand in de Oosterschelde en de Waddenzee in 1990. Internal rapport RIVO AQ 90-03, IJmuiden: 47 p.
- Stralen, M.R. van & J.J. Kesteloo-Hendrikse, 1992. Het kokkelbestand en de broedval van kokkels in de Oosterschelde en in de Waddenzee in 1991. RIVO rapport AQ 92-05, IJmuiden: 46 p.
- Strucker, R.C.W., 1987. Verblijftijden en verplaatsingen van Scholeksters (*Haematopus ostralegus*) in Ooster- en Westerschelde, onder invloed van het verlies aan fourageergebied ten gevolge van de Oosterscheldewerken. Studentenverslag D9-1987, Yerseke: 94 p.
- Sutherland, W.J., 1982a. Do Oystercatchers select the most profitable cockles?. *Anim. Behav.* 30: 859-861.
- Sutherland, W.J., 1982b. Spatial variation in the predation of Cockles by Oystercatchers at Treath Melynog, Anglesey. II. The pattern of mortality. *J. Anim. Ecol.* 51: 491-500.
- Sutherland, W.J., 1982c. Food supply and dispersal in the determination of wintering population levels of Oystercatchers, *Haematopus ostralegus*. *Est. Coastal Shelf Science* 14: 223-229.
- Sutherland, W.J. & J.D. Goss-Custard, 1991. Predicting the consequence of habitat loss on shorebird populations. *Acta XX Congr. Intern. Ornithol., New Zealand 1991*: 2199-2207.
- Swennen, C., 1976. Populatiestructuur en voedsel van de Eidereend *Somateria m. mollissima* in de Nederlandse Waddenzee. *Ardea* 64: 311-371.
- Swennen, C., 1984. Differences in quality of roosting flocks of Oystercatchers. In: P.R. Evans, J.D. Goss-Custard & W.G. Hale (red.), *Coastal waders and wildfowl in winter*: 177-189. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
-

- Swennen, C., 1991. Ecology and population dynamics of the Common Eider in the Dutch Wadden Sea. Thesis, Groningen: 144 p.
- Swennen, C., G. Nehls & K. Laursen, 1989a. Numbers and distribution of Eiders *Somateria mollissima* in the Wadden Sea. *Neth. J. Sea Res.* 24: 83-92.
- Swennen, C., M.F. Leopold & L.L.M. de Bruijn, 1989b. Time-stressed Oystercatchers, *Haematopus ostralegus*, can increase their intake rate. *Anim. Behav.* 38: 8-22.
- Tanger, D., 1993. Steltloper tellingen in Noord-Holland. Nieuwsbrief Nederlandse Steltloper Werkgroep 1-1: 8.
- Tjallingii, S.T., 1971. De Kluten van de Dollard bedreigd. *Waddenbull.* 6-2: 14-18.
- Townshend, D.J., 1981. The importance of field feeding to the survival of wintering male and female Curlews *Numenius arquata* on the Tees estuary. In: N.V. Jones & W.J. Wolff (red.), *Feeding and survival strategies of estuarine organisms*: 261-273. *Marine Science* 15. Plenum, New York.
- Veer, H.W. van der, 1989. Eutrophication and mussel culture in the western Dutch Wadden Sea: impact on the benthic ecosystem; a hypothesis. *Helg. Meeresunt.* 43: 517-527.
- Vlas, J. de, 1982. De effecten van de kokkelvisserij op de bodemfauna van Waddenzee en Oosterschelde. RIN rapport 82/19, Texel: 99 p.
- Vlas, J. de, 1987. Effects of cockle fisheries on the macrobenthos in the Wadden Sea. In: S. Tougaard & S. Asbirk (red.), *Proc. of the 5th International Wadden Sea Symposium, Esbjerg 1986*: 215-227. National Forest and Nature Agency, Copenhagen/ Museum for Fisheries and Shipping, Esbjerg.
- Vlas, J. de, 1992. The Wadden Sea in maximum, sustainable use. In: N. Dankers, C.J. Smit & M. Scholl (red.), *Proc. of the 7th Intern. Wadden Sea Symp., Ameland 1990*. *Neth. Inst. Sea Res. Public. Ser.* 20: 55-66.
- Wadden Sea Assessment Group, 1991. *The Wadden Sea: status and developments in an international perspective*. National Forest and Nature Agency, Copenhagen/ Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven: 200
- Zegers, P.M. & N.D. Kwint, 1992. Vogeltellingen in het Nederlandse deel van het Waddengebied 1979-90. SOVON rapport 1992/14, Beek-Ubbergen: 51 p.
- Zwarts, L., 1974. Vogels van het brakke getijgebied. Bondsuitgeverij, Amsterdam: 212 p.
- Zwarts, L., 1976. Density-related processes in feeding dispersion and feeding activity of Teal (*Anas crecca*). *Ardea* 64: 192-209.
- Zwarts, L., 1991. Mosselbanken: wadvogels op een kluitje. *Vogels* 61: 8-12.
- Zwarts, L. & R.H. Drent, 1981. Prey depletion and the regulation of predator density: Oystercatchers (*Haematopus ostralegus*) feeding on

