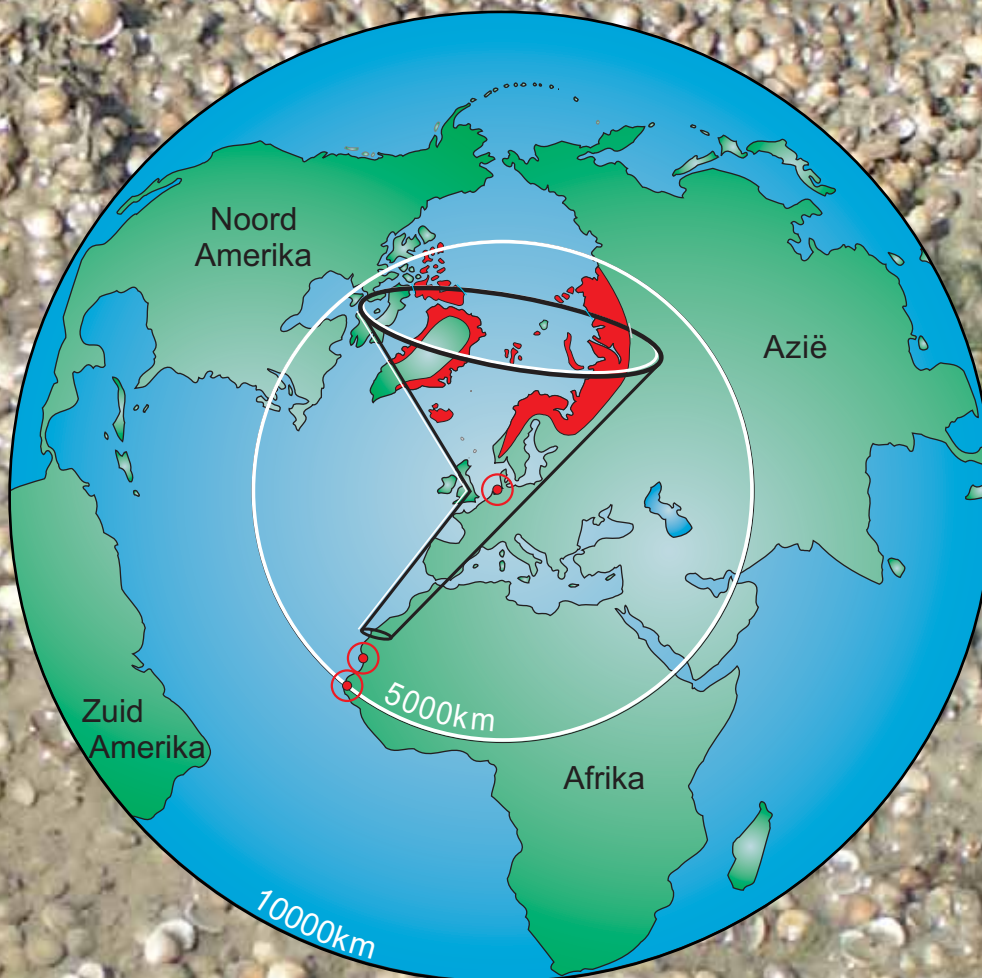


# De Waddenzee als kruispunt van vogeltrekwegen

Literatuurstudie naar de kansen en bedreigingen van wadvogels in internationaal perspectief

Jeroen Reneerkens, Theunis Piersma & Bernard Spaans



Dit rapport is mede tot stand gekomen met steun van Vogelbescherming Nederland.



© 2005

This report is not to be cited without the acknowledgement of the source:

Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ)  
Postbus 59, 1790 AB Den Burg, Texel  
Nederland

Foto omslag: Een “grindpad” van kokkels, voor schelpdieretende wadvogels is dit de basis voor een Waddenzee als kruispunt van vogeltrekwegen.  
Foto door Bernard Spaans.

Alle foto's in dit rapport door Jeroen Reneerkens, tenzij anders vermeld.

ISSN 0923 – 3210

# **DE WADDENZEE ALS KRUISPUNT VAN VOGELTREKWEGEN**

Literatuurstudie naar de kansen en bedreigingen  
van wadvogels in internationaal perspectief

J. Reneerkens, T. Piersma & B. Spaans

**KONINKLIJK NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE**

---

## INHOUDSOPGAVE

Samenvatting	5
Summary	6
1. Voorwoord	7
2. De Waddenzee als kruispunt in de Oost-Atlantische trekroute	8
3. Beschrijving ecosysteem	11
4. Bedreigingen	20
5. Verandering populatiegroottes, soortbeschrijving	38
6. Samenvatting trends, bedreigingen en kennis	85
7. Integratieve monitoring en bescherming	93
Dankwoord	108
Literatuur	109
<b>BOX 1: Hoe een Rotganzenreservaat in ongebruik raakte.</b>	42
<b>BOX 2: Vinger aan de pols: het volgen van wadvogelpopulaties met behulp van individueel herkenbare dieren</b>	65
<b>BOX 3: Het volgen van wadvogelpopulaties met behulp van individueel herkenbare dieren. De stand van zaken, Drieteenstrandloper.</b>	69
<b>BOX 4: Het volgen van wadvogelpopulaties met behulp van individueel herkenbare dieren. De stand van zaken, Rosse Grutto.</b>	72
<b>BOX 5: Overlevings-schattingen van verschillende populaties wadvogels met behulp van het merken en terugzien van gekleuringde individuen</b>	97
<b>BOX 6: Het schatten van de populatiegrootte door op een voorjaarspleisterplaats de dichtheid te bepalen van gekleuringde vogels die in het overwinteringsgebied gemerkt zijn.</b>	99
<b>BOX 7: Het broedkleed als maat voor de conditie van vogelpopulaties</b>	107

## SAMENVATTING

De Waddenzee is een belangrijk getijdengebied voor miljoenen vogels die er broeden of er de winter doorbrengen. Bovendien maakt een groot aantal vogels in het Waddengebied een noodzakelijke tussenstop om bij te tanken tijdens de lange trekvluchten van en naar de overwintergebieden in West-Afrika en de Arctische broedgebieden tussen Noord-Canada en Siberië. Al deze vogels volgen de zogenaamde Oost-Atlantische trekroute, waarbinnen de Waddenzee een onmisbare schakel is: een kruispunt van vogeltrekwegen.

De Waddenzee is zo aantrekkelijk vanwege haar rijke flora en fauna en vanwege de ruimte en rust om er voedsel te zoeken en tijdens hoogwater ongestoord te overtijen. Vooral de hoge dichtheden aan schelpdieren maken het voorkomen van gespecialiseerde schelpdieretende vogelsoorten mogelijk. Daarnaast benutten veel ganzen en eenden de kweldervegetatie als voedselbron. Vissen zijn een belangrijke voedselbron voor onder andere meeuwen, sterns, zaagbekken, Lepelaars en Aalscholvers. Stabiele structuren zoals mosselbanken en zeegrasvelden spelen een belangrijke rol in de sedimenthuishouding van de Waddenzee. Ze vormen biodiverse bodemgemeenschappen die een voorspelbare voedselbron voor veel vogelsoorten oplevert.

Door menselijke ingrepen worden de natuurlijke waarden van de Waddenzee echter bedreigd. Grootschalige exploitatie van schelpdieren tast de basis van het Waddenzee-ecosysteem aan door de negatieve gevolgen voor sedimenthuishouding en de bodemfauna. Herstel van deze ingrepen verloopt traag. Garnalenvisserij zorgt daarnaast door de uiterst fijnmazige netten waarschijnlijk voor grote bijvangst van jonge vis.

Een toenemende recreatiedruk en militaire oefeningen in het Waddengebied zorgen voor verstoring van wadvogels, vooral op hoogwater-vluchtplaatsen en ruillocaties van zeeëenden. Net als ruimtelijke ontwikkelingen, zoals de aanleg van windmolenparken en havenuitbreiding, zorgt verstoring voor een verkleining van het voor wadvogels beschikbare areaal.

Sinds 1992 nemen van 34 bestudeerde wadvogels er 15 significant in aantal af. Aangezien veel wadvogels gedurende bepaalde perioden in het jaar in andere gebieden langs de Oost-Atlantische trekroute voorkomen, kunnen ontwikkelingen elders de soorten ook beïnvloeden. Zo zou klimaatverandering alle gebieden langs de Oost-Atlantische trekroute kunnen beïnvloeden, en industriële visserij in West-Afrika een nadelig effect op wadvogels kunnen hebben. Aangezien dalende aantallen in andere West-Europese getijdengebieden niet worden waargenomen en aangezien uitgerekend twee vogelsoorten die het hele jaar door in de Waddenzee vertoeven ook hard in aantal achteruitgaan, is het aannemelijk dat de belangrijkste oorzaken in het Waddengebied zelf gezocht moeten worden. Daarbij vallen de contrasterende aantalsontwikkelingen van schelpdieretende en wormen-etende vogels op, waarbij de schelpdiereters af- en de wormeneters toenemen.

Wadvogels zijn goede graadmeters van de staat waarin de Waddenzee zich bevindt. Momenteel worden aantalsontwikkelingen van wadvogels goed gevolgd, maar goede internationale overzichten per vogelsoort ontbreken. Bovendien worden bedreigingen vaak te laat opgemerkt of blijft onduidelijk wat de oorzaken van bepaalde negatieve ontwikkelingen zijn. We stellen daarom voor om zeven typische wadvogelsoorten (Lepelaar, Eidereend, Scholekster, Grote Stern, Kanoet, Rosse Grutto, en Rotgans) intensief te bestuderen. Deze soorten vertegenwoordigen het hele spectrum aan voedsel (vis, schelpdieren, wormen en kweldervegetatie) en gebruiken tijd en ruimte (trekvogels en standvogels) op verschillende manieren. Deze soorten zijn bovendien talrijk en er is veel ervaring in het bestuderen van hun populatiebiologie. Door van deze zeven vogelsoorten naast aantalsontwikkelingen ook jaarlijkse overleving en reproductie bij te houden en onderzoek te doen aan verspreiding en dieet, houden we de vinger aan de pols van het Wadden-ecosysteem.

## SUMMARY

The Wadden Sea is a tidal area and of crucial importance for millions of migratory birds. A large amount of birds uses the Wadden Sea area as a stopover site to refuel for long intercontinental migratory flights between wintering areas in West Africa and the Arctic breeding grounds between Northern Canada and Siberia. The Wadden Sea is a crucial link in this so-called East-Atlantic flyway.

The Wadden Sea offers these bird populations food to feed and space and peace to forage and roost during periods of high water. Important components of the Wadden Sea ecosystem are the high densities of shellfish and worms. Especially the abundance of shellfish enables the occurrence of highly specialised bird species, which are unique for this ecosystem. The vegetation of the saltmarshes is utilised by geese and ducks. Gulls, terns, mergansers, Spoonbills and Cormorants prey upon the abundant small fishes. Biogenic structures like musselbeds and sea-grass beds play an important role in the sediment cycles of the Wadden Sea and form biodiverse communities that offer a predictable food source for many bird species. Saltmarshes and sandbanks are used as high tide roosts where the shorebirds can stay undisturbed.

However, these natural values of the Wadden Sea area are threatened by human activities. Large-scale exploitation of shellfish by bottom-dredging fisheries severely affects the basis of the Wadden Sea ecosystem in a negative way. The long-term effects of the bottom dredging on the soft sediment hamper recovery of the original macrozoöbenthic communities. Shrimpfisheries probably result in many by-catches of non-target species (such as juvenile flatfish).

The increasing mass-tourism and military activities in the Wadden Sea area are disturbing birds with often negative consequences. Especially disturbances at high tide roosts and communal moulting areas of seaducks will have severe effects. Just like spatial developments, such as the construction of windfarms and the

extensions of industrial harbours, disturbances make the area available to birds for foraging or roosting smaller

Of 34 birds studied, 15 populations significantly decreased in number since 1992. As many birds spend part of the annual cycle in other areas along the East-Atlantic flyway, changes elsewhere may also affect these birds. Climate change is likely to impact all areas along the East-Atlantic flyway, and industrial fisheries in Western Africa for instance, could have negative effects on Wadden Sea birds. However, the fact that strongly declining bird populations have not been reported in other Western European intertidal areas, in combination with the fact that two species that stay in the Wadden Sea area year-round are severely declining, indicates that the causes of the negative developments are likely the result of developments within the Wadden Sea, rather than elsewhere along the flyway.

Birds appear to be reliable indicators of the state of the Wadden Sea ecosystem. Nowadays we have good knowledge of the (trends in) bird numbers in the Wadden Sea. Nevertheless, bird populations in the total Wadden Sea area (per species) in the three Wadden Sea countries are often incomplete. Moreover, threats to bird populations are often recognised too late. By just looking at bird numbers it remains unclear what the causes of the negative trends are. We therefore propose to intensively study seven typical Wadden Sea bird species (Spoonbill, Eider, Oystercatcher, Sandwich Tern, Red Knot, Bar-tailed Godwit and Brent) that regarding food preferences (fish, shellfish, worms and saltmarsh plants) and spatially and temporally utilise the Wadden Sea area in different ways. By doing detailed studies on survival, reproduction and distribution of Wadden Sea birds, threats to and positive developments of bird populations will show up in an earlier stage than by counting numbers only. By making strategic comparisons between developments of a number of "indicator species", we hope that powerful knowledge leading to adequate protection measures will be available in time.

## 1. INLEIDING

Het Waddengebied in Nederland, Duitsland en Denemarken is van onmisbaar belang als overwinteringsgebied, doortrekgebied, en broedgebied voor grote aantallen vogels. Op jaarbasis maken naar schatting 10-12 miljoen watervogels voor langere of kortere tijd gebruik van de Waddenzee. Van 52 vogelsoorten komt meer dan 1% van de wereldpopulatie in bepaalde tijden van het jaar in de Waddenzee voor. Door haar strategische ligging langs de Oost-Atlantische trekroute, is de relatief voedselrijke Waddenzee een essentieel kruispunt van vogeltrekwegen, een plaats die gebieden internationaal verbindt. In het Waddengebied vinden deze vogels het voedsel, de rust en de ruimte die noodzakelijk is voor hun voortbestaan.

De ligging van de Waddenzee in het welvarende en dichtbevolkte West-Europa zorgt echter voor verschillende bedreigingen van dit unieke gebied. Naast exploitatie van natuurlijke bronnen als vis, schelp- en schaaldieren en van delfstoffen als gas en zout, tast ook massa-recreatie en het gebruik als militair oefenterrein de natuurlijke waarden van de Waddenzee aan. Aangezien veel wadvogels bepaalde periodes buiten de Waddenzee doorbrengen, in gebieden langs de Oost-Atlantische trekroute die elk een onmisbare schakel vormen, worden de bestaansvoorwaarden voor wadvogelpopulaties niet alleen bepaald door menselijke invloeden in West-Europa, maar ook door factoren in gebieden elders langs de trekroute. De opwarming van de aarde zal bijvoorbeeld zijn invloed hebben op de Arctische broedgebieden van veel wadvogels. Door zeespiegelrijzing kunnen belangrijke getijdengebieden kleiner worden of zelfs verloren gaan.

Om tot een effectieve bescherming van de betreffende vogelpopulaties te komen, dienen mogelijke bedreigingen langs de gehele trekroute in kaart gebracht te worden. Bedreigingen zijn vaak het eerst merkbaar in organismen die hoog in de voedselketen staan. Vogels springen daarbij het meest in het oog.

Vanwege het voorkomen van aanzienlijke percentages van vogelpopulaties is de Waddenzee nationaal en internationaal beschermd met wetten, internationale verdragen en richtlijnen zoals de Vogel- en Habitatrichtlijn. Zonder goede kennis van het ecosysteem is dergelijke wettelijke bescherming echter niet effectief gebleken in het daadwerkelijk beschermen van wadvogels.

In de Waddenzee is en wordt een veelheid aan wetenschappelijke studies verricht; zowel fundamenteel lange-termijn onderzoek als korte toegepaste studies om het effect van bepaalde veranderingen en ingrepen in kaart te brengen. Ook vinden er maandelijks inventarisaties van wadvogelpopulaties plaats. Deze studies dienen meerdere doelen: constatering van veranderingen in vogelaantallen, habitatgebruik en voedselkeuze van de betreffende vogels ('vinger aan de pols') en om inzicht te krijgen in de verschillende oorzaken van de geconstateerde trends.

Niet al deze studies zijn makkelijk beschikbaar en een algemeen overzicht vanuit een beschermingsperspectief ontbreekt grotendeels. In deze literatuurstudie hebben we geprobeerd de beschikbare wetenschappelijke literatuur samen te vatten en daarmee beter inzicht te krijgen in beschermingsprioriteiten. De nadruk ligt hierbij op de meest karakteristieke wadvogels, waarbij we gepoogd hebben het internationale belang van de Waddenzee voor deze soorten te benadrukken.

Deze kennis kan met name van belang zijn voor overheden, natuurbeschermingsorganisaties, en terreinbeherende instanties. Met behulp van de beschikbare literatuur willen we duidelijk maken welke beschermingsmaatregelen noodzakelijk zijn om wadvogels langs de internationale trekroutes te beschermen en te voorkomen dat onbekendheid met de beschikbare literatuur leidt tot onvoldoende duidelijk beheer. Naar aanleiding van de in dit rapport samengevatte bestaande kennis kunnen eventueel beheersmaatregelen worden genomen. Tevens hebben we een poging gedaan om de leemtes in kennis die nodig is voor een effectief beheer van de Waddenzee en de hiervan afhankelijke vogelpopulaties aan te geven.

In zekere zin kan dit rapport gezien worden als een aanvulling op de veel uitgebreidere *Ecologische Atlas van de Nederlandse wadvogels* (van de Kam et al. 1999; in 2004 is een Engelstalige editie verschenen als *Shorebirds: an illustrated behavioural ecology*). De actuele stand van zaken wordt samengevat voor alle relevante wadvogels en we schetsen een gedetailleerd ecologisch profiel toegespitst op beschermingsdoeleinden. We besluiten dit rapport met een voorstel voor een meer diepgaand wadvogelmonitoringsprogramma dat zich concentreert op de meest kenmerkende trekvogelsoorten van het Waddengebied.

Vanwege de tijd en leesbaarheid is niet iedere bewering ondersteund met een verwijzing naar de oorspronkelijke bronnen. Dit rapport heeft dus niet de status van een wetenschappelijk artikel, maar we hebben gepoogd om genoeg verwijzingen te geven die het voor kritische lezers mogelijk maakt de bron te achterhalen voor iedere bewering in dit rapport.

P.S. De titel van ons rapport is ontleend aan de titel van een voordracht die Gerard C. Boere in 1974 hield voor de jaarvergadering van de Landelijke Vereniging tot Behoud van de Waddenzee (Krasnapolsky, Amsterdam). Deze voordracht werd in 1974 gepubliceerd in het Waddenbulletin 12: 324-329 ("Het Waddenzeegebied als kruispunt van vogeltrekwegen").

## 2. DE WADDENZEE ALS KRUISPUNT IN DE OOST-ATLANTISCHE TREKROUTE

De Waddenzee in Nederland, Duitsland en Denemarken is een aaneengesloten wetland, het grootste van Europa. Het gebied staat niet op zichzelf en is middels de vele trekvogels die er gebruik van maken globaal verbonden met andere (getijde)gebieden. Het grootste deel van de wadvogels bestaat uit steltlopers die allemaal, zij het in verschillende mate, trekken. In grote lijnen broeden de meeste steltlopers die van de Waddenzee gebruik maken op de hoog-Arctische toendra van Noordoost-Canada, Groenland, Scandinavië en Siberië. Deze vogels overwinteren in zuidelijk gelegen getijdengebieden in West-Europa en West-Afrika. De trekroute tussen deze broedgebieden en de overwinteringgebieden wordt aangeduid met de Oost-Atlantische trekroute (figuur 1).

Vanwege de centrale ligging van de West-Europese Waddenzee fungeert het Waddengebied als een belangrijk kruispunt van vogeltrekwegen in voor- en najaar. Jaarlijks maken zo'n 10-12 miljoen vogels gebruik van de Waddenzee. Ontwikkelingen in gebieden elders langs de Oost-Atlantische trekroute kunnen dus gevolgen hebben voor de (aantallen) wadvogels in de Waddenzee. Anderzijds kunnen ontwikkelingen in de Waddenzee gevolgen hebben voor de aantallen wadvogels langs de gehele Oost-Atlantische trekroute. Hieronder geven we een beschrijving van de belangrijkste van de gebieden voor wadvogels langs de Oost-Atlantische trekroute.



Fig. 1. Belangrijke wadvogelgebieden langs de Oost-Atlantische trekroute. (1) Bijagos Archipel in Guinee-Bissau, (2) Banc d'Arguin, Mauritië, (3) Franse getijdengebiedjes, (4) Waddenzee in Nederland, Duitsland en Denemarken, (5) Zuidwest IJsland en (6) arctische toendra.

### Belangrijke gebieden langs de Oost-Atlantische trekroute

#### Bijagos Archipel, Guinee-Bissau

Het zuidelijkst gelegen gebied langs de Oost-Atlantische trekroute van grote betekenis voor wadvogels ligt in Guinee-Bissau, West-Afrika. Hier verblijven 's winters zeer grote aantallen wadvogels (honderdduizenden), met name steltlopers en sterns. De vogels zijn vanwege de mangroves, waartussen ze zich met hoogwater terugtrekken echter lastig te tellen. Het is een estuarien gebied met grote overgangen van zoet via brak naar zout. De eilanden en wadplaten rond deze archipel liggen in de monding van een complex van grote rivieren. Het water op de meeste eilanden in het gebied is zoet. Veel eilanden zijn omzoomd met mangrovebossen en dicht begroeid met regenwoud (Zwarts 1985; 1988; Wolff 1998). Het klimaat is tropisch, met jaarlijks een natte en een droge periode. Overdag kunnen de temperaturen er op de strandjes en op de



onbegroeide zoutvlakten tussen de mangroves oplopen tot meer dan 50°C. Een deel van de wadplaten is met zeegras begroeid, en langs de randen van de platen komen er net als op de Banc d'Arguin aanzienlijke aantallen Wenkrabben (*Uca tangeri*) voor (Zwarts 1985; Wolff 1998). De bodemfauna is ook in andere opzichten (samenstelling, soortenrijkdom, prooigrootte, prooibesikbaarheid) vergelijkbaar met die van de Banc d'Arguin (Piersma et al. 1993d; Wolff 1998), hoewel er in de buurt van de riviermondingen natuurlijk grote verschillen zijn. In zulke gebieden is het water brak en troebel. Het is aannemelijk dat in de buurt van zoet water in Guinee-Bissau en op het land, wadvogels een grotere kans hebben om geïnfecteerd te raken vanwege de vele soorten parasieten in deze regio. Het is er bovendien rijk aan allerlei soorten dagroofvogels en uilen, die op de beboste eilanden en in de mangroves prima dekking vinden om op steltlopers te jagen. Er zijn veel landroofdieren, waaronder mangoestes, apen en vele soorten slangen. Daar waar in Guinee-Bissau het wad het land raakt is het dus tamelijk gevaarlijk voor wadvogels. De bevolkingsdichtheid is relatief hoog, maar er zijn weinig meldingen van menselijke predatie op wadvogels.

### Banc d'Arguin, Mauritanië

De Banc d'Arguin is een groot getijdengebied van 1.2 miljoen hectares; ongeveer een derde van het oppervlak van de Nederlandse Waddenzee. Het ligt aan de rand van de Sahara in Mauritanië. Het gebied is vooral van groot belang voor veel steltlopers (enkele miljoenen), sterns en Lepelaars (waarvan een zeer groot aandeel in Nederland broedt, Overdijk 2004; Worms & Overdijk 2003) die er de winter doorbrengen. De meeste overwinterende steltlopers broedden op de Siberische toendra, maar er komen ook in Groenland broedende vogels voor (bijvoorbeeld de Drieteenstrandloper en de *arctica*-populatie van de Bonte Strandloper; Greenwood 1986; Gudmundsson & Lindström 1992). Vrijwel alle in Mauritanië overwinterende steltlopers trekken via de Waddenzee van en naar de Arctische broedgebieden. Ook komen er grote visetende vogels-oorten als pelikanen en aalscholvers voor en broeden en overwinteren er Flamingo's. De dichtheid aan vogels op de Wadvlaktes is in de winter groter dan in de Waddenzee, wat tot een relatief grote predatiedruk op de benthische fauna leidt (Piersma & Spaans 2004; Meltofte 1996).

In tegenstelling tot de Waddenzee en de Bijagos Archipel monden er geen rivieren uit in de Banc d'Arguin. Dat het systeem wordt voorzien van voedselrijk water dat voor de kust uit de diepe Atlantische oceaan omhoog borrelt ('upwelling') is omstreden. Het zeewater is erg helder waardoor zichtjagers zoals de verschillende soorten sterns die er doortrekken en overwinteren prima kunnen jagen. De wadvlaktes zijn vrijwel overal bedekt met zeegras en erg slijkgig. Er komen meer soorten schelpdieren, wormen en krabben voor dan in de Waddenzee maar de individuele organismen zijn kleiner. Gemiddeld graven de meeste schelpdieren zich minder diep in het sediment in. De vele, kleinere, ondiep ingegraven prooidieren zorgen voor een voorspelbare voedselbron voor schelpdieretende vogels. Dit uit zich in een kleinere verspreiding (*home range*) over de wadvlaktes door wadvogels. Ook blijken de vogels een grote mate van plaatstrouw binnen



De Imraguen in Mauritanië ontlenen hun inkomen vrijwel uitsluitend aan kleinschalige visvangst.

en tussen winters te vertonen (Leyrer et al. in druk; Overdijk 2003).

Het gebied is zeer dunbevolkt en alleen de plaatselijke vissersbevolking (ca 1300), de Imraguen, mogen met primitieve zeilbootjes in het gebied vissen. Op vogels wordt niet gejaagd en de verschillende hoogwatervluchtplaatsen liggen op verlaten eilandjes en worden door mensen met rust gelaten. Er wordt gepoogd om wat geld te verdienen aan kleinschalig toerisme en het gebied is door de recente aanleg van een verharde weg tussen de twee grote steden Nouadhibou en Nouakchott wellicht wat makkelijker bereikbaar voor toeristen geworden. Vooralsnog valt hier echter geen grote bedreiging van te verwachten. De vangst van de grotere predatoren in de Banc d'Arguin, zoals gitaarroggen en haaien, is sinds kort verboden. Door bijvangst zijn deze predatoren echter nog niet volledig beschermd. Buiten de 12 mijlszone voor de kust vindt er zware overbevissing door grote Europese en Aziatische visserijbedrijven plaats. In hoeverre deze overbevissing van invloed is op de natuurwaarden van de Banc d'Arguin is onbekend, maar een negatief effect ligt voor de hand gezien de waarschijnlijke onderlinge samenhang tussen de diepere voedselrijke oceaan en de getijdengebieden. Daarnaast wordt er sinds 2000 buiten de kust naar olie geboord en bestaan er vergevorderde plannen om net buiten de grenzen van het nationaal park olie en gas te winnen. De pogingen van grote buitenlandse bedrijven om toestemming te krijgen om net buiten de grenzen van het beschermde nationaal park op schelpdieren (met name Venusschelpen, Veneridae) te vissen (Trommelen 2005) kunnen een ernstige bedreiging van de natuurwaarden van de Banc d'Arguin worden. Momenteel is het nationaal park wettelijk beschermd onder de directe verantwoordelijkheid van de minister-president, die het belang van de bescherming van het gebied inziet. Een politieke ommezwaai in het land zou deze voor de Banc d'Arguin gunstige situatie kunnen veranderen.

#### **Tankstations langs de Atlantische kust**

Tussen de Waddenzee en Mauritanië, liggen langs de kust van Frankrijk, Spanje, Portugal en Marokko een aantal kleinere Waddengebieden. Veelal gaat het om lagunaire inhammen achter een duinenrij, of om estuaria van rivieren die in de Atlantische Oceaan uitmonden. Ze worden door wadvogels tijdens de trek tussen

Waddenzee en West-Afrika voornamelijk als kleine 'tankstations' gebruikt (Piersma & Boere 1983; Kersten et al. 1983; Kersten & Smit 1984; Ens 1985). Tijdens perioden gedurende de voorjaarsstrek waarin de uit West-Afrika naar het noorden trekkende wadvogels veel tegenwind hebben, blijken dergelijke tankstations veel gebruikt te worden als "nood-opvetgebied". Juist in dergelijke jaren is het bestaan van deze op zich kleine getijdengebieden, van groot belang voor wadvogels. Meestal hebben zulke gebieden een klein areaal aan periodiek droogvallende platen. De bodemfauna van die wadplaten lijkt sprekend op die van de Waddenzee (Piersma 1993d). Op kleine verschillen in soortsaanstelling na (die naar het zuiden toe groter worden), komen er net als in de Waddenzee tweekleppige schelpdieren, krabben en polychaete wormen voor die geschikte voedselbronnen voor wadvogels zijn. Meestal is een gedeelte van het getijdengebied omgezet in zoutpannen of visvijvers, wat in enkele gevallen goede foerageermogelijkheden voor wadvogels oplevert (Perez-Hurtado 1995). In veel van de gebiedjes is er lange tijd op wadvogels gejaagd. In Frankrijk is dat nog steeds het geval.

#### **IJsland**

In mei trekken veel steltlopers die de winter in de Waddenzee hebben doorgebracht via IJsland naar de broedgebieden in Groenland en Noord-Canada. De wadvogels verblijven in deze periode zo'n 3-4 weken in IJsland (Gudmundsson & Alerstam 1992). Op de moddervlaktes in de zuidwestelijke baaien van IJsland, vinden de steltlopers voedsel om bij te tanken voor het laatste deel van de trekvlucht. Kanoeten eten er schelpdieren (Mosselen en Alikruikken *Littorina spec.*) tijdens laag water en kunnen er opvetsnelheden behalen van 5 gram per dag (Piersma et al. 1999). In mei 1990 werden in de IJslandse baaien maar liefst 345.000 steltlopers geteld. Het merendeel van deze steltlopers betrof Kanoeten, waarvan er 270.000 werden geteld. Een zeer groot merendeel van de Kanoetenpopulatie die behoort tot de *islandica*-ondersoort trekt via IJsland naar de broedgebieden en is dan ook volledig afhankelijk van deze baaien. Hetzelfde geldt voor Steenlopers, waarvan ongeveer de helft van de populatie IJsland gebruikt om bij te tanken op weg naar de broedgebieden (Gudmundsson & Gardarsson 1993).

### Arctische toendra

Veel wadvogels, met name de steltlopers en ganzen broeden op de toendra in Noordoost-Canada, Groenland en Siberië. Toendra's zijn kale boomloze gebieden in de poolstreken, schaars begroeid met een vegetatie van korstmossen, mossen, grassen, en een enkele poolwilg (Prokosch & Hötker 1995; Grönlund & Melander 1995). De ondergrond is permanent bevroren en alleen in de maanden juni, juli en augustus (en misschien begin september), is de toendra niet door een dunne of dikke sneeuwlaag bedekt. De energie-uitgaven van Kanoeten op de toendra gedurende de korte poolzomer zijn ongeveer even hoog als in de Waddenzee in de winter (Wiersma & Piersma 1994). Het belangrijkste probleem voor steltlopers en Rotganzen op de toendra is de schaarste aan voedsel vanwege de sneeuw en de bevroren bodem. Meteen na het verdwijnen van de sneeuw maken de planten een korte groei- en bloeiperiode door. Hierop volgt



Veel steltlopers en ganzen die van de Waddenzee gebruik maken broeden op de hoognoordelijke toendra.

een korte piek in het voorkomen van spinnen en enkele groepen insecten, met name vliegen, langpootmuggen, kevers en muggen. In veel gevallen is de insectenpiek alweer voorbij op het moment dat de steltloperkuikens uit de eieren kruipen. Er zijn geen aanwijzingen dat de hoeveelheid ongewervelde prooidieren in toendragebieden groter is dan in gematigde klimaatzones (Tulp et al. 1998).

Predatoren van eieren (poolvossen, meeuwen en jagers), van jongen (Poolvossen, Hermelijnen, meeuwen, jagers, Ruigpootbuizerds (*Buteo lagopus*) Sneeuwuil (*Nyctea scandiaca*) en van volwassen vogels (Hermelijnen *Mustela erminea*, Giervalken *Falco rusticolus*, Sneeuwuil) zijn niet bijzonder schaars, maar komen van plaats tot plaats en van jaar tot jaar in sterk uiteenlopende dichtheden voor (Spaans et al. 1998). In sommige jaren zijn er voor predatoren zoveel aantrekkelijke alternatieve prooien beschikbaar in de vorm van Lemmingen (*Lemmus sibericus*), dat eieren en jonge en volwassen steltlopers en ganzen redelijk veilig zijn (Roselaar 1979; Summers & Underhill 1987; Underhill et al. 1993). Deze lemmingcyclus kan een grote invloed hebben op de populatiedynamica van Arctisch broedende wadvogels (bijvoorbeeld Blomqvist et al. 2000). De intense kou en de droogte tijdens de poolwinter, afgewisseld met de voortdurende zonnestraling tijdens de poolzomer, zorgen er voor dat ziektekiemen niet overleven en parasieten moeilijk hun cycli kunnen rondmaken. De kans op ziektes is op de toendra dus klein.

### 3. BESCHRIJVING ECOSYSTEEM

#### Terrein- en voedselgebruik door vogels

De Waddenzee is een ondiepe kustzee tussen het vasteland en een reeks van Waddeneilanden, die met laagwater gedeeltelijk droogvalt. Daarnaast blijven de diepere geulen, het sublitoraal, permanent onder water staan.

Het Waddengebied wordt het hele jaar door verschillende vogelgroepen gebruikt als foerageergebied, rustplaats en broedgebied. Naar schatting komen zo'n 2,5 – 3,4 miljoen vogels tegelijkertijd in de Waddenzee voor, waarvan 50-90% steltlopers (Smit & Wolff 1982). Uit tellingen uit de jaren '80 blijkt dat de Waddenzee gedurende een jaarcyclus gebruikt werd door maar liefst 10-12 miljoen watervogels. Hiervan waren minstens 52 geografisch gescheiden populaties van 41 soorten in dergelijke aantallen dat minstens

1% van de wereldpopulatie in een bepaalde tijd van het jaar in de Waddenzee voorkwam (het zogenaamde 1% criterium van de Ramsar conventie). Van sommige vogelsoorten werden zelfs aantallen geteld die vrijwel de hele wereldpopulatie van de betreffende soorten omvatten (Meltofte 1994). De verschillende steltlopersoorten, die vooral schelpdieren en wormen eten, vormen veruit de meest talrijke vogelgroep.

De grote aantallen vogels in de Waddenzee zijn vooral het gevolg van de grote hoeveelheden voedsel. De droogvallende wadbodem bestaat uit zand en slijk met hoge dichtheden aan bodemorganismen als schelpdieren en (borstel)wormen. Verschillende eendensoorten (met name Eiderend) foerageren in de geulen al duikend naar schelpdieren, krabben en zeesterren. Naast de bodemorganismen is vis een belangrijke voedselbron voor verschillende vogelsoorten (sterns, Aalscholver, Lepelaar, zaagbekken).