Mussels (*Mytilus edulis*). In: N.V. Jones & W.J. Wolff (red.), Feeding and survival strategies of estuarine organisms: 193-216. Marine Science 15. Plenum, New York.

Zwarts, L. & A.M. Blomert, 1990. Selectivity of Whimbrel feeding on fiddler crabs explained by component specific digestibilities. *Ardea* 78: 139-208.

Zwarts, L. & A.M. Blomert, 1992. Why Knot *Calidris canutus* take medium-sized *Macoma balthica* when 6 prey species are available. *Mar. Ecol.- Progr. Ser.* 83: 113-128.

Zwarts, L., A.M. Blomert & J.H. Wanink, 1992. Annual and seasonal variation in the food supply harvestable by Knot *Calidris canutus* staging in the Wadden Sea in late summer. *Mar. Ecol. - Progr. Ser.* 83: 129-139.

Zwarts, L. & J.H. Wanink, 1993. How the food supply harvestable by waders in the Wadden Sea depends on the variation in energy density, body weight, biomass, burrying depth and behaviour of tidal-flat invertebrates. *Neth. J. Sea Res.* 31: 441-476.

Zwarts, L. J.T. Cayford, J.B. Hulscher, M. Kersten, P. Meire & P. Triplet, 1994. Size selection and intake rate in Oystercatcher. *Ardea* (in druk).

Het bestellen van IBN-rapporten

IBN-rapporten kunnen besteld worden door overschrijving van het verschuldigde bedrag op gironummer 94 85 40 of banknummer 53.91.05.988 van het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) te Wageningen. Vermeld op de overschrijving het nummer van het gewenste IBN-rapport (en naam en afleveradres als die afwijken van de naam en adres op de overschrijving).

Gebruik geen verzamelgiro omdat het adres van de besteller niet op onze bijschrijving komt zodat het bestelde niet kan worden toegezonden.

- 001 M.S.S. Lavaleije & N. Dankers 1993. Voorstudie naar de effecten van de garnalenvisserij op de bodemfauna, met advies over te sluiten gebieden en uit te voeren onderzoek. 36 p. f 10,-
- 002 A.F.M. van Hees 1993. 'Tussen de Goren' bosreservaat Chaam; bossamenstelling en structuur in de steekproefcirkels. 93 p. f 25,-
- 003 G.J.D.M. Müskens & S. Broekhuizen 1993. Migratie bij Nederlandse das-sen *Meles meles* (L., 1758). 33 p. f 10,-
- 004 P.F.M. Verdonchot, J.A. Schot & M.R. Scheffers 1993. Potentiële ecologische ontwikkelingen in het aquatisch deel van het Dinkelsysteem; onderdeel van het NBP-project Ecologisch onderzoek Dinkelsysteem. 128 p. f 35,-
- 005 M.A. Elbers & P.E.T. Douben 1993. Effecten van stoffen op de Nederlandse natuur; een inventarisatie. 92 p. f 25,-
- 006 J.J.W.M. Brouns, C. van der Kraan, E. Schurink, K.W. Smilde & H.J.P.A. Verkaar 1993. Saneringstechnieken in het landelijke gebied. 76 p. f 20,-
- 007 W. Schuring, A. Boekestein, K. Hulsteijn & F. Thiel 1993. De verdamping van stadsbomen; huidmondjesfrequenties en -afmetingen van enige voor het stedelijk groen interessante boomsoorten. 39 p. f 10,-
- 008 A.L.J. Wijnhoven 1993. Biologisch-ecologische studie 'De Warande' Oosterhout; de effecten van de bouw van 14 grote woonhuizen op de actuele en potentiële natuurwaarden van het zuidelijk deel van het recreatieoord 'De Warande'. 23 p. f 10,-
- 009 P.J.W. Hinssen 1993. Planning, gebruik en beheer van de stedelijke groene ruimte; een verkenning van de ontwikkelingen in de openbare groene ruimte, kwalitatief en kwantitatief, en een aanzet tot een systematiek voor de planning en evaluatie. 65 p. f 20,-
- 010 C.D. Léon 1993. Kwaliteit van en herstelparameters voor chemisch belaste ecosystemen. 185 p. f 45,-
- 011 F.J.J. Niewold 1993. Raamplan voor behoud en herstel van de leefgebieden van korhoenders (*Tetrao tetrix*) in Midden-Brabant. 158 p. f 35,-
- 012 H. Siepel et al. 1993. De internationale betekenis van Nederland voor de fauna; 1. de terrestrische fauna. 234 p. f 60,-
- 013 H.C. Greven (red.) 1993. Bermbeheer Zuid-Holland; de ontwikkeling van een beslismodel voor ontwikkeling van natuurlijke vegetaties in wegbermen. 75 p. f 20,-
- 014 F.J.J. Niewold 1993. Effectiviteit bij de muskusrattenbestrijding; muskusrattenvangsten tijdens een onderzoek naar onbedoeld gevangen dieren. 46 p. f 15,-