Broedvogels broeden in voorjaar en zomer op de kwelders, stranden en duinen aan de vaste wal of op de eilanden (bijvoorbeeld Blauwe Kiekendief, Velduil, Scholekster, Eiderend, Grote Stern, Dwergstern, Lepelaar en Tapuit). Foerageren doen de op eilanden en kusten broedende vogels zowel op het land (roofvogels en Tapuit bijvoorbeeld) als op zee (sterns, Eiderend). Scholeksters zoeken hun voedsel met name op de droogvallende wadvlakten. De kwelders en binnendijkse agrarische gebieden zijn van zeer groot belang als foerageergebied voor de in het hoge noorden broedende ganzen (met name Rotgans en Brandgans), waarbij het wad gebruikt wordt om er te overnachten, en als broedgebied voor Scholeksters en Tureluurs. Afhankelijk van de hoogte van de vegetatie, worden kwelders vaak gebruikt als hoogwatervluchtplaats door de vele wadvogels.

Hieronder worden enkele belangrijke aspecten en landschapskenmerken van het Waddenzee-ecosysteem beschreven.

### Primaire productie

De basis van het ecosysteem van de Waddenzee wordt gevormd door eencellige algen. Dit in de waterkolom zwevende plankton is het voedsel voor de bodemdieren (schelpdieren en wormen) die weer een belangrijke voedselbron voor vogels en vissen zijn. Onderscheid moet worden gemaakt tussen pelagische productie van algen, die in het water plaatsvindt en onder andere plaats-

vindt op de Noordzee en met de getijdenstromen geïmporteerd wordt in de Waddenzee, en bentische productie die lokaal op de wadbodem plaatsvindt. De algenproductie hangt nauw samen met de aanwezigheid van voedingsstoffen (nutriënten) zoals nitraten en fosfaten die afkomstig zijn uit de Noordzee. Doordat de inkomende getijdenstroom krachtiger is dan de uitgaande getijdenstroom, blijft veel in het water zwevend materiaal achter in de Waddenzee (van de Kam et al. 1999). Daarnaast worden veel nutriënten aangevoerd door de rivieren die uitmonden op de Waddenzee. Aangezien die rivieren vaak bemest en vervuild zijn, stromen er op die manier ook veel voedingsstoffen voor bodemdieren de Waddenzee in. Dat betekent meer voedsel voor bodemdieren, maar kan ook nadelige effecten hebben (zie "eutrofiëring", pag. 37).

De groei van eencellige algen wordt niet alleen beperkt door de aanwezigheid van nutriënten. Ook de hoeveelheid licht die nodig is voor de fotosynthese, of een interactie tussen licht en nutriëntenaanbod, kan limiterend zijn. Dit doorzicht wordt bepaald door de hoeveelheid slib in het water. Daarnaast heeft ook de 'turbulentie-structuur' van het water (de manier waarop waterlagen gestructureerd zijn) een grote invloed op de algenproductie (Huisman & Sommeijer 2002).

Mosselbanken en zeegrasvelden vangen in het water zwevend slib in en zorgen daardoor ook voor een grotere lichtdoorlatendheid van het water en bevorderen op die manier waarschijnlijk ook de algenproductie.

### Mosselbanken

Mosselen (*Mytilus edulis*) zijn een belangrijke voedselbron voor veel wadvogels, en bovendien leven veel vogels van de organismen die op en tussen de Mosselen voorkomen. Jonge Mosseltjes die net de grootte bereikt hebben om zich op de wadbodem te vestigen (mosselbroedjes), klampen zich aan elkaar of aan dode schelpen vast met behulp van zogenaamde byssusdraden. Dit voorkomt dat de kleine schelpjes met de getijdenstromen wegspoelen. Naast wegspoelen lopen opgroeiende jonge Mosseltjes het risico om ten prooi te vallen aan krabben, zeesterren en vogels. Na de eerste winter overleefd te hebben bestaat er een gerede kans dat de aan elkaar geklampte Mosseltjes uit kunnen groeien tot een stabiele structuur, een zogenaamde mosselbank (Verwey 1952).

Onderscheid wordt gemaakt tussen litorale en sublitorale mosselbanken. De eerstgenoemde vallen tijdens laagwater droog en vormen dus een voedselbron voor vogelsoorten die niet kunnen duiken (bijvoorbeeld meeuwen, Scholekster, Wulp, Steenloper). Sublitorale mosselbanken liggen permanent onder water in de diepere delen van met name de westelijke Waddenzee en kunnen alleen voor duikende vogels als voedselbron worden gebruikt (voornamelijk Eidereend).

Mosselen filteren, net als andere schelpdieren, hun voedsel uit het zeewater. Daarbij worden ook veel slibdeeltjes opgezogen die weer als pseudo-faeces worden uitgescheiden. Op die manier vormt zich rondom een mosselbank een laag slik (o.a. Zwarts et al. 2004). Dit fenomeen, en de suggestie dat deze processen een belangrijke rol spelen in de sedimentatie van de Waddenzee werd al meer dan 50 jaar geleden erkend door Verwey (1952) en later met meer gegevens her-

bevestigd (bijvoorbeeld Dankers et al. 1989; Oost 1995; Zwarts et al. 2004). De slibrijke, relatief rustige, wadplaten rondom mosselbanken zijn daardoor weer geschikt habitat voor organismen die goed, of alleen maar, gedijen op slibrijke zeebodems, zoals zeegras.

Binnen een grotere mosselbank ontstaan allerlei poeltjes en vormen zich kleine geultjes die jonge visjes, krabben en garnalen herbergen en dus ook een interessante foerageerplek vormen voor vogels die van deze dieren leven. Met het groeien van een bank ontstaat op de Mosselen zelf ook een levensgemeenschap met Zeepokken (*Semibalanus balanoides*) en Alikruiken (*Littorina littorea*) op de Mosselen vestigt blaasjeswier (*Fucus vesiculosus*) zich dat weer een schuilplaats biedt voor kleine organismen als vlokreeftjes (*Gammarus locusta*) en kleine krabbetjes (van de Kam et al. 1999).



Litorale mosselbanken, zoals deze bij Rottumerplaat, zijn belangrijke componenten in het Waddenzee-ecosysteem. Na overbevissing meer dan tien jaar geleden, zijn ze in het westelijke deel van de Nederlandse Waddenzee nog steeds vrijwel afwezig. Foto door Bernard Spaans.

Doordat sublitorale mosselbanken in de Waddenzee permanent onder water liggen zijn deze moeilijker te bestuderen. Daardoor is er minder over bekend dan over de litorale mosselbanken. Recent Duits onderzoek heeft aangetoond dat sublitorale mosselbanken in verschillende opzichten verschillen van litorale mosselbanken (Saier 2002a; 2002b). De soortensamenstelling en aantallen geassocieerde organismen (anemonen, zeester, wieren etc.) alsmede de structuur van de mosselbanken verschilt tussen litorale en sublitorale banken. Over het algemeen herbergen sublitorale mosselbanken een rijkere levensgemeenschap en zijn dus ecologisch (nog) waardevoller dan droogvallende mosselbanken (Saier 2002a; 2002b). Het is waarschijnlijk dat de sublitorale mosselbanken als vluchtplaats voor bijvoorbeeld jonge vis fungeren en dus ook een rol spelen in de voedselvoorziening van visetende vogels. In de Nederlandse Waddenzee komen sublitorale mosselbanken niet meer voor doordat het jonge mosselzaad geen kans krijgt uit te groeien tot een stabiele sublitorale mosselbank, maar wordt weggevisd. De weggevisste Mosselen worden naar mosselpercelen gebracht die daardoor een belangrijke voedselbron voor bijvoorbeeld Eidereenden zijn geworden (zie 'mosselvisserij', pag. 23).

### Nonnetjes en Kokkels

Naast Mosselen, die banken vormen op de wadbodem, leven er ook veel schelpdieren in de wadbodem ingegraven. De twee meest voorkomende in de Waddenzee zijn Kokkel (*Cerastoderma edule*) en Nonnetje (*Macoma balthica*). Deze schelpdieren eten eencellige algen die ze net als Mosselen uit het water filteren (Kokkel) of van het sedimentoppervlak verzamelen (Nonnetje). Schelpdieren lozen zaadcellen en eicellen in het water waarna bevruchting plaats vindt. De hier uit ontstane schelpdierlarven zweven een tijd in het water voordat deze voldoende ontwikkeld zijn en zich als kleine schelpdieren, ook wel schelpdierbroed genoemd, op daarvoor geschikte wadplaten vestigen. De jonge schelpdieren die zich net op de wadplaten hebben gevestigd worden veelvuldig gegeten door Garnalen. Grotere schelpdieren worden bovendien graag gegeten door vogels en vis en vormen daardoor een belangrijke component van het Wadden-ecosysteem.

Het Nonnetje is een klein tweekleppig schelpdier dat wit, roze, geel of oranje gekleurd kan

zijn. Het wordt zelden groter dan 25 mm en leeft enkele cm diep, ingegraven in de wadbodem. Ze komen met name op de droogvallende wadplaten voor, maar ook wel in diepere wateren. De jonge Nonnetjes vestigen zich over het algemeen op slikrijke wadplaten met weinig waterstroming, maar verkassen op hogere leeftijd met de eb-stroom mee naar het meer geëxponeerde zandige wad (Beukema 1993a). Tijdens het voedsel zoeken worden door Nonnetjes ook zanddeeltjes opgezogen die worden gescheiden van de eetbare algen en uitgescheiden als pseudofaeces.

Met laagwater worden Nonnetjes door vogels gegeten. Vanwege de relatief dunne schelp, en dus makkelijker toegankelijk vlees, zijn Nonnetjes gewilde prooidieren. De vogels moeten de schelpdieren dan natuurlijk wel eerst zoeken in het sediment. Nonnetjes worden graag gegeten door o.a. Kanoetstrandloper, Rosse Grutto, Scholekster, Wulp. Bonte Strandlopers eten ook de kleinste Nonnetjes. Om die reden zitten Nonnetjes het liefst diep (5-7 cm onder het oppervlak) in het sediment ingegraven; hoe dieper hoe veiliger voor vogels. In de winter zitten Nonnetjes dieper ingegraven dan in de periode april - juni wanneer ze slechts op 2-5 cm diepte zitten. Ondieper ingegraven Nonnetjes lopen weliswaar een groter risico door predatoren gegeten te worden, er staat tegenover dat de dieper ingegraven Nonnetjes minder effectief eencellige algen kunnen eten, daardoor slechter groeien en, bij afwezigheid van predatoren, een grotere kans hebben te sterven (de Goeij & Luttkhuizen 1998). Platvissen eten graag delen van de sifons van Nonnetjes. Door deze vraat wordt de sifon ingekort en zijn Nonnetjes gedwongen zich ondieper in te graven om met de kortere sifon nog algen uit het water te kunnen filteren. Vogels profiteren dan van de makkelijker bereikbare, ondieper ingegraven Nonnetjes (de Goeij et al. 2001).

De dichtheid aan Nonnetjes op het wad was altijd gemiddeld zo'n 100 Nonnetjes per m<sup>2</sup> wad. Sinds de jaren '90 is het Nonnetje in de vrije val geraakt. Tegenwoordig komen er gemiddeld nog maar 10% van deze hoeveelheden voor op het wad (Drent 2004; figuur 2). Dit is het gevolg van een verminderde broedval en een verhoogde sterfte van adulte Nonnetjes, maar wat hier aan ten grondslag ligt is nog onduidelijk. Mogelijk hebben een reeks zachte winters ertoe geleid dat Garnalen talrijk aanwezig zijn op de wadplaten, juist op het moment dat de jonge Nonnetjes zich

op het wad vestigen en nog klein genoeg zijn om ten prooi te vallen aan garnalenvraat (Phillipart et al. 2003). Het moet echter zeker niet uitgesloten worden dat schelpdiervisserij een rol heeft gespeeld in de drastische achteruitgang. Zo is aangetoond dat Nonnetjes op korte termijn lokaal sterk achteruitgaan door mechanische kokkelvisserij (Hiddink 2003; Kraan et al. 2004), en op langere termijn leidt mechanische kokkelvisserij tot verzanding van wadbodems (Zwarts et al. 2004) die ongeschikt zijn voor vestiging van Nonnetjes (Piersma et al. 2001a). De laatste jaren lijken Nonnetjes zich ondieper in het sediment in te graven (Van Gils 2004). Dit is mogelijk het gevolg van verslechterde voedselomstandigheden, en die zou een verslechterde overleving van de Nonnetjes kunnen verklaren. Hier wordt momenteel onderzoek aan gedaan.

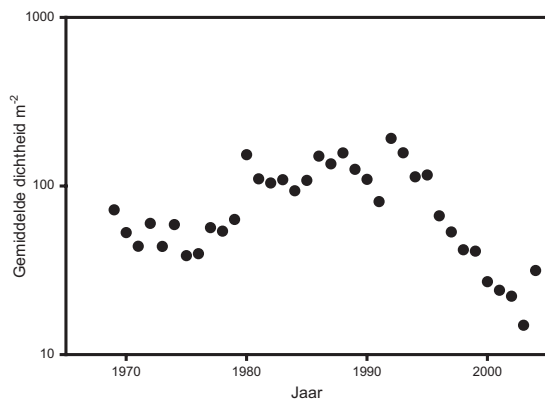


Fig. 2. De gemiddelde dichtheid van Nonnetjes op het Balgzand in de periode 1969-2003. De dichtheid is bepaald aan de hand van 12 raaien en 3 vaste monsterpunten aan het eind van de winter. Bron: J.J. Beukema & R. Dekker, Koninklijk NIOZ.

De eveneens tweekleppige Kokkels vormen ook een belangrijke voedselbron voor veel wadvogels. De kleine Kokkels worden door bijvoorbeeld Kanoeten gegeten, de grotere, die voor Kanoeten niet beschikbaar zijn, zijn een geliefde voedselbron voor Eidereenden en Scholeksters. Zoals bij de meeste andere tweekleppige schelpdieren in de Waddenzee, vertoont het voorkomen van de Kokkel een grillig patroon van jaar tot jaar. Op het Balgzand bijvoorbeeld varieerde de jaarlijkse biomassa Kokkels tussen de 0 en 16 gram versgewicht per m<sup>2</sup> (Beukema et al. 1993). De winterkou verklaart voor een groot deel de jaarlijkse variatie in schelpdieren zoals Kokkels. Als het

wad bevroest treedt er grote sterfte onder Kokkels op (Beukema 1979). Echter, een koude winter wordt meestal ook gevolgd door een massale voortplanting ('goede broedval') van Kokkels. Door de latere terugkeer van krabben en garnalen op de wadplaten na koude winters is de overleving van deze broedval ook hoger (Beukema 1991; 1992). Kokkels hebben een voorkeur voor de lager gelegen, slibarme delen van het wad, maar de verspreiding is tussen 1975 en 2002 verschoven naar voornamelijk hoog slibrijk wad. Deze verschuiving van de kokkelverspreiding is opgetreden doordat jonge Kokkels in toenemende mate zich op de hogere wadplaten hebben gevestigd, en broedval van Kokkels op de lagere wadplaten uitbleef (Beukema & Dekker 2005). Voor een deel vond dit ook plaats doordat mechanische kokkelvisserij met name op de lager gelegen wadplaten heeft plaatsgevonden en daardoor selectief steeds de adulte Kokkels uit de lager gelegen wadplaten werden weggevist (Zwarts et al. 2004), en door bodemberoering de broedval ten negatieve heeft beïnvloedt. Het is nog de vraag waarom broedval van Kokkels in toenemende mate op de hogere wadplaten plaats heeft gevonden. Mogelijk is de mechanische kokkelvisserij een dergelijke grote selectieve kracht geweest dat de kokkelpopulatie is veranderd van "zand-Kokkels" naar "slik-Kokkels" (Piersma & Koolhaas 1997), maar het is ook goed mogelijk dat kokkelbevissing die vooral in de lager gelegen delen van de Waddenzee plaatsvond het sediment zodanig veranderd heeft



Kokkels planten zich eens in de zoveel jaren masaal voort en komen dan in hoge dichtheden voor op het wad. Schelpdieretende vogels moeten vaak meerdere jaren leven van een eenmalige broedval van schelpdieren. Foto door Bernard Spaans.

dat dit minder geschikt is geworden voor broedval van jonge Kokkels (Piersma et al. 2001a). Aangezien Kokkels alleen voedsel uit het water kunnen filteren, zijn de hoger gelegen wadplaten minder geschikt om te leven, vanwege de kortere periode dat ze overspoeld raken op de hoger gelegen wadplaten. Dit resulteert ook in een langzamere groei van Kokkels op de hogere wadplaten vergeleken met Kokkels op de lager gelegen wadplaten en in het sublitoraal.

### Zeegras

Zeegrassen komen voor in ondiepe kustzeeën zoals de Waddenzee, maar ook bijvoorbeeld op de Banc d'Arguin in Mauritanië. Hele wadplaten kunnen met zeegrasvelden bedekt zijn. In de Waddenzee komen twee soorten zeegras voor: Groot zeegras (*Zostera marina*) en Klein zeegras (*Zostera noltii*). Zeegrasvelden worden gekenmerkt door een hoge biodiversiteit. Tot ca 1930 kwam Groot zeegras in grote hoeveelheid voor in de (voormalige) Zuiderzee en in de westelijke Waddenzee rond Wieringen en ten oosten van Texel. In 1932 brak een epidemie uit die een plotseling einde maakte aan de toen nog veelvuldig in vooral de westelijke Waddenzee voorkomende zeegrasvelden (den Hartog & Polderman 1975). De epidemie, veroorzaakt door een slijmzwamachtig organisme, viel samen met de afsluiting van de Zuiderzee. Aangezien de slijmzwamachtige normaalgesproken gewoon in het zeegras als gastheer leeft zonder tot een epidemie te lijden, is het aannemelijk dat de vertroebeling van het water bij de aanleg van de Afsluitdijk en de toenemende stroomsnelheid van water het zeegras zodanig verzwakten, dat een doorgaans onschuldig organisme plotseling een ziekteverwekker werd. Ook de ongebruikelijke warmte en bewolking in de jaren '30 (Reise et al. 2005), en menselijke exploitatie van zeegras (voor het maken van matrassen) kan hebben bijgedragen aan het verdwijnen van de zeegrasvelden. Voor Rotganzen, die veelvuldig op zeegras foerageerden en waarvoor in het najaar zeegras zelfs het voornaamste voedsel was, vormde de zeegras-epidemie een groot probleem. Momenteel zijn beide zeegrassoorten sterk achteruitgegaan en bedreigd en is er in het Nederlands deel van de Waddenzee nauwelijks nog sprake van zeegrasvelden; het zijn hooguit hier en daar nog wat plukjes.

In het westelijke deel van de Waddenzee komen alleen langs de kust van Terschelling nog

enkele kleine, maar betrekkelijk stabiele zeegrasveldjes voor (10 ha Groot Zeegras, 15 ha Klein Zeegras). In het oostelijke deel van de Waddenzee komt Groot Zeegras voor op een tweetal platen in de Eemsmonding bij Delfzijl (Hond en de Paap). Op de Paap groeide het oppervlak van Groot Zeegras in 10 jaar tijd van 2 ha naar 50 - 100 ha. Langs de Groninger noordkust komen beide zeegrassoorten in wisselende hoeveelheden voor ([www.zeegras.nl](http://www.zeegras.nl)). In 1999, en enkele daaropvolgende winters, werden de zeegrasvelden langs de Groninger noordkust ondanks een wettelijk verbod op het vissen op locaties met zeegras, door mechanische kokkelvisserij vernield (ca 60 ha; Ens et al. 2004). De gezamenlijke oppervlakte aan Klein zeegras in de Nederlandse Waddenzee werd in 1988/89 op 260 ha geschat, in 1996 en 1997 op slechts 13 ha.

Zeegrasvelden zijn voor schelpdieretende wadvogels mogelijk ook gunstig doordat het voorkomen van zeegras schelpdierpredatie door krabben bemoeilijkt en zodoende een voedselbron voor wadvogels 'beschermd'. Ook zou zeegras slib invangen uit de waterkolom en zodoende net als mosselbanken de helderheid van het water bevorderen (Reise et al. 2005), bescherming en voedsel bieden aan jonge vis, en erosie van wadplaten verminderen (CPSL 2001).

### Vissen

Een belangrijk onderdeel van het ecosysteem van de Waddenzee is vis. De totale biomassa van vis in het Waddenzee ecosysteem is relatief groot (Vorberg et al. 2005). Vissen zijn predatoren op verschillende trofische niveaus en worden zelf veel gepredeerd door vogels. Net als bij vogels, zijn sommige vissoorten vrijwel het gehele jaar door in de Waddenzee, terwijl andere soorten tijdelijke bezoekers van de Waddenzee zijn op doortrek naar de rivieren en terug of wanneer de omstandigheden voor de betreffende soort tijdelijk gunstig zijn. Veel jonge zeevis gebruikt de Waddenzee daarnaast om op te groeien (de kraamkamerfunctie). Een beschrijving van alle vissoorten die in de Waddenzee voorkomen reikt buiten het bereik van dit rapport. Hier geven we slechts de patronen van enkele vissoorten weer, vooral van die soorten die een belangrijke voedselbron voor vogels zijn.

De Driedoornige Stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*), die een belangrijke prooi-soort voor Lepelaars is, leeft in zout water maar trekt in het



voorjaar naar zoet water om te paaien. Dit is door de aanleg van dijken en sluizen een steeds groter probleem geworden voor Driedoornige Stekelbaarzen. De aanleg van visluizen (zoals op Texel en bij Friesland) helpen dit probleem voor een deel voorkomen (Wintermans 2003). Een andere kleine algemene vissoort in de Waddenzee, het Dikkopje (*Pomatoschistus minutus*), komt weinig aan het oppervlakte maar komt wel vooral voor in ondiepere delen van de Waddenzee. Als voedsel is het Dikkopje waarschijnlijk vooral interessant voor vogels die hun prooi onder water vangen, zoals Aalscholver, Fuut en Middelste Zaagbek, hoewel sterns er af en toe ook op zullen jagen. De aantallen Dikkopjes vertonen sinds 1980 geen duidelijk trend, maar vertonen grote fluctuaties. In figuur 3 staat het aantalsverloop in voorjaar en najaar gevangen in fuiken die op het zuiden van Texel in het Marsdiep staan opgesteld in het voor- en najaar. De maaswijdte van de netten is 16 mm, dus alle vis groter dan die afmeting kan hiermee gevangen worden. Het lage aantal Dikkopjes in het voorjaar ten opzichte van het najaar valt te verklaren met de groei van deze vissoort in voorjaar en zomer. Tijdens de intrek is het merendeel van de Dikkopjes nog kleiner dan de maaswijdte van 16 mm. Uit gegevens van bijvangsten door garnalenvissers in de Duitse Waddenzee bleek echter tussen 1955 en 1994 een duidelijke afname zichtbaar in de hoeveelheid gevangen Dikkopjes. Dit duidt op een afname van de populatie Dikkopjes, hoewel opgemerkt wordt dat het ook te maken kan hebben met een verplaatsing van de garnalenvisserij naar diepere wateren (Neudecker et al. 1999).

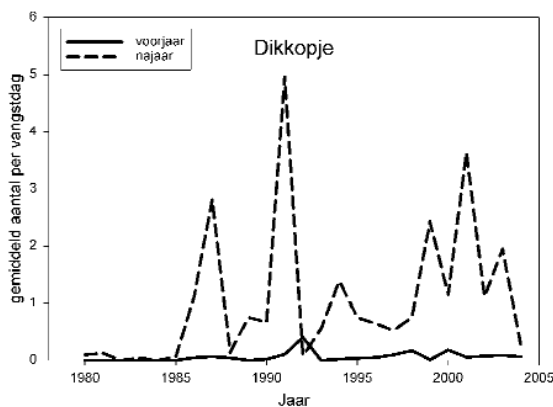


Fig. 3. Gemiddeld aantal Dikkopjes per vangstdag in voor- en najaar in de NIOZ-fuiken bij het Marsdiep. Bron: H.W. van der Veer & J.I.J. Witte, Koninklijk NIOZ.

Haring (*Clupea harengus*), Sprot (*Sprattus sprattus*), Smelt (*Ammodytes lanceolates*) en Zandspiering (*Ammodytes tobianus*) behoren tot de meest algemene pelagische vissoorten in de Waddenzee die in grote scholen voorkomen en een onmisbare voedselbron voor vogels zijn. De Waddenzee dient voor deze vissoorten als kraamkamer en daardoor komen er eigenlijk alleen kleine individuen (5-10 cm) voor die in het voorjaar de Waddenzee intrekken, daar in de zomer opgroeien en in het najaar weer de Noordzee intrekken. Deze vier vissoorten brengen de winter door in diep Noordzeewater. In de Waddenzee zwemt deze pelagische vis in grote scholen in de bovenste waterlaag en zijn daardoor belangrijk voedsel voor vogels die vanuit de lucht op vis jagen (met name sterns maar ook meeuwen) die er ook voor een belangrijk deel hun jongen mee voeren (o.a. Stienen en Brenninkmeijer 1992; Brenninkmeijer & Stienen 1992). In het algemeen zwemmen jongere dieren ondieper dan de oudere, een verschijnsel dat niet alleen bij Haring maar ook bij Schol (*Pleuronectes platessa*; Stienen & Brenninkmeijer 1992) bekend is. Zandspiering en Smelt wordt vaak door waterturbulentie naar het oppervlakte gedreven en is daardoor beschikbaar voor vogels die vanuit de lucht jagen (Veen 1977). Grotere roofvissen (zoals Makreel *Scomber scombrus*) en visjagende Aalscholers kunnen scholen dieper zwemmende vis ook naar het oppervlakte jagen waardoor deze weer voor sterns beschikbaar komt (Veen 1977).

Uit gegevens van pelagische vis uit gestandaardiseerde visvangsten in de Eems-Dollard-regio en de Meldorfer Bocht (Duitsland) blijkt dat

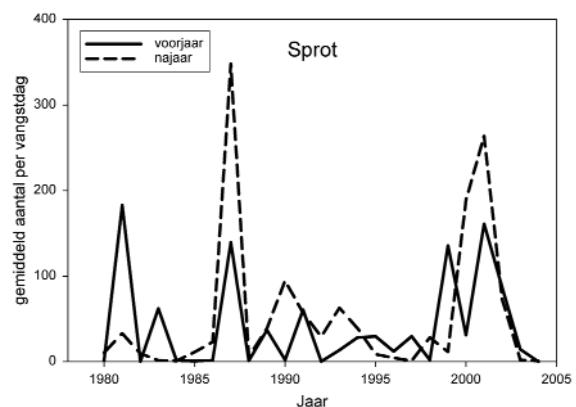


Fig. 4. Gemiddeld aantal Sprotten per vangstdag in voor- en najaar in de NIOZ-fuiken bij het Marsdiep. Bron: H.W. van der Veer & J. I.J. Witte, Koninklijk NIOZ.

het aantal Haringen sinds begin jaren '90 fluctueert en dat de Sprot een voortdurende achteruitgang laat zien sinds 1995 in de Meldorfer Bocht (Vorberg et al. 2005). Uit de lange-termijn gegevens van de fuikvangsten van het Koninklijk NIOZ blijkt een dergelijke achteruitgang van Sprot niet (figuur 4).

Haring en Sprot worden door sterns geprefereerd boven Zandspiering en Smelt vanwege de hoge vetgehaltes, en ze voeren hun jongen er graag mee (Brenninkmeijer & Stienen 1992; Stienen & Brenninkmeijer 1992). Jonge Haring trekt tussen februari en april de Waddenzee in en heeft dan een lengte van 2,5-3,5 cm en groeit in juni tot een lengte van 3 tot 5 cm. De kuikenperiode van Grote Sterns valt samen met de intrek van deze vier pelagische vissoorten. Na koude winters trekt deze vis echter later de Waddenzee in, waardoor dan voedselgebrek voor sternkuikens op kan treden (Teixeira 1979).

De Waddenzee is een uiterst belangrijke kraamkamer voor platvis, met name Schol (*Pleuronectes platessa*) en Tong (*Solea solea*). Deze platvis plant zich voort in de Noordzee waarna de larven met de getijdenstromen in de Waddenzee terechtkomen (van Rijnsdorp et al. 1985). Hier groeien de larven op tot kleine platvisjes die een belangrijke rol in het ecosysteem spelen doordat ze prederen op sifonen van schelpdieren en daarmee de voedselbeschikbaarheid van schelpdieretende vogels vergroten (zie 'Nonnetjes en Kokkels', pag. 14). Minstens zo belangrijk is platvis als voedselbron voor visetende vogels die onder water hun prooi vangen. Het dieet van Aalscholvers in de Waddenzee bestond voor maar liefst 79% (in gewicht) uit platvis (Leopold et al. 1998). Dit betrof met name de jonge platvis. Ook Lepelaars eten regelmatig platvis (Wintermans 2003). De meeste jonge platvis verlaat de Waddenzee weer in de winter, en een deel ervan komt in hun tweede levensjaar weer terug naar de Waddenzee, maar na de tweede winter keert de platvis er vrijwel nooit meer terug. Vanwege de kraamkamerfunctie van het Waddengebied is de zeer sterke achteruitgang van platvis in de Waddenzee erg verontrustend (Vorberg et al. 2005). De achteruitgang van de jonge platvis in de Waddenzee zou parallel lopen aan een algehele achteruitgang van de platvispopulaties, waarvan de oorzaak onbekend is (Vorberg et al. 2005). In figuur 5 is het aantalverloop van Schol (kleiner dan 16 cm) die de Waddenzee via het Marsdiep in en uittrekken

weergegeven. Ook hier uit blijkt de sterke achteruitgang sinds in ieder geval de begin jaren '80. Onbekend is waar deze achteruitgang door veroorzaakt wordt, maar dat overbevissing op platvis in de Noordzee, en bijvangst van jonge platvis in Noord- en Waddenzee een belangrijke rol hierin spelen is aannemelijk en verdient in ieder geval dringend aandacht.

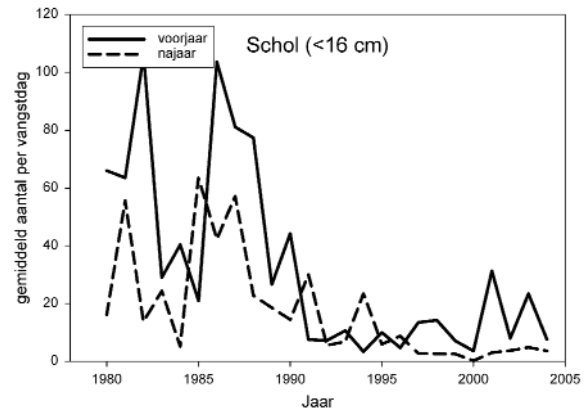


Fig. 5. Gemiddeld aantal Scholletjes kleiner dan 16 cm per vangstdag in voor- en najaar in de NIOZ-fuiken bij het Marsdiep. Bron: H.W. van der Veer & J. I.J. Witte, Koninklijk NIOZ.

Tot nu toe lijken de visetende vogels niet ernstig te lijden onder de achteruitgang van platvis. Waarschijnlijk komt dit doordat de meeste visetende vogels niet gespecialiseerd zijn op één prooi soort waardoor de achteruitgang van een bepaalde prooi gecompenseerd wordt door predatie op andere vissoorten. De sterke toename van Aalscholvers op de Waddenzee is in dat opzicht opmerkelijk aangezien de voornaamste prooi soort op de Waddenzee (platvis, met name Schol) sterk achteruitgaat. Onderzoek naar het huidige dieet van Aalscholvers zou hier opheldering over kunnen verschaffen.

Sterns, die vooral Haring Sprot en Zandspiering eten, kunnen gedeeltelijk overschakelen op garnalen, krabben en zelfs Zeeduidendpoten, Wadpieren en Mosselen als alternatieve prooidieren. Sommige sterns die in het Waddengebied broeden zoeken ook binnendijs in zoet water naar prooidieren. In hoeverre deze prooidieren daadwerkelijk een alternatief zijn voor Haring, Sprot, Zandspiering valt te bezien. In ieder geval zijn deze prooidieren niet voldoende of niet geschikt om een goed reproductief succes te be-

werkstelligen als na koude winters de pelagische vis later de Waddenzee in trekt (Teixeira 1979). Lepelaars, die platvisjes en Driedoornige Stekelbaarsjes eten, zullen het verminderde visaanbod voor een belangrijk deel kunnen opvangen met Garnalen.

### Hoogwatervluchtplaatsen

Vogels die voor hun voedsel afhankelijk zijn van de droogvallende wadplaten (steltlopers, in mindere mate meeuwen) kunnen hier alleen foerageren tijdens de laagwaterperiode. Tijdens hoogwater trekken deze vogels zich gezamenlijk terug in gebieden die dan droog blijven (kale zandplaten, kwelders, en binnendijkse polders), de zogenaamde hoogwatervluchtplaatsen. In Nederland bevindt zich zo'n 25% van de hoogwatervluchtplaatsen op kwelders, in Duitsland en Denemarken is het aandeel van de kwelders die dienst doen als hoogwatervluchtplaats, met 41-52% een stuk groter. Verder doen verschillende gebieden binnendijs dienst als rustplek tijdens hoogwater voor vele vogels. Dit betreft vaak agrarisch gebied (73-81%), maar in Sleeswijk-Holstein, Duitsland, bevinden de meeste binnendijkse hoogwatervluchtplaatsen zich in waterrijke gebieden (Koffijberg et al 2003).

Het gebruik van hoogwatervluchtplaatsen varieert van soort tot soort en hangt in sterke mate af van de afstand tot de dichtstbijzijnde geschikte foerageergebieden met laagwater (van de Kam et al. 1999). Als er te grote afstanden overbrugt moeten worden tussen foerageergebied en hoogwatervluchtplaats kan dit te veel kostbare foerageertijd en extra vliegkosten betekenen voor de vogels (Rogers 2003). Een vogelsoort als de Kanoet, die gedurende een getijdencyclus maar liefst 800 km<sup>2</sup> wad kan bestrijken, gebruikt binnen een getijdencyclus dus niet altijd dezelfde hoogwatervluchtplaats (Van Gils et al. 2000). Individuele Kanoeten, en andere vogelsoorten die grote gebieden gebruiken zullen dus per situatie beslissen welke hoogwatervluchtplaats op dat moment het gunstigst is.

Het open karakter van een hoogwatervluchtplaats is een belangrijke voorwaarde omdat dit voldoende uitzicht voor de vogels biedt om mogelijke predatoren (zoals valken) op grote afstand te detecteren. Tijdens de springtij-hoogwaters overtijnen Kanoeten liever op de open zandplaat Richel dan op Griend. Waarschijnlijk omdat de vogels door het hogere zeewaterniveau op Griend gedwongen worden dicht tegen het be-

groeide eiland te overtijnen waar ze een grotere kans hebben door roofvogels verrast te worden (Piersma et al. 1993a). Vooral in de koudere maanden van het jaar heeft het gezamenlijk overtijnen door veel vogels ook een energetisch voordeel, doordat de vogels elkaar uit de soms gure wind houden (Wiersma & Piersma 1994).