- 015 H.N. Siebel 1993. Bosontwikkeling in de Lauwersmeer; de te verwachten gevolgen van de veranderingen in de waterhuishouding voor de bosontwikkeling in het Ballastplaatbos, het Diepsterbos en het Zomerhuisbos. 27 p. f 10,-
- 016 L.M.J. van den Bergh, A.L. Spaans & J.E. Winkelman 1993. De mogelijke hinder van een 25 MW windpark voor vogels op twee potentiële locaties in Noord-Groningen. 95 p. f 25,-
- 017 S.W.L. Stevens 1993. 'La carte s'il vous plaît?'; kaarten van de compartimenten van het Nationaal Bosbegrazingsonderzoek. 76 p. f 20,-
- 018 L. Jans 1993. Inventarisatie van de natuurlijke verjonging van de dominante boomsoorten in het bosgebied van het nationale park 'De Hoge Veluwe' 61 p. f 20,-
- 019 N.H. Edelenbosch & P.W. Goedhart 1993. Een methode voor het bepalen van het aanwezige volume per rondhoutsortiment in een partij hout die op stam verkocht wordt; een studie voor de grove den. 46 p. f 15,-
- 020 N.C.M. Maes 1993. Genetische kwaliteit inheemse bomen en struiken; deelproject: Randvoorwaarden en knelpunten bij behoud en toepassing van inheems genenmateriaal. 86 p. f 25,-
- 021 M.A.P. Horsthuis & J.H.J. Schaminée 1993. Verspreiding en ecologische spectra van 24 plantengemeenschappen in Nederland. 170 p. f 45,-
- 022 T.A. de Boer 1993. Het gebruik van binnen- en buitenstedelijk groen in Utrecht. 101 p. f 35,-
- 023 H. Siepel et al. 1993. De internationale betekenis van Nederland voor de fauna; 2. de aquatische fauna. 112 p. f 35,-
- 024 H.J. Hekhuis 1993. Het toezicht op de naleving van het natuur- en milieubeschermingsrecht in de knel? Knelpunten in een coördinatie van het toezicht op de Veluwe. 112 p. f 35,-
- 025 A. P. Oost & K.S. Dijkema 1993. Effecten van bodemdaling door gaswinning in de Waddenzee. 149 p. f 35,-
- 026 A.J. Beintema 1993. Broedprestaties van de zwarte stern in 1992; eerste resultaten van een onderzoek naar de factoren die het voorkomen van de zwarte stern in Nederland bepalen. 44 p. f 15,-
- 027 L.M.J. van den Bergh & A.L. Spaans 1993. De mogelijke hinder van een 10 MW windpark langs de Noordermeerdijk (NOP) voor vogels. 95 p. f 25,-
- 028 L.M.J. van den Bergh & A.L. Spaans 1993. De mogelijke hinder van een 8 MW windpark langs de Zuidermeerdijk (NOP) voor vogels. 82 p. f 25,-
- 029 J.L. Guldemon 1993. Adviesnota met aanvullende expertise inzake het integraal structuurplan buitenruimte Kralingse Bos in relatie tot de gewenste ruimtelijke uitbreiding van het C.H.I.O. 26 p. f 10,-
- 030 P.F.M. Verdonschot & B. van de Wetering 1993. Naar een ecologische indeling van sloten, weteningen en 'genormaliseerde' laaglandbeken in Gelderland. 119 p. f 35,-
- 031 A.L.J. Wijnhoven 1993. Biologisch-ecologische effectenstudie "Vrachelen" Oosterhout. 81 p. f 25,-
- 032 J.A. Schot & P.F.M. Verdonschot 1993. Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijkswen 4; monitoring en signalering 1990-1992. 40 p. f 10,-
- 033 A.H.P. Stumpel & H. Siepel 1993. Naar meetnetten voor reptielen en amfibieën. 114 p. f 35,-
- 034 J.H. Spijker 1993. Evaluatie terreinbeheer Esso-Benelux. 35 p. f 10,-
- 035 G. van Wirdum 1993. Ecosysteemvisie Hoogvenen. 148 p. f 35,-