Doordat de bovengenoemde omstandigheden niet constant zijn (variatie in voedselbeschikbaarheid, onvoorspelbare aanwezigheid van roofdieren, springtij) is ook het gebruik van hoogwatervluchtplaatsen, gedurende een jaar en op verschillende locaties, erg variabel. Hoewel de allerbelangrijkste hoogwatervluchtplaatsen (zoals Griend en Richel in Nederland en Süderoogsand en Trischen in Sleeswijk-Holstein, Duitsland) gedurende het hele jaar grote hoeveelheden vogels herbergen, zullen door bovengenoemde variatie en het gebruik van omvangrijke foerageergebieden, veel vogelsoorten afhankelijk zijn van een netwerk aan geschikte hoogwatervluchtplaatsen (Koffijberg et al 2003).

Ook verstoring door menselijke activiteiten speelt een belangrijke rol bij het uitzoeken van een geschikte locatie om te overtijnen. Een analyse van Koffijberg et al. (2003) maakt duidelijk dat 80% van de hoogwatervluchtplaatsen in de Waddenzee bezocht wordt door recreanten en maar liefst 36% bloot staat aan matige tot zware recreatiedruk. Vooral tijdens het vakantie seizoen bleken vogels hoogwatervluchtplaatsen met een dergelijke recreatiedruk te mijden. Een met een radiozendertje voorziene Kanoet bleek juist tijdens een weekend op een hoogwatervluchtplaats in de westelijke Waddenzee (de Hengst) te vertoeven terwijl normaalgesproken de grotere hoogwatervluchtplaatsen Griend en Richel werden verkozen. Dit werd waarschijnlijk veroorzaakt doordat het in de weekenden op de Richel vaak druk is met recreanten terwijl er dan boven de Hengst en Vliehors juist geen militaire oefeningen met vliegtuigen plaatsvinden (Van Gils et al. 2000). Dergelijke noodgedwongen "keuzes" zullen ongetwijfeld consequenties hebben voor de vaak krappe trekschema's en energiebudgetten van veel vogels. Een gegarandeerde rust tijdens hoogwater op hoogwatervluchtplaatsen is van essentieel belang voor de bescherming van veel wadvogels en bovendien relatief eenvoudig te bewerkstelligen middels goede voorlichting aan recreanten door vogelwachters op de belangrijkste hoogwatervluchtplaatsen. Meer dan 80% van de hoogwatervluchtplaatsen ligt binnen de



Als kwelders kort begraasd worden door vee en gevrijwaard van verstoring kunnen ze dienst doen als hoogwatervluchtplaats voor steltlopers. Foto door Bernard Spaans.

Speciale Beschermingszones van de Europese Vogelrichtlijn en zouden dus niet verstoord mogen worden. Echter met name in Nederland en Nedersaksen vallen een groot aantal binnendijkse hoogwatervluchtplaatsen buiten deze richtlijngebieden, waardoor soorten als Wulp en Goudplevier die over het algemeen binnendijks overtijden, extra gevoelig zijn voor verstoring. Tijdens extra hoogwater (springvloed) worden dergelijke binnendijkse locaties in toenemende mate belangrijk voor de anders buitendijks overtijende vogels (Koffijberg et al. 2003).

#### 4. BEDREIGINGEN

Wadvogels worden op allerlei manieren bedreigd door menselijk ingrijpen. Deze bedreigingen zijn verschillend van aard. Ze kunnen op lange- of op kortere termijn een rol spelen. De bedreigingen kunnen zowel de overleving als de voortplanting van vogels ten negatieve beïnvloeden. Bepaalde menselijke ingrepen hebben direct een gevolg

voor de overleving van vogels (zoals afschot door jacht of een olieramp), terwijl andere indirect en minder zichtbaar de overleving beïnvloeden bijvoorbeeld doordat ze energetische consequenties hebben voor vogels of de voedselbeschikbaarheid verminderen (zoals verstoring of menselijke overexploitatie van prooidieren voor vogels). Wadvogels die gebruik maken van de Oost-Atlantische trekroute zijn onderhevig aan bedreigingen die langs de gehele route spelen. In dit hoofdstuk beperken we ons echter voornamelijk tot de bedreigingen die binnen de grenzen van de Waddenzee plaatsvinden. Van factoren die óók buiten de Waddenzee een rol spelen, zoals wereldwijde klimaatverandering, worden ook de effecten op andere delen van de Oost-Atlantische trekroute besproken.

##### **Mechanische kokkelvisserij**

Kokkels, één van de talrijkere schelpdieren in de Waddenzee, zijn niet alleen geliefd voedsel voor vogels maar worden ook door mensen geëxploi-

teerd voor consumptie. Al eeuwenlang vindt dit op een "handmatige" wijze plaats (zie 'handkokkelvisserij', pag. 22). Sinds de jaren '50 worden kokkels in de Nederlandse Waddenzee op mechanische wijze bevestigd (Dijkema 1997). Hierbij sleept een schip met een diepgang van zo'n 50 cm aan weerszijden van de boot een sleepkor over het wad van maximaal 1 meter breed. Op de voorkant van de zuigkor is een spuit bevestigd die met een sterke waterstraal de bovenste centimeters van het sediment losspuut. Een metalen strip aan de onderkant van de zuigkor schraapt de bovenste centimeters van het wad af en leidt deze in de richting van de zuigkor. Het sediment met daarin alle bodemleven wordt zo met een hydraulische pomp tijdens het varen aan dek gezogen. De kor bestaat uit een aantal spijlen die 15 mm van elkaar staan zodat alle kokkels van die minimale grootte achterblijven (en in de praktijk een lengte van minimaal 20 mm) en de kleinere bodemdieren weer overboord gaan (Ens et al. 2004).

Door een sterke aantoltoename van de kokkelboten (van 5 in 1961 tot 32 in 1981; Dijkema 1997) en de voortgaande mechanisatie van de vistechiek is de totale vangst sterk toegenomen de afgelopen tientallen jaren (Dijkema 1997; Ens 2003; figuur 6). Eind jaren '80 werd een kokkelvangst van 60 ton versgewicht kokkels per dag bereikt, en sinds die tijd zijn de gemiddelde dagvangsten per seizoen afhankelijk van de hoeveelheden aanwezige kokkels in het Waddengebied, en niet meer van de aantallen kokkelschepen (Ens 2003). De kokkelsector kon dus met een mi-

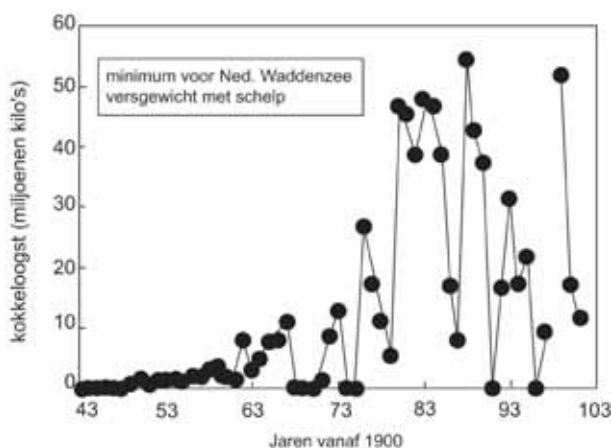


Fig. 6. De hoeveelheden kokkelaanlandingen (in miljoenen kg) uit de Nederlandse Waddenzee sinds 1900. De sterke toename sinds midden jaren '70 ondanks een vrijwel gelijk blijven van de kokkelvloot is het gevolg van sterke mechanisatie. Naar: Dijkema 1997.

nimaal aantal schepen jaarlijks de toegestane hoeveelheden kokkels volledig opvissen, indien ze in de Waddenzee aanwezig waren. Het kokkelvisseizoen duurde van eind augustus tot begin november. Mechanische kokkelvisserij in de Waddenzee is vergunningsplichtig, alleen bij een minimaal kokkelbestand dat gereserveerd werd voor Scholeksters en Eidereenden mocht in de daarvoor opengestelde gebieden, 69 % van het oppervlakte van de Nederlandse Waddenzee, gevestigd worden.

De mechanische kokkelvisserij werd een belangrijke bedreiging voor wadvogels. Op jaarbasis werd door mechanische kokkelvisserij gemiddeld 9.5% van de totale kokkelbiomassa in de Nederlandse Waddenzee weggevestigd (Kamermans et al. 2003). In deze getallen zijn de negatieve effecten van mechanische kokkelvisserij op broedval van jonge kokkels en de sterfte van jonge kokkels door mechanische bevestiging (Piersma et al. 2001a) niet meegenomen (Ens et al. 2004). In jaren waarin er zich weinig kokkels in de Waddenzee bevonden eiste de bevestiging van de schaarse kokkels een extra grote tol. Volgens modelberekeningen zouden door mechanische kokkelvisserij 15.000 minder Scholeksters in de Nederlandse Waddenzee kunnen voorkomen dan zonder deze visserij (Rappoldt et al. 2003). Voor uitgebreidere beschrijving van de effecten van mechanische kokkelvisserij op Eidereend, Kanoet en Scholekster verwijzen we naar de soortbeschrijvingen.

Een belangrijke reden waarom mechanische kokkelvisserij zo'n groot negatief effect op de natuurwaarden en vooral op schelpdieretende vogels had, was vanwege de negatieve effecten op langere termijn en doordat de visserij zich jarenlang geconcentreerd heeft op de delen van de Waddenzee met de hoogste dichtheden en de meeste soorten bodemfauna (Kraan et al. 2004). De bodemberoerende visserij had niet alleen een negatief effect op de grote kokkels die geschikt zijn voor menselijke consumptie, maar ook op de andere (kleinere) schelpdieren zoals het Kokkelbroed, Nonnetje en Strandgaper (Hiddink 2003; Kraan et al. 2004; Piersma et al. 2001a). Op verschillende wormachtigen lijkt de mechanische kokkelvisserij daarentegen een positief effect te hebben (Kraan et al. 2004). Het herstel van de oorspronkelijke bodemfauna na eenmalige bevestiging kan lang op zich laten wachten en zelfs acht jaar duren (Piersma et al. 2001a). Afhankelijk van de grootte van het oppervlakte



Geulen op het wad na mechanische kokkelvisserij. Deze bodemberoerende visserij heeft negatieve ecologische consequenties voor bodemdieren die een onmisbare voedselbron voor wadvogels zijn. Foto door Bernard Spaans.

van de bevissing kan herstel misschien zelfs achterwege blijven (Versteegh et al. 2004). Waarom de broedval van schelpdieren op door mechanische kokkelvisserij omgewoelde wadplaten verslechtert is niet goed bekend. Duidelijk is echter dat het sediment van de beviste wadplaten verandert (Zwarts et al. 2004) en mogelijk daardoor minder geschikt is voor vestiging van jonge schelpdierlarven (Piersma et al. 2001a). Van Gils (2004) liet bovendien zien dat kokkelbroed dat zich vestigt op door mechanische kokkelvisserij omgewoelde wadplaten een voor vogels ongunstigere vlees:schelp verhouding hadden vergeleken met onbeviste wadplaten. Sinds 1 januari 2005 is mechanische kokkelvisserij in de Waddenzee verboden (Ministerie van LNV 2004).

#### **Handkokkelvisserij**

Kokkels worden ook 'handmatig' bevestigd. Dat gebeurt met een zogenaamde kokkelklauw, een

soort hark waaraan een netje is verbonden. Door de hark door de wadbodem te trekken worden de kokkels in het net verzameld. Handkokkelvisserij vindt alleen in de Nederlandse Waddenzee plaats. Ook in Britse estuaria wordt handmatig op kokkels gevestigd. De hoeveelheden kokkels die jaarlijks in de Waddenzee handmatig werden gevestigd varieerden tussen 1995 en 2001 tussen de 0,05 en 0,55 miljoen kg kokkelvlees (Kamermans et al. 2003). Sinds het verbod op mechanische kokkelvisserij in de Nederlandse Waddenzee heeft de handkokkelvisserij meer ruimte gekregen. Momenteel zijn er 20 vergunninghouders die in 74% van de Nederlandse Waddenzee 5% van de totaal in de Nederlandse Waddenzee aanwezige kokkels mogen opvissen (Ministerie van LNV 2004). Vergeleken met de gemiddelde jaarlijkse vangst van 7,1% van het Nederlandse kokkelbestand door mechanische kokkelvisserij, is de toegestane vangst van 5% van het totale kokkelbestand in de Nederlandse Waddenzee niet

veel minder dan de kokkeloogsten de afgelopen jaren. De 20 vergunninghouders zijn echter niet in staat om de toegestane quota te bevissen. De afgelopen jaren werd slechts tussen de 0,01 en 0,9% van het totale kokkelbestand opgevist, een factor 5 tot 500 minder dan toegestaan. In de maanden juni en juli 2005 werden in totaal door 19 vergunninghouders ruim 706.000 kg vleesgewicht Kokkels handmatig opgevist (pers. meded. B. Keus). Als het aantal vergunde handkokkelvisserij in de Nederlandse Waddenzee de komende jaren toe zal nemen, en daadwerkelijk 5% van het totale kokkelbestand in de Nederlandse Waddenzee jaarlijks weggevoerd mag worden, zal dit zeer waarschijnlijk significante gevolgen hebben voor de voedselvoorziening van schelpdieretende vogels, met name Scholeksters. Dat zal zeker zo zijn wanneer er door natuurlijke variatie weinig Kokkels in de Waddenzee aanwezig zijn. In dergelijke situaties, wanneer de wadvogels het moeilijker hebben, is 5% van het totale bestand in absolute termen minder veel en wellicht wel geheel weg te vissen door 20 vergunninghouders. Juist in dergelijke winters zal handkokkelvisserij een groot nadelig effect op wadvogels kunnen hebben.

Op slikkige wadbodems is fysisch en biologisch herstel na handkokkelen langzamer dan op zandige wadbodems (Dernie et al. 2003). Deze hersteltijd is bovendien afhankelijk van het oppervlak van het beviste gebied. Kleinere beviste gebiedjes (9 m<sup>2</sup>) herstellen sneller dan een groter bevist oppervlak van 36 m<sup>2</sup> (Kaiser et al. 2001). Vergeleken met onbeviste gebieden is de schade aan ondermaatse Kokkels in handkokkelgebiedjes drie keer zo hoog, maar dit effect is in de meeste gevallen binnen een jaar hersteld. De langer levende bodemdieren en -planten, de zogenaamde 'ecosysteembouwers', zoals Mosselen, kokerwormen en zeegras, zijn echter gevoeliger voor bodemberoering door handkokkelvisserij dan de korter levende soorten en herstel van handkokkelvisserij kan in die gevallen jaren duren (Kaiser et al. 2001).

Doordat handkokkelvisserij langdurig op vaak dezelfde plekken in de Waddenzee actief zijn kan dat lokaal tot verstoring van vogels leiden. In gevallen waarin handkokkelvisserij voor meerdere dagen op een bepaalde kokkelbank actief zijn, kan dit er bijvoorbeeld toe leiden dat de uiterst plaatstrouwe Scholeksters een hele periode niet efficiënt kunnen foerageren op die locaties. Het is aan te bevelen dat handkokkelvisserij slechts

maximaal een aantal dagen een bepaalde locatie mogen bevissen zodat op de betreffende locatie de grotere Kokkels niet uitgeput worden en de verstoring van wadvogels beperkt blijft. Het gebruik van felle lichten tijdens het handkokkelen in het donker (observatie B. Spaans) zal zeer waarschijnlijk 's nachts foeragerende steltlopers verstoren.

### Mosselvisserij

Aangezien mosselbanken een erg belangrijke functie vervullen in het ecosysteem van de Waddenzee, niet in de laatste plaats omdat ze een relatief voorspelbare voedselbron voor vogels zijn, bestaat er in alle drie de Waddenzee-landen een wettelijke bescherming van mosselbanken. Veruit de belangrijkste aantasting van het areaal aan mosselbanken in de Waddenzee wordt veroorzaakt door visserij op mosselzaad (schelpenlengte tot 3 cm). Vooral dit mosselzaad wordt van wilde mosselbanken opgevist en verplaatst naar percelen in of zelfs buiten de Waddenzee (zoals naar Zeeland). Op deze percelen worden de Mosselen in dichtheden voor een optimale groei neergelegd. Nadat de Mosselen op de percelen in de Waddenzee groot genoeg zijn om voor menselijke consumptie verhandeld te worden (zogenaamde consumptiemosselen van 4-5 cm lang en zo'n 2-3 jaar oud) worden ze weer opgevist en verplaatst naar percelen in Zeeland om te "verwateren", waarbij de Mosselen zich ontdoen van zand door hun aanwezigheid in minder slibrijk water. De mosselpercelen in de Waddenzee worden gevrijwaard van natuurlijke predatoren zoals Zeesterren en krabben (Vorberg 2005). Het uiteindelijke lot van deze natuurlijke predatoren op de mosselpercelen, die ook prooidieren van sommige wadvogels zijn, en om hoeveel dieren het gaat die jaarlijks verwijderd worden, is onduidelijk. Ook foeragerende Eidereenden worden van de mosselpercelen verjaagd (hoewel illegaal). De laatste jaren schijnt dit minder vaak te gebeuren, omdat mosselvisserij naar eigen zeggen in de gaten kregen dat dit verjagen niet het gewenste effect van minder predatie door Eidereenden had (mond. meded. M. de Jong, Stichting Wilde Kokkels).

In Nederland wordt mosselvisserij beperkt tot jonge mosselzaadbanken waarvan aangenomen wordt dat ze instabiel zijn en buiten de permanent voor visserij gesloten gebieden liggen. Dit betreft met name sublitorale Mosselen; het Nederlandse sublitoraal is, op een klein areaal

aan geulen bij Rottum en Balgzand na, volledig opengesteld voor mossel(zaad)visserij. Doordat de broedval van jonge Mosselen van jaar op jaar fluctueert zijn ook de vangsten veranderlijk (Bult et al. 2004). Over het algemeen vindt broedval in het sublitoraal regelmatig plaats en matige tot goede broedval vindt eens in de twee jaren plaats. Echter, sinds 1990 is de omvang van de broedval van sublitorale Mosselen sterk afgenomen (Bult et al. 2004). De sublitorale mosselzaadbanken worden van oudsher zeer zwaar bevestigd met als gevolg dat de meeste Mosselen op deze banken niet ouder wordt dan 2 jaar (Vorberg 2005).

In Nedersaksen mogen jonge Mosselen worden gevestigd op grote delen van de droogvallende platen terwijl in Sleeswijk-Holstein (zaad)mosselvisserij niet is toegestaan in het litoraal en in grote delen van het sublitoraal. In Denemarken mag er op beperkte schaal, zowel in het litoraal als in het sublitoraal op Mosselen gevestigd worden, hoewel er sinds 1992 alleen in het sublitoraal daadwerkelijk gevestigd werd. Deze beperkende maatregelen hebben echter niet weten te voorkomen dat de natuurlijke mosselbestanden in de Waddenzee sinds de jaren tachtig afnemen (De Vlas et al. 2005). Overbevising door mosselzaadvisserij is de voornaamste oorzaak van deze negatieve ontwikkeling (Ens et al. 2004). Door zware overbevising op litorale mossel(zaad)banken in de begin jaren '90 in combinatie met een afwezigheid van broedval van Mosselen (Beukema 1993b), zijn litorale mosselbanken toen vrijwel verdwenen uit de Waddenzee. Sinds 1993 is er enige wettelijke bescherming van de litorale mosselbanken, hoewel in 1994 en 2001 mosselzaadvisserij op de wadplaten werd toegestaan. Aangezien de litorale mosselbanken slechts langzaam herstellen (Ens et al. 2004), en enige bescherming genieten tegen visserij, richten mosselvisserij zich vooral op de natuurlijke sublitorale mosselbanken. In het sublitoraal is de broedval redelijk voorspelbaar en de groei van de Mosselen hoger dan op de wadplaten. Bovendien hebben sublitorale Mosselen een dunnere schelp dan de litorale mosselen en worden vanwege de lage schelp:vlees verhouding geprefereerd door zowel mosselvisserij als Eidereenden (Ens & Kats 2004).

Afhankelijk van de hoeveelheid sublitoraal mosselzaad, wordt jaarlijks tot 100% van het mosselzaad opgevestigd en naar de percelen verplaatst, zodat de ontwikkeling van natuurlijke su-

blitorale mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee onmogelijk is (Kamermans et al. 2003b). Een duidelijke indicatie voor deze overbevising is ook het gegeven dat ondanks een sterke toename in het motorvermogen van de mosselschepen (van 40.000 pk in 1992 naar ruim 50.000 pk in 2002 voor de hele vloot) de aanvoer van Mosselen sinds 1994 drastisch afgenomen is (105 miljoen kg in 1992, naar 40 miljoen kg versgewicht in 2002) (Kamermans et al. 2003b).

In toenemende mate wordt er geëxperimenteerd met hangcultures, waarbij mossellarven zich vestigen op draden waarvan ze later geogogt kunnen worden. Het voordeel van deze "hangmosselen" is dat er geen mosselzaad van de wadbodem gevestigd hoeft te worden en op kan groeien tot een natuurlijke mosselbank.

### Garnalenvisserij

Naast Mosselen spelen ook Garnalen (*Crangon crangon*) een erg belangrijke rol in het waddenecosysteem. Als één van de talrijkste macrofauna in de Waddenzee zijn Garnalen belangrijk voedsel voor veel vogels en vissen. Als predatoren van bijvoorbeeld schelpdierlarven hebben ze ook op die manier een grote invloed op het ecosysteem. Garnalen trekken zich in de winter terug in de Noordzee en trekken in het voorjaar weer massaal de wadplaten op waar ze de hele zomer verblijven.

De garnalenvisserij is de meest omvangrijke visserijtak in de Waddenzee. De meeste visserij vindt plaats in sublitorale delen van de Waddenzee en de laaggelegen litorale wadplaten. Hier worden grote, erg fijnmazige, netten door de garnalenboten met behulp van zware boomkorren over de wadbodem gesleept. Er worden in de hele Waddenzee ongeveer 500 vergunningen voor garnalenvisserij afgegeven waarvan het grote merendeel in Nederland en Duitsland. De vangst bedroeg in 2000 zo'n 8,6 miljoen kg en in 2002 7,5 miljoen kg (Ens et al. 2004). De aanlandingen van Garnalen in Nederland, Duitsland en Denemarken samen is de afgelopen 25 jaar gestegen met zo'n 280 ton per jaar.

Garnalenvisserij is in de hele Waddenzee toegestaan, ook in gebieden die gesloten waren voor schelpdiervisserij, maar beperkt zich veelal tot de (randen van de) wadgeulen. Bovendien mag er niet gevestigd worden op locaties met meerjarige mosselbanken, mosselpercelen, zeegrasvelden en dichtbij rustende zeehonden.





Meer kennis over mogelijke bijvangsten en bodemberoering door garnalenvisserij is noodzakelijk.

Oorspronkelijk was de garnalenvisserij een sterk seizoensgebonden visserijtak met een zwaartepunt van de activiteiten in de zomer en herfst en geen visserij in de winter. Door het gebruik van steeds grotere schepen en modernere techniek is het echter mogelijk geworden om diepere (Noordzee)wateren te bevissen en het visseizoen te verlengen. Deze wintervisserij vindt vooral door Nederlandse garnalenvissers plaats, die voor zo'n 80% van de totale garnalenvangsten in deze periode verantwoordelijk zijn (Buschbaum & Nehls 2003). Voor de populatie Garnalen is vooral de visserij in de winter schadelijk omdat in deze periode veel vrouwtjes eitjes dragen (Temming & Damm 2002) en garnalenvisserij daardoor waarschijnlijk een direct negatief effect op de volgende jaarklasse Garnalen heeft (Neudecker 2001).

De schadelijke effecten van garnalenvisserij beperken zich echter niet tot de Garnalen alleen. De gevolgen voor niet-doelsoorten zijn minstens zo groot doordat de met boomkorren over de wadbodem gesleepte netten schade aanrichten aan bodemfauna. Zo heeft garnalenvisserij mogelijk negatieve effecten op de vestiging van nieuwe mosselbanken. Nog schadelijker is de bij-

vangst van ondermaatse Garnalen, jonge platvis en andere niet-doelsoorten die tot 80% van de vangsten kan uitmaken (Walter & Becker 1997). Hoewel dit nooit goed onderzocht is zou het goed mogelijk zijn dat de sterke achteruitgang van platvis in de Waddenzee voor een substantieel deel veroorzaakt wordt door garnalenvisserij. Het merendeel van de bijvangsten wordt direct weer overboord gegooid en overleven dit niet. Hier profiteren verschillende meeuwensoorten, die vissende garnalenschepen volgen van (Camp-huysen & Garthe 1999). Door de toenemende modernisering van de garnalenvloot blijven de aanlandingen van Garnalen stijgen ondanks dat de vlootomvang terugloopt (Buschbaum & Nehls 2003). De aantallen Garnalen nemen ondanks deze stijgende vangsten niet zichtbaar af in de Nederlandse en Duitse Waddenzee en Noordzeekustzone (ongepubliceerde gegevens RIVO). Daarbij moet wel opgemerkt worden dat er grote jaarlijkse verschillen bestaan in de ruimtelijke verspreiding en omvang van de Garnalen in de Waddenzee (Siegel et al. 2005).

Economisch gezien is er sprake van overbevising; doordat teveel Garnalen op de markt worden gebracht daalt de prijs ervan. Ecologische

schade is een logisch gevolg van deze ontwikkeling (Buschbaum & Nehls 2003). Naast betere kennis over de omvang van de bijvangsten is er ook dringend behoefte aan kennis over de effecten van garnalenvisserij op de bodemfauna. Er is weliswaar gesuggereerd dat garnalenvisserij de afgelopen 100 jaar heeft bijgedragen aan de achteruitgang van bodemfauna in de Waddenzee (Buhs & Reise 1997), maar gedegen kennis hierover is er niet.

### Mechanische pierenvisserij

In de Waddenzee worden Wadpieren *Arenicola maritima* met laagwater door mensen uit de wadbodem verwijderd. De Wadpieren dienen als aas voor de sportvisserij. De pierenvisserij gebeurt zowel 'handmatig' (met behulp van een schop of riek) als met mechanische graafmachines. Jaarlijks worden er naar schatting zo'n 18 miljoen Wadpieren mechanisch en zo'n 14 miljoen handmatig opgevisst (van den Heiligenberg 1987). Dit is slechts een zeer kleine fractie van de totale hoeveelheid Wadpieren in de Waddenzee, maar kan lokaal een significant effect hebben op de dichtheid Wadpieren en dus ook op vogels die Wadpieren eten (zoals bijvoorbeeld Wulpen). Mechanische pierenvisserij vindt tijdens hoogwater plaats waarbij tijdens het spitten geulen van ongeveer 0,4 - 1 meter diep en 1 meter breed gegraven worden. Deze geulen blijven lange tijd zichtbaar. In Beukema (1995) is een foto afgedrukt van deze sporen. Tijdens de mechanische pierenvisserij wordt alle aanwezige bodemfauna (en veel schelpgruis) gezeefd, waarbij een heel groot deel van de bodemfauna het loodje legt (van den Heiligenberg 1984; 1987). Ook op de langere termijn heeft deze bodemberoerende visserij ernstige gevolgen voor de lokale Wadpierenpopulatie. In 4 jaar tijd werd in een gebied van 1 km<sup>2</sup> bij het Balgzand (Westelijke Waddenzee) de dichtheid van Wadpieren geleidelijk aan gehalveerd. Hierna verplaatste de pierenvisserij zich naar een ander deel van het Balgzand (Beukema 1995). Inmiddels hebben de mechanische pierenspitters het Balgzand verlaten omdat de dichtheid Wadpieren aanzienlijk was afgenomen, en de beschikking gekregen over nieuwe gebieden in het westelijk Waddengebied.

De effecten op de totale biomassa aan bodemfauna waren nog groter. Strandgapers (*Mya arenaria*), die voor de bevissing de helft van de totale biomassa van het studiegebied uitmaakten, was na vier jaar mechanische pierenvisserij lo-

kaal uitgestorven. Ecologisch herstel van deze visserijvorm duurde meerdere jaren (Beukema 1995). Hoewel de omvang van de mechanische pierenvisserij (qua oppervlakte) beperkt is, is deze visserijvorm ecologisch zeer schadelijk. Bovendien kan (mechanische) pierenvisserij ook aanzienlijke verstoring van foeragerende wadvogels veroorzaken, zeker als een bepaald gebied vaak en langdurig wordt bezocht.

### Exoten

Een belangrijke bedreiging van ecosystemen wereldwijd is de introductie van organismen in gebieden waar deze van nature niet voorkwamen en vanwege natuurlijke barrières ook niet voor zouden kunnen komen zonder menselijke introductie.

In de relatief soortenarme Waddenzee komen steeds meer geïntroduceerde soorten voor. Eenmaal gevestigd is het vrijwel onmogelijk dergelijke exotische soorten te verwijderen of onder controle te houden zonder schadelijke bijwerkingen aan andere onderdelen van het (natuurlijke) ecosysteem (Reise et al. 2005). De meeste exotische invertebrate organismen worden in de Waddenzee geïntroduceerd via internationale scheepvaart (ballastwater) en via aquacultures. In de Waddenzee zijn inmiddels 52 soorten bekend die via introductie in het ecosysteem terecht zijn gekomen. Het merendeel lijkt geen grote effecten te hebben op de oorspronkelijke biota, maar enkele soorten kunnen mogelijk nog sterk in aantal toenemen, het oorspronkelijke habitat veranderen en oorspronkelijke soorten verdrijven (Reise et al. 2005). Hier beperken we ons tot de beschrijving van twee bekende exotische schelpdieren, de Amerikaanse Zwaardschede (*Ensis americanus*) en de Japanse Oester (*Crassostrea giga*).

Geïntroduceerde soorten kunnen een probleem worden voor het Waddenzee-ecosysteem, en dus uiteindelijk ook een effect hebben op de vogelstand. Dit gebeurt bijvoorbeeld als een voor vogels niet-eetbare exotische soort een belangrijke prooi soort verdringt. Het kan ook voorkomen dat een voor vogels min of meer eetbare soort geïntroduceerd wordt in de Waddenzee. Zo is de Amerikaanse Zwaardschede een voedselbron geworden voor Eidereenden en Zwarte Zeeëenden (Wolf en Meininger 2004). Hoewel de Amerikaanse Zwaardschede, zoals aanvankelijk gedacht, niet helemaal vrij is van parasitaire trematode-larven, zijn ze minder vaak besmet dan

bijvoorbeeld Kokkels (Reise et al. 2005). Daarmee zouden de Amerikaanse Zwaard-schedes dus een gezondere voedselbron voor Eidereenden kunnen zijn dan de oorspronkelijke tweekleppige schelpdieren. Door hun langwerpige vorm zijn deze exotische schelpdieren waarschijnlijk echter moeilijker door te slikken. Kanoeten eten in ieder geval vanwege de lengte zelden Amerikaanse Zwaard-schedes. Een klein experiment bewees dat als de schelpen in stukjes geknipt worden, Kanoeten ze wel degelijk eten (Piersma & Dekinga ongepubliceerde gegevens).

Een bekender voorbeeld van een geïntroduceerde schelpdiersoort is de Japanse Oester die sinds 1964 in West-Europa, inclusief de Waddenzee met commerciële bedoelingen werd geïmporteerd om de door overbevising uitgestorven Platte Oester (*Crassostrea edulis*) te vervangen. Ondanks dat de pogingen tot introductie van korte duur waren, blijkt de Japanse Oester sinds 2003 verspreid over de hele Waddenzee voor te komen. Ecologisch gezien is de Japanse Oester een heel andere soort dan de oorspronkelijke Platte Oester. De Platte Oester heeft een beperktere temperatuur- en zouttolerantie en kwam (daardoor) vooral in het sublitoraal voor, terwijl de Japanse Oester op de droogvallende wadplaten in dichte banken voorkomt en de extremere temperaturen van het litoraal tolereert. De Platte Oester is dunner dan de Japanse en mede daardoor geschikter om gegeten te worden door vogels.

Als de Japanse Oester zich weet uit te breiden in de Waddenzee zou dit een ecologisch probleem kunnen worden. De oesterbanken kunnen erosie en sedimentatie van wadplaten beïnvloeden. Door het overgroeien van wadplaten en mogelijk via competitie om fytoplankton en het wegfilteren van larven, kunnen Japanse Oesterbanken de oorspronkelijke schelpdiersoorten als Kokkel en Mossel ten negatieve beïnvloeden. Voorlopige experimenten en observaties suggereren dat de predatiedruk op Japanse Oesters door Zeesterren en krabben lager is dan op oorspronkelijke tweekleppigen, en ook parasitaire infecties lijken minder vaak voor te komen (Reise et al. 2005). Voor vogels is de Japanse Oester niet geschikt als voedsel. Dit zou, in combinatie met verwachte hogere gemiddelde watertemperaturen, er op termijn toe kunnen leiden dat de Japanse Oester zich in de Waddenzee dominant manifesteert ten koste van voor vogels belangrijke voedselbronnen als Kokkel en Mossel. Dit ge-

vaar dreigt tegenwoordig ook vlak bij de Banc d'Arguin aangezien daar in 2005 een Japanse Oesterkwekerij is opgezet.

De toekomst zal uit moeten wijzen of Japanse Oesters daadwerkelijk een ecologisch probleem zullen vormen. In september 2003 stierf onverwacht lokaal soms 80% van de exotische schelpdieren (N. Dankers pers. comm). Tussen augustus 2003 en augustus 2004 verdween ook het overgrote deel van de grote Japanse Oestervelden (van 2-3 km<sup>2</sup>) zuidwestelijk van de Richel (A. Dekinga & T. Piersma pers. obs.).

Naast de introductie van exotische, niet-oorspronkelijke, soorten in de Waddenzee, worden ook veel inheemse soorten uit andere West-Europese getijdengebieden in de Waddenzee geïntroduceerd. De laatste jaren waarin de broedval van Mosselen tegenvalt, wordt meer dan de helft van de Mosselen op de Nederlandse mosselpercelen geïmporteerd uit met name Duitsland en Ierland. Gezien de vele jaarlijks ontdekte nieuwe exotische mariene organismen in de Oosterschelde (Wolff 1999), waar veel internationaal transport van schelpdieren plaatsvindt, is het redelijkerwijs aannemelijk dat dit internationaal schelpdiertransport verantwoordelijk hiervoor is. Het is niet goed bekend wat de effecten van dit grootschalige transport van schelpdieren zijn, maar de kans op inbreng van parasieten en infecties en op 'genetische vervuiling' (Luttikhuisen et al. 2002) is aanwezig.