- 036 P.A.G. Schouwenberg 1993. Onderzoek naar de gevolgen van verplaatsing van het waterinlaatpunt voor de boezem van Noordwest-Overijssel naar het gemaal Stroink. 64 p. f 20,-
- 037 F.J.J. Niewold 1993. Inrichting en beheer van de Sallandse Heuvelrug en het Wierdense Veld ten behoeve van een duurzame korhoenpopulatie. 149 p. f 35,-
- 038 J.G. de Molenaar & D.A. Jonkers 1993. De invloed van stikstof in de ontlasting van honden op de vegetatie in voedselarme bos- en natuurterreinen. 30 p. f 10,-
- 039 J.B. den Ouden 1993. Het aangestroomde oppervlak van geïnnundeerde ooibossen in diverse ontwikkelingsstadia; een bijdrage ter berekening van de stromingsweerstand van ooibossen. 72 p. f 12,50
- 040 A.P.P.M. Clerkx & A.F.M. van Hees 1993. Het vochtgehalte in de strooisellaag onder verschillende vegetaties in twee grove-dennenopstanden. 34 p. f 10,-
- 041 N.C.M. Maes 1993. Genetische kwaliteit inheemse bomen en struiken deelproject: Inventarisatie inheems genenmateriaal in Oost-Twente, Rivierengebied en Zuid-Limburg. 87 p. f 25,-
- 042 W.K.R.E. van Wingerden, A.H.P. Stumpel & J.W.G. van Osch 1993. Vegetatie en fauna van de Vallei van het Veen (Vlieland) voorafgaande aan begrazing. 82 p. f 25,-
- 043 M. Claringbould & S.P. Tjallingii 1993. Groene en blauwe structuren; een ecologische aanloop voor de 'Waalsprong'. 46 p. f 25,-
- 044 J.P. Peeters 1993. Beplantingsproef Broekpolder. 78 p. f 20,-
- 045 J. Kopinga & C. Das 1993. Onderzoek naar de oorzaken van de groeistagnatie van de essenbeplanting (*Fraxinus excelsior*) langs de 'Dorpenweg' (Lith-Ravenstein). 38 p. f 10,-
- 046 G.J. Maas, C.A. van den Berg & A. Oosterbaan 1993. Vervolgonderzoek naar oorzaken van de verminderde vitaliteit van zomereik in het duingebied van Nederland. 46 p. f 15,-
- 047 H.N. Siebel 1993. Indicatiegetallen van blad- en levermossen. 45 p. f 35,-
- 048 C.A. van den Berg & A. Oosterbaan 1993. Voorlopige resultaten van een onderzoek naar de invloed van insectenbestrijding en bemesting op de vitaliteit van verzwakte zomereiken. 37 p. f 10,-
- 049 J.H. Bossinade, J. van den Bergs & K.S. Dijkema 1993. De invloed van de wind op het jaargemiddelde hoogwater langs de Friese en Groninger waddenkust. 22 p. f 10,-
- 050 C.C. Vos 1993. Versnippering en landinrichting in Zeeuws-Vlaanderen. Deel 1. Boomkijkers. 80 p. f 25,-
- 051 B.A. Nolet 1993. Terugkeer van de bever: herintroductie van de bever in de Biesbos. 111 p. f 35,-
- 052 H. van Dam, A. Mertens & L.M. Janmaat 1993. De invloed van atmosferische depositie op diatomeeën en chemische samenstelling van het water in sprengen, beken en bronnen. 128 p. f 35,-
- 053 R.P.B. Foppen 1993. Versnippering en landinrichting in Zeeuws-Vlaanderen. Deel II. Moerasvogels. 65 p. f 20,-
- 054 R.H.M. Peltzer 1993. Het recreatief gebruik van het Stroomdallandschap Drentsche A. 157 p. f 35,-