### Ruimtelijk ontwikkelingen

In het dichtbevolkte West-Europa wordt continu gebouwd. Ruimtelijke ontwikkelingen in de buurt van de Waddenzee leiden tot het directe verlies van geschikte foerageer-, broed-, en rustgebieden van wadvogels. Daarnaast zorgt extra bebouwing en havenuitbreiding ook tot meer menselijke activiteiten in het Waddengebied zowel tijdens als na de bouwwerkzaamheden. Deze activiteiten leiden vrijwel altijd tot verstoring van vogels en vergroot bovendien de kans op calamiteiten. Bestaande plannen om vaargeulen van veerboten te verleggen of uit te diepen zullen bovendien een negatief effect op de ecologie van de Waddenzee hebben doordat de baggerwerkzaamheden leiden tot een langdurige vertroebeling van het zeewater met minder doorzicht en verminderde algengroei tot gevolg en doordat lokaal de bodemfauna aangetast zal worden door het baggeren.

### Windturbines

In de nabije toekomst zal de door windmolens opgewekte energie waarschijnlijk toenemen. Volgens de huidige plannen zal er in de komende 10 jaar voor duizenden megawatt windmolenparken in of nabij Europese zeeën worden geïnstalleerd. Tijdens de Klimaat Conventie van de Verenigde Naties is er in het Kyoto-protocol door verschillende landen vastgelegd dat er in 2012 ten opzichte van 1990 gemiddeld 5% minder broeikasgassen mogen worden uitgestoten. De EU-landen hebben zichzelf een afname van 8% minder broeikasgassen binnen dezelfde tijdspanne opgelegd. Hierbij wordt gestreefd naar een verdubbeling van de zogenaamde duurzame energie (o.a. wind- en zonne-energie) waarvan zo'n 50.000 MW afkomstig van windenergie (Duwind 2001). In veel Europese landen zijn sindsdien plannen aangekondigd, en gedeeltelijk al gerealiseerd, om windmolenparken aan te leggen in of nabij Europese zeeën. De windmolenparken hebben een omvang van 30-40 molens op het land tot 1000 molens met een hoogte tot 150 meter op de open zee, die afzonderlijk een oppervlakte tot enkele 100 km<sup>2</sup> zullen beslaan. Dergelijke oppervlaktes zijn nodig vanwege de lage opbrengst per windturbine (tot 2 megawatt per turbine). Veel van de geplande en reeds uitgevoerde plannen voor deze omvangrijke (offshore) windmolenparken plaats zullen vinden op locaties langs de Oost-Atlantische trekroute, vaak in of nabij de Waddenzee vanwege het open landschap met veel wind. Er is dus voldoende reden om stil te staan bij de mogelijke gevolgen die dit kan hebben op de daar voorkomende vogels.

In een uitgebreid literatuuroverzicht van Witte & van Lieshout (2003) zijn de bestaande wetenschappelijke studies naar de effecten van windturbines op vogels samengevat. Deze effecten vallen in drie gevolgen voor vogels uiteen: (1) verstoringeffecten, (2) habitatverandering en (3) sterfte of verwondingen door aanvaringen met windturbines.

#### *Verstoringseffecten van windmolens*

Windmolenparken worden vaak gemeden door vogels. Dit voorkomt weliswaar aanvaringen maar het kan voor vliegende vogels tijdens de trek, tijdens foerageervluchten of op weg van of naar hoogwatervluchtplaatsen extra hoge vliegcosten tot gevolg hebben. Door barrièrewerking van een windmolenpark kan dit er toe leiden dat sommige gebieden niet meer gebruikt worden

door vogels. Zo leidde de plaatsing van windturbines bij hoogwatervluchtplaatsen van verschillende wadvogels (Goudplevieren, Zilverplevieren, Wulpen, Bonte Strandlopers en Kieviten) bij Cuxhaven (Duitsland) tot een sterk verminderd verbruik van deze hoogwatervluchtplaatsen door de vogels. De lijnopstelling van tien turbines werd nauwelijks gepasseerd door vogels. De opstelling vormde zo een barrière tussen de binnendijkse rust- en foerageergebieden en de Waddenzee (Clemens & Lammen 1995). Op lokale kustbroedvogels hebben windturbines over het algemeen weinig versturende effecten, hoewel dit verschilt tussen vogelsoorten en lokale omstandigheden (Witte & van Lieshout 2003). Een onderzoek naar de effecten van windmolenparken in zee voor de kust van Denemarken op overwinterende Eidereenden toonde aan dat de eenden ook tussen de windturbines foerageerden en geen effect hadden op lokale aantallen, verspreiding en foerageergedrag (Guillemette et al. 1998; 1999). Wel kan het Deense windmolenpark een barrière vormen voor vliegende groepen Eidereenden. Zo'n 7% van de vliegende Eidereenden boog af voor het windmolenpark (Tulp et al. 1999). Ook meeuwen, ganzen en steltlopers vliegen over of om een windmolenpark heen en zullen hierdoor grotere vliegcosten maken en mogelijk andere foerageerbeslissingen nemen. In het algemeen lijken grote groepen vogels sneller een windmolenpark te mijden dan groepen kleiner dan 50 individuen (Witte & van Lieshout 2003). Aangezien er het hele jaar door grote groepen vogels in de Waddenzee voorkomen en barrièrevorming optreedt, zal het aanleggen van windmolens in (de omgeving van) de Waddenzee ongetwijfeld negatieve effecten hebben op de wadvogels.

#### *Habitatverandering door windmolens*

Een ander voor wadvogels relevant aspect van windmolenparken is dat ze door hun fysieke aanwezigheid het habitat veranderen dat voor vogels beschikbaar is om te foerageren en/of rusten. Onderzoek in de Oostzee toonde aan dat de aanleg van een windmolenpark een beperkte invloed had op waterstroming en sediment en de lokale effecten op de bodemfauna werden dus niet verwacht (Witte & van Lieshout 2003). Een belangrijker aspect is de sluiting van visserij in de omgeving van een windmolenpark. Dit zal een effect hebben op de bodemfauna en windmolenparken kunnen zodoende dienen als vluchtplaatsen voor



Het verstorend effect van windturbines doordat foerageergebieden gemeden worden of vogels omvliegen heeft waarschijnlijk een groter effect op vogelpopulaties dan aanvaringen. Foto door Bernard Spaans

vis die daardoor mogelijk visetende vogels als duikers, futen en Aalscholvers kan aantrekken (Witte & van Lieshout 2003).

#### *Aanvaringen met windturbines*

Van binnenlandse windmolenparken wordt gesuggereerd dat het aantal botsingen van vogels, die onvermijdelijk een dodelijke afloop hebben, met windmolens relatief laag is. Als windmolens echter op locaties geplaatst zijn waar hoge dichtheden trekvogels gestuwd doortrekken, zoals bij Tarifa in Zuid-Spanje (Percival 2005) en op plekken waar veel grote vogels op thermiek cirkelend (zoals grote roofvogels en ooievaars) langstrekken, kan het aantal botsingen echter aanzienlijk zijn. Aangezien deze grote langlevende vogels een hoge jaarlijkse overleving hebben en een relatief lage productiviteit kan zelfs een kleine extra sterfte door botsingen met windmolens relatief grote (negatieve) gevolgen hebben voor de populatie-ontwikkeling. Hetzelfde geldt voor eenden en verschillende steltlopers in de Waddenzee. In een Deens offshore windmolenpark werden ech-

ter geen botsingen van Eiders eenden geregistreerd (Exo et al. 2003).

Desalniettemin lopen wadvogels gevaar te botsen met windmolens. Trekkende steltlopers vliegen over het algemeen op grote hoogte en zullen weinig in aanraking (kunnen) komen met windmolenparken. Tijdens dagelijkse foerageervluchten vliegen daarentegen vrijwel alle wadvogels lager dan 100 meter, vaak lager dan 50 meter, en komen dus in het bereik van de windmolens (van der Winden et al. 1999). Vooral 's nachts met nieuwe maan, en in regen en mist is de kans op botsingen groot (Spaans et al. 1998). De meeste vogels vliegen 's nachts dichters langs windmolens dan overdag en er vinden dan ook meer botsingen plaats (Winkelman 1990). Er zijn echter ook aanwijzingen dat vogels in slechte weersomstandigheden de neiging hebben lager te vliegen, maar minder risico nemen en als er slecht zicht is niet tussen windmolens door vliegen maar eromheen (Spaans et al. 1996). Dat suggereert dat (waarschijnlijk lokale) vogels hun gedrag kunnen aanpassen aan de aanwezigheid van windmolenparken. Dat bleek ook uit een studie naar de foerageervluchten van meeuwen en sterns in de broedtijd in relatie tot lijnopstellingen van windturbines. De vogels bleken zich weinig aan te trekken van de windturbines, mogelijk doordat ze in de broedtijd er sneller aan wennen dan buiten het broedseizoen (van den Bergh et al. 2002).

#### **Jacht**

In Nederland vind geen jacht op wadvogels plaats, maar in Denemarken mocht en mag gejaagd worden op Wulpen, Scholeksters, Zilverplevieren, Rosse Grutto's, Tureluurs en ganzen (van de Kam et al. 1999). De vogeljacht op wadvogels in het Waddengebied wordt echter beperkt en de omvangrijke jacht op Wulpen in Denemarken is in 1994 verbannen. Dit had meteen tot gevolg dat deze verstoringgevoelige soort die vroeger tijdens het jachtseizoen het Deense Waddengebied verliet, er tegenwoordig in toenemende mate weer verblijft (Rösner et al. 2000). Jacht heeft twee negatieve effecten op wadvogels. Enerzijds leidt afschot direct tot de dood van wadvogels. Anderzijds zorgt jacht voor een aanzienlijke verstoring waardoor vogels minder tijd kunnen foerageren, meer vliegkosten maken en soms gedwongen worden in minder geschikte gebieden te foerageren of rusten (zie "Verstoring" pag. 30). Jacht kan een aanzienlijk effect hebben op populatie-niveau. Zo worden in

de Scandinavische landen jaarlijks zo'n 115.000 Eideeenden afgeschoten, waarvan het merendeel in Denemarken. Tot 1970 werden in Denemarken jaarlijks zelfs zo'n 170.000 Eideeenden per jaar afgeschoten (Desholm et al. 2002). Dat jacht een aanzienlijke invloed kan hebben op wadvogels bleek onder andere toen de jacht op Rotganzen afgeschaft werd en de populatie vervolgens vertienvoudigde (Ebbinge 1992). In Franse Waddengebiedjes langs de Atlantische kust wordt er ook op steltlopers gejaagd. Terugmeldingen van geringde Scholteksters die tijdens strenge vorst de Waddenzee verlaten en Franse getijdengebieden opzoeken betreft vrijwel altijd geschoten exemplaren (Hulscher 1989).

Het verstorend effect van jacht kan nog veel groter zijn dan de daadwerkelijke afschot doordat de vogels door bejaging veel schuwer worden en op geschikte locaties niet meer foerageren of rusten vanwege verstoring. Dit leidt dan tot een aanzienlijke areaalvermindering. Om die reden is ook de jacht op hazen -die vaak op kwelders plaatsvindt- een bedreiging voor wadvogels, zeker als deze in de nabijheid van hoogwatervluchtplaatsen of belangrijke foerageergebieden van vogels (onder andere eenden en ganzen) plaatsvindt. Een beschrijving van de negatieve effecten door verstoring in zijn algemeenheid is hieronder te vinden.

### Verstoring

De natuurwaarden van de Waddenzee hebben een grote aantrekkingskracht op mensen die er graag recreëren. Recreatie is dan ook een erg belangrijke bron van inkomsten van het Waddengebied. Menselijke aanwezigheid in het Waddengebied kan echter tot soms aanzienlijke verstoring van vogels leiden. Dit geldt natuurlijk niet alleen voor recreatie, maar ook voor activiteiten als militaire oefeningen in het Waddengebied, vaarbewegingen (zowel beroepsvaart als recreatievoertuigen). Zo hebben ook militaire oefeningen met straaljagers en pleziervliegtuigjes een groot effect op foeragerende Kanoeten. Kanoeten mijden belangrijke foerageergebieden als er militaire oefeningen met laagvliegende straaljagers plaatsvinden en als ze er voorkomen zijn de vogels onrustig en sneller verstoord door andere verstoringsbronnen zoals de verschijning van 2-3 mensen (Koolhaas et al. 1993). Tussen de verschillende verstoringsbronnen is weer een hele gradatie aan te brengen van rustige en kort-

urende verstoringen tot hevige verstoringen van langere duur (Hockin et al. 1992).

Zo variabel als verstoringen zijn, zo variabel zijn ook de gevolgen van verstoringen en de reacties van vogels daarop. Een verstoring wekt een stressreactie bij vogels op die zich uit in veranderde concentraties van verschillende hormonen in het bloed van vogels. De verhoogde hormoonconcentraties leiden tot aanpassingen in gedrag en fysiologie en helpen vogels adequaat op de verstoring te reageren (bijvoorbeeld Wingfield & Ramenofsky 1999). Dergelijke aanpassingen hebben energetische kosten of ongunstig gedrag tot gevolg. De reactie kan variëren tussen een tijdelijk verhoogde hartslag tot het voor altijd verlaten van een gebied (Krijgsveld et al. 2004). Afwezigheid van een zichtbare reactie hoeft dus zeker niet altijd te betekenen dat er geen negatieve gevolgen van menselijke aanwezigheid op wadvogels zijn.

Verstoringen zullen van geval tot geval beoordeeld moeten worden, omdat ze van soort tot soort en in ruimte en tijd verschillen. Vogels besluiten al dan niet te vluchten in reactie op een verstoring afhankelijk van (1) voedselbeschikbaarheid en -behoefte, (2) aanwezigheid en afstand tot alternatieve geschikte foerageergebieden in de omgeving, en de bij vogels aanwezige kennis daarover, (3) de kans op predatie, en (4) investeringen in een locatie, zoals een gevestigd (voedsel)territorium, kennis over het gebied of een nest met jongen of eieren (Krijgsveld et al. 2004). wadvogels zijn bijvoorbeeld moeilijker te verstoren vlak na een hoogwaterperiode wanneer ze een grote motivatie om te foerageren ('honger') hebben. Een kleine verstoring aan het eind van een laagwaterperiode zal meestal eerder leiden tot een vertrek uit een gebied, bijvoorbeeld naar een hoogwatervluchtplaats, dan aan het eind van een hoogwaterperiode (Marsden 2000). Toch wil dit verschil in reactie niet per definitie zeggen dat verstoring minder kwaad kan vlak na hoogwater. Hoewel er misschien geen vluchtgedrag optreedt zal een verhoogde hartslag en een onvermijdelijke verminderde voedselopname, op een moment dat de vogel juist grote behoefte aan voedsel heeft, negatieve consequenties voor vogels hebben.

Individueel herkenbare Scholeksters die tijdelijk werden verstoord konden het verlies aan foerageertijd compenseren door langer te foerageren wanneer de verstoring korter dan een uur duurde (Urfi et al. 1996). In getijdengebieden zo-

als de Waddenzee is het vaak echter niet mogelijk om verloren foerageertijd te compenseren omdat de voedselopnamesnelheid vaak al maximaal is en foerageren tijdens hoogwater onmogelijk voor Scholeksters. Na verstoring door wadlopers keren Wulpen en Scholeksters geleidelijk terug naar de gebieden waar ze verstoord werden. Echter twee uur na verstoring was de vogeldichtheid in het verstoord gebied nog niet de helft van de oorspronkelijke dichtheid vóór verstoring (Spaans et al. 1996). Dit geeft aan dat een ogenschijnlijk kleine verstoring, zoals wandelende wadlopers, lokaal grote consequenties kan hebben als deze te lang of te frequent plaatsvindt. Dit komt doordat in die gevallen de verloren foerageertijd niet gecompenseerd kan worden. Dit zal dan leiden tot minder vogels die foerageren in een geschikt gebied en tot verminderde overleving of reproductie doordat er geen voldoende voedselreserves opgebouwd kunnen worden voor een trekvlucht of broedseizoen (Krijgsveld et al. 2004).

Voor het Waddengebied is het van groot belang aan recreanten en andere mogelijke menselijke bronnen van verstoring duidelijk te maken welke soorten verstoringen wel en niet aanvaardbaar zijn, en wanneer. Zo is het zeer aan te bevelen hoogwatervluchtplaatsen goed te be-

schermen tegen verstoring. Het bezoeken van een hoogwatervluchtplaats tijdens laagwater zal meestal echter weinig kwaad kunnen. Verstoringgevoelig zijn ook de concentraties ruiende Eideren Bergeenden op de Waddenzee en deze vogels zijn absoluut gebaat bij een gegarandeerde rust (en voldoende voedsel) op deze locaties tijdens de relatief korte ruiperiode. Daarnaast zijn verschillende broedvogels kwetsbaarder dan andere. Op het strand broedende Dwergsterns en Strandplevieren zijn relatief zeldzaam en bijzonder verstoringgevoelig. Het jaarlijks tijdig lokaliseren en afzetten van broedlocaties van deze soorten (en indien nodig goed controle en voorlichting) zal deze soorten ten goede komen. De belangrijkste gebieden met tijdelijk aanwezige hoge wadvogelconcentraties of kwetsbare (broed)vogels vrijwaren van verstoringen zou goed te realiseren moeten zijn door middel van een goed beheer van de Waddenzee met goede voorlichting aan en in samenspraak met de verschillende menselijke gebruikers van de Waddenzee.

Voor een uitgebreidere behandeling van de verstoringgevoeligheid van verschillende wadvogels afhankelijk van de omstandigheden verwijzen we naar het literatuuroverzicht van Krijgsveld et al (2004).



Vogelverstoring door toegenomen recreatiedruk kan voorkomen worden door goede voorlichting aan gebruikers van de Waddenzee. Foto door Bernard .