- 055 S. Broekhuizen, G.J.D.M. Müskens & K. Sandifort 1994. Invloed van sterfte door verkeer op de voortplanting bij dassen. 39 p. f 15,-
- 056 H.J. Hekhuis & S.M.G. de Vries 1994. Duurzaam rijshout voor de kwelderwerken; onderzoek naar een goedkoper onderhoud van de rijshoutdammen in de Waddenzee. 49 p. f 15,-
- 057 H.J.J. Kroon 1994. Het recreatief gebruik van bossen en natuurgebieden in Brabant en Limburg; een regionale enquête in oostelijk Noord-Brabant en noordelijk Limburg. 56 p. f 15,-
- 058 J.J.L. Sluijsmans 1994. Planning, gebruik en beheer van de stedelijke groene ruimte; pilot-studie naar de kosten van de stedelijke groene ruimte. 41 p. f 15,-
- 059 L.G. Moraal 1994. Onderzoek naar de preventie van het wildafweermiddel Wöbra tegen de populiereglasvlinder, *Paranthrene tabaniformis*. 19 p. f 10,-
- 061 J.J.L. Sluijsmans, A. Koster, S.P. Tjallingii & W. Kerkhoven 1994. Eind-evaluatie van het project De Grote Pimpernel. 35 p. f 10,-
- 062 M. Claringbould & J. van de Vlucht 1994. De kwaliteit van de ruimte in cijfers. Deel 2 Waardering van de kwaliteit van de openbare ruimte, met accent op de rol van het groen daarin, in negen Utrechtse wijken. 70 p. f 20,-
- 063 J.J.L. Sluijsmans 1994. Praktijkervaringen met het terugdringen van het gebruik van chemische middelen op verhardingen; een inventarisatie in zeven stadsdelen in de gemeente Amsterdam. 49 p. f 15,-
- 064 L.J. van Os 1994. Tussentijdse evaluatie van de opnamemethode van het SILVI-STAR monitoringsysteem. 13 p. f 10,-
- 066 T.A. de Boer 1994. Verkeerstellingen in 1988, 1989 en 1990/1991 in een aantal beheersgebieden van het Staatsbosbeheer. 125 p. f 35,-
- 068 P. Opdam (red.) 1994. Monitoring van biotische elementen na maatregelen in de landbouwenclave "De Driesprong", gemeente Ede. 38 p. f 10,-
- 069 M.J.G. Talsma & P.F.M. Verdonschot 1994. Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen 5. 73 p. f 20,-
- 070 P.F.M. Verdonschot, H.G. Mosterdijk, J.A. Schot & W. Cellarius 1994. Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen 6. 63 p. f 20,-
- 071 J.A. Schot & P.F.M. Verdonschot 1994. Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen 7; monitoring 1993. 36 p. f 10,-
- 073 H.M. Beijer, P. Moen & A.L.J. Wijnhoven (red.) 1994. Een nieuwe kijk op hei; verslag van de heideworkshop gehouden op 25 mei 1993 te Wageningen. 64 p. f 20,-
- 074 A. Oosterbaan 1994. Wortelontwikkeling van plugplanten in vergelijking met traditioneel geteelde planten van grove den enkele jaren na de aanleg. 21 p. f 10,-
- 076 N.C.M. Maes 1994. Genetische kwaliteit inheemse bomen en struiken; deelproject: Inheems genenmateriaal in de Achterhoek rond Winterswijk. 75 p. f 20,-
- 077 C.J. Smit 1994. Alternatieve voedselbronnen voor schelpdier-etende vogels in Nederlandse getijdewateren. 80 p. f 12,50