### Klimaatverandering

De temperatuur van de aarde verandert snel ten gevolge van klimaatverandering. Sinds de 19e eeuw is de wereldwijde gemiddelde temperatuur met zo'n  $0,6 \pm 0,2$  °C gestegen en de verwachting is dat de komende eeuw wereldwijd de gemiddelde temperatuur zal stijgen met 1,4- 5,8 °C met grote lokale verschillen. Met deze temperatuurstijging wordt verwacht dat biogeografische zones zich in de richting van de polen verschuiven. Arctische habitats, die niet verder noordwaarts kunnen opschuiven, zullen ten gevolge hiervan aanzienlijk in oppervlak verminderen (IPCC 2001).

#### *Effecten op toendra*

De voorspelling is dat toendragebieden aan de kust zullen verdwijnen door zeespiegelrijzing (Rehfish & Crick 2003). Cramer (1997, in Lindström & Agrell 1999) voorspelt een afname van de oppervlakte aan toendragebieden van 65% over een groot gebied van de arctis. Aangezien veel steltlopers en ganzen die in de Waddenzee doortrekken en overwinteren op de (hoog-) Arctische toendra broeden, kan de ver-

dwijning van een aanzienlijk deel van dit habitat op (langere) termijn een probleem vormen voor deze vogelsoorten als ze zich niet weten aan te passen aan een veranderende omgeving.

Klimaatverandering zal de soortensamenstelling en aantallen van insecten waarschijnlijk beïnvloeden en er is al bewijs dat de verspreiding van insecten aan het veranderen is door klimaatverandering (Parmesan 1996). Er is gesuggereerd dat door hogere temperaturen in toendragebieden op de korte termijn de hoeveelheid en verscheidenheid aan insecten zouden kunnen toenemen ten gunste van Arctisch broedende steltlopers (Lindström & Agrell 1999). Insecten zijn op de toendra echter al erg talrijk op het moment dat steltloperkuikens opgroeien. Het is dan de vraag of opgroeiende steltloperkuikens beperkt zijn in het insectenaanbod en of de steltloperkuikens nog meer kunnen profiteren van een toename in insecten. Daarnaast varieert het insectenaanbod op de toendra van jaar tot jaar en ook tussen gebieden, en zijn lange-termijnstudies in verschillende gebieden nodig om inzicht te krijgen in het effect dat klimaatverandering heeft op het insectenaanbod voor steltloperkuikens.



Klimaatverandering kan grote gevolgen hebben op de Arctische broedgebieden van wadvogels.



De groeisnelheid van steltloperkuikens, zoals de Kanoet, is sterk afhankelijk van het insectenaanbod tijdens de groeiperiode (Schekkerman et al. 2003). Kanoetenkuikens in Siberië kwamen uit het ei wanneer het insectenaanbod op de toendra alweer aan het afnemen was. De aanvang van het broedseizoen op de toendra wordt echter bepaald door de hoeveelheid sneeuw die in het vroege broedseizoen, begin juni, nog aanwezig is (Green et al. 1977). Deze late start voorkomt dat Kanoetenkuikens op kunnen groeien op het moment dat de meeste insecten aanwezig zijn (Schekkerman et al. 2003). Als door klimaatverandering de neerslag in toendragebieden toe zal nemen en in het vroege voorjaar de sneeuw langer zal blijven liggen, zal dit het uitkomen van insecten en de aanvang van het broeden van steltlopers vertragen.

Een ander mogelijk gevaar van klimaatverandering is het naar het Noorden verschuiven van de verspreiding van parasieten die voorheen niet op de toendra voorkwamen (Piersma & Lindström 2004). Veel lange-afstandstreckende steltlopers hebben mogelijk een slecht ontwikkeld immuunsysteem en leven, min of meer noodgedwongen, in parasiet- en ziektekiem-arme gebieden, zoals zoute milieus en koude Arctische gebieden (Piersma 1997). Blootstelling van steltlopers zonder adequaat immuunsysteem aan dergelijke parasieten zal er dan toe kunnen leiden dat populaties in aantal af zullen nemen doordat ze de infecties niet de baas kunnen. De ontwikkeling van een mogelijke energetisch kostbaar immuunsysteem zal dan onvermijdelijk zijn en mogelijk ten koste gaan van andere (eveneens energetisch dure) aanpassingen van de vogels, zoals bijvoorbeeld een snelle groei van de kuikens (Piersma 1997).

#### *Effecten tijdens trekvlucht*

Veel wadvogels zijn lange-afstandstreckers die bijvoorbeeld van West-Afrika naar de Waddenzee vliegen, en/of vanuit de Waddenzee naar Arctische broedgebieden zoals in Siberië. Om te bezuinigen op deze lange trekvluchten die energetisch en fysiologisch het uiterste van de vogels vragen, maken deze vogels handig gebruik van gunstige rugwinden. Het is aannemelijk gemaakt dat deze vluchten zelfs niet succesvol voltooid kunnen worden bij gebrek aan deze rugwinden (Piersma & Jukema 1990; Piersma & van de Sant 1992). Dit werd duidelijk aan de hand van de aantallen Kanoeten langs de Atlantische kust

van Frankrijk tijdens de voorjaars trek die sterk blijken te correleren met de afwezigheid van geschikte rugwinden. Normaalgesproken vliegen de meeste Kanoeten in een non-stopvlucht van West-Afrika naar de Waddenzee, maar in jaren zonder gunstige rugwinden waren meer Kanoeten gedwongen om in Frankrijk "nood-stopovers" te maken (Smit & Piersma 1989; Piersma 1994). Op deze manier zijn deze trekvogels mogelijk kwetsbaar voor klimaatverandering als hierdoor de heersende windrichtingen of de sterkte van de winden veranderen. De vogelbevolking van de Waddenzee is dus afhankelijk van deze getijdengebieden in Frankrijk om uit te wijken als de windcondities ongunstig zijn.

#### *Effecten op Waddengebieden*

##### *Wadplatenareaal*

Vanwege de voorspelde wereldwijde temperatuurstijging, wordt tot 2100 een verandering in zeespiegelrijzing verwacht van gemiddeld 48 cm (9 – 88 cm). Ook zal het aantal stormen, neerslag en de gemiddelde golfhoogte toenemen (IPCC 2001; Verbeek 2003). Deze verwachte klimaatverandering zal ook van invloed zijn op Waddengebieden en de daar voorkomende vogels. Door de toenemende neerslag zal er meer zoet water via de rivieren de Waddenzee instromen met een daling van de saliniteit tot gevolg (van Aken 2003). Voorspeld wordt overigens dat de gevolgen van klimaatverandering door temperatuurstijging en zeespiegelrijzing op het ecosysteem tot 2050 klein zullen zijn (Oost et al. 2005) en zich pas daarna in grotere omvang zullen manifesteren. De geomorfologie van de Waddenzee is dankzij een continu transport van sediment, dat steeds weer geherdistributeerd wordt, in een dynamisch evenwicht. De verwachting is dat het getijdensysteem voor een mogelijk door klimaatverandering veroorzaakte zeespiegelrijzing zal compenseren door, netto meer sediment de Waddenzee te importeren. Deze sedimentatie wordt voor een groot deel gevoed met zand afkomstig van zandsuppleties die worden uitgevoerd aan de Noordzeekust van de Waddeneilanden. De enige voorwaarde voor een dergelijke compensatie is echter dat de toename in zeespiegelrijzing min of meer constant is. Aan deze compensatie zitten bovendien natuurlijke grenzen; voor de Nederlandse Waddenzee is bekend dat de droogvallende wadplaten in omvang zullen afnemen (niet meer droog vallen) als

de zeespiegelstijging groter is dan 30-60 cm/eeuw, afhankelijk van het bassin waarin de wadvlaktes zich bevinden (Oost et al. 2005), maar dat een zeespiegelstijging die de 30-60 cm/eeuw goed kan worden opgevangen door sedimentatie (Hoeksema et al. 2004). In het verleden zou zeespiegelrijzing resulteren in een verschuiving van de wadplaten landinwaarts, maar dijken belemmeren een dergelijke verplaatsing met als gevolg dat de hogere wadplaten zullen veranderen in lage, terwijl de huidige lage wadvlakten zullen verdrinken (Beukema 2002). Natuurlijke mosselbanken en zeegrasvelden bevorderen sedimentatie en verminderen de eroderende effecten van een toenemende golfslag. Voor de West-Afrikaanse Waddengebieden in Guinee-Bissau en Mauritanië, die niet omringd zijn door dijken geldt dit uiteraard niet, en lijkt een verplaatsing van waddengebieden landinwaarts mogelijk. Zeker in combinatie met de voortgaande vernietiging van natuurlijke mosselbanken en



Landaanwinningswerken in Sleeswijk-Holstein; een manier van kustverdediging.

zeegrasvelden, zal de voorspelde toename in het aantal stormen, een groot effect hebben op de stabiliteit van het waddensediment. Om die redenen wordt aangeraden natuurlijke mosselbanken niet te bevissen en eventueel zelfs te 'herinstalleren', en om grote zeegrasvelden te planten (CPSL 2001).

#### *Macrozoöbenthos*

Door de mogelijke afname van de hoeveelheid droogvallende wadplaten wordt ook een afnemende biomassa van zoöbenthos voorspeld (Ens & Brinkman in Oost et al. 1998), de temperatuurstijging zal mogelijk leiden tot een veranderde soortensamenstelling van de benthische fauna (Beukema 2002; Drent 2004). Doordat vooral de hoger gelegen wadplaten die van belang zijn als kraamkamer voor jonge zoöbenthos, met name Wadpier (*Arenicola marina*) en Nonnetje (*Macoma balthica*; Reise 1987), die in een later levensstadium naar lager gelegen wadplaten migreren (Hiddink et al. 2002) gevaar lopen te verdwijnen (te veranderen in "lagere" wadplaten), zou zeespiegelrijzing serieuze consequenties kunnen hebben voor de populaties van deze soorten (Beukema 2002). De voorspelde toename in het aantal stormen zal een negatief effect hebben op de natuurlijke mosselbanken en de zeegrasvelden die met hoge stroomsnelheden van het water weg kunnen spoelen. Door een toegenomen golfslag zal ook de samenstelling van het sediment kunnen veranderen en dit kan ook gevolgen hebben voor de benthische fauna en dus de wadvogels die hier op prederen (Austin & Rehfisch 2003). Samengevat zullen deze voorspelde ontwikkelingen, in combinatie met mogelijk een afname in het aantal geschikte hoogwatervluchtplaatsen een negatief effect hebben op de (schelpdieretende) wadvogels.

Voorzichtigheid is wel geboden met voorspellingen van dergelijke doemscenario's: tot nu toe zijn serieuze veranderingen (afnamen) in het oppervlakte aan wadplaten achterwege gebleven bij zeespiegelrijzingen tot 3-4 mm per jaar (Beets et al. 1994). Alleen met een verdubbeling van de huidige zeespiegelrijzing van 2 mm/jaar zijn veranderingen in zoöbenthos te verwachten, en het is daarnaast de vraag of deze effecten te onderscheiden zijn van de sowieso al grote natuurlijke variatie in zoöbenthische biomassa (Beukema 2002).

*Kwelders*

Een stijgende zeespiegel betekent ook dat kwelders die de Waddenzee omringen vaker overspoeld zullen worden met zeewater. Dit heeft gevolgen voor de begroeiing van kwelders die waarschijnlijk zal afnemen als de vegetatie niet genoeg sediment invangt (Oost et al. 2005). Daarnaast kan door de toegenomen golfslag erosie van kwelders plaatsvinden. Uiteindelijk zal dit gevolgen hebben voor vogelsoorten waarvoor kwelders een belangrijk habitat is zoals de Rotgans en Tureluur.

*Temperatuurstijging*

Tegelijkertijd zal met een klimaatverandering niet alleen de zeespiegel (extra) rijzen, maar zal ook de gemiddelde temperatuur toenemen. Een stijging van de watertemperatuur in de westelijke Waddenzee wordt al sinds 1980 waargenomen (van Aken 2003). Koude winters, die tussen 1961-1991 eens in de 10 jaar voorkwamen zullen volgens voorspellingen in 2080 vrijwel volledig achterwege blijven (Parry 2001). Dit zal dan waarschijnlijk ernstige negatieve consequenties hebben voor de soortensamenstelling van de benthos in de Waddenzee, bijvoorbeeld door het achterwege blijven van jaren met goede broedval die meestal volgt op strenge winters (Beukema et al. 2001) of door veranderde interacties tussen soorten (Phillipart et al. 2003; Drent 2004).

*Voorspellende waarde van klimaatsmodellen*

Hoe de omgeving er door een veranderend klimaat uit zal komen te zien is moeilijk nauwkeurig te voorspellen. De Waddenzee is echter voor veel vogels van groot belang en voor veel typische gespecialiseerde wadvogels zijn er weinig alternatieve uitwijkmogelijkheden om te overwinteren of bij te tanken tijdens de trek. Het is daarom niet ondenkbaar dat wadvogels gevoelig zijn voor de gevolgen van klimaatverandering. Desalniettemin zijn er voor zover wij weten geen aanwijzingen dat de verspreiding en aantallen van wadvogels de afgelopen 50 jaar beïnvloed zijn door veranderingen in klimaat (Piersma & Lindström 2004). In plaats van het maken van op drijfzand gebaseerde "voorspellingen" van hoe klimaatveranderingen in de toekomst onze wadvogels zullen beïnvloeden, is het verstandiger om de vinger aan de pols te houden. Door van enkele strategisch uitgekozen wadvogelsoorten de aantalsontwikkelingen, gedrag en aanpassingen voor een langere periode te bestuderen, kunnen

de wadvogels ons zelf vertellen hoe de (hun) wereld zich ontwikkelt (Piersma & Lindström 2004; zie ook hoofdstuk 6).

Daarnaast zou geprobeerd kunnen worden om de Waddenzee te vrijwaren van verstoringen die, in tegenstelling tot klimaatverandering, veel makkelijker onder controle te houden of krijgen zijn. Op die manier is de kans het grootst dat het ecosysteem de gevolgen van klimaatverandering kan opvangen het grootst.

**Gaswinning**

De winning van gas vindt in het Waddengebied plaats in alledrie de waddenlanden. Hier beperken we ons tot wat er bekend is over de gevolgen van gaswinning in het Nederlandse Waddengebied. Bij Ameland en Zuidwal (nabij Griend) vindt al voor langere tijd gaswinning plaats en ook het onttrekken van gas uit de velden van Slochteren, die voor een deel onder de Waddenzee liggen, heeft gevolgen voor de Waddenzee. Wat is nu het effect van deze gaswinning? Door het weghalen van gas uit de bodem zal deze dalen; er ontstaat een bodemdalingsschotel, die bij Zuidwal 11 cm en bij Ameland, waar ook gas gewonnen wordt 32 cm bedraagt. De bodemdaling in de Waddenzee ten gevolge van gaswinning uit de gasbel van Slochteren zal maximaal zo'n 34 cm bedragen (Hoeksema et al. 2004). Gezien de voorspelde zeespiegelrijzing ten gevolge van klimaatverandering lijkt het intuïtief een slecht idee om gas te winnen uit de bodem van de Waddenzee. Bodemdaling zal leiden tot een kleinere oppervlakte aan wadplaten dat droogvalt en beschikbaar is voor wadvogels. De sedimenthouding in de Waddenzee is echter dynamisch en met elke getijdenstroom wordt er sediment uit de Noordzee (voornamelijk zand dat door zandsuppleties op de Noordzeestranden van de Waddeneilanden is gestort) de Waddenzee ingevoerd, en verdwijnt er ook weer sediment uit de Waddenzee. Door de korte, felle vloedstroom en de langzame ebstroom is er in de Waddenzee sprake van een netto sedimentimport. Zolang de bodemdaling gecompenseerd wordt door sediment uit de Noordzee zal de omvang van de wadplaten dus niet dalen. Door deze natuurlijke sedimentatie is de Waddenzee in staat om de natuurlijke zeespiegelstijging van 18 cm/eeuw te overleven. Er zijn aanwijzingen dat de hoeveelheid sedimentatie recht evenredig is met de snelheid van zeespiegelstijging. Een sterkere stijging van de zeespiegel wordt dan gecompenseerd

door een verhoogde sedimentatiesnelheid. Omdat zeespiegelstijging en bodemdaling in principe hetzelfde effect hebben is het mogelijk dat sedimentatie de bodemdalingschotel opvult. Metingen in het veld laten zien dat dit inderdaad het geval is. De bodemdaling zal dan uiteindelijk worden gecompenseerd door een verhoogde snelheid van sedimentatie. (Hoeksema et al. 2004).

In een dynamisch gebied als de Waddenzee moeten dergelijke metingen echter per situatie beoordeeld worden en zal de sedimentatie alleen de bodemdaling kunnen compenseren als het gas niet te snel wordt gewonnen. Tot nu toe hebben er alleen detailstudies naar de effecten van gaswinning bij Ameland plaatsgevonden, een gebied waarvan de bodemdalingschotel voor een groot deel onder het eiland ligt. Wat nu uiteindelijk de effecten op de wadplaten en de daar voorkomende macrozoöbenthos zijn is nog onduidelijk. Er zijn geen aanwijzingen dat de gaswinning heeft geleid tot veranderingen in aantallen of soortsaamenstelling van trekvogels bij Ameland, en het aantal broedvogels bleef stabiel (Hoeksema et al. 2004).

### Vervuiling

Xenobiotische stoffen, stoffen die niet van biogeochemische oorsprong zijn, maar door mensen gemaakt, stromen via het IJsselmeer en de rivieren de Waddenzee in en kunnen schadelijk zijn. De stoffen hopen zich op in diersoorten die een hoger trofisch niveau in de voedselketen hebben. Door de filterende werking van schelpdieren, zoals Mosselen, worden er veel verschillende xenobiotische stoffen in teruggevonden. Uiteindelijk belanden deze stoffen in vogels die van schelpdieren leven. Hetzelfde geldt voor vis die de giftige stoffen in het lichaamsvet opslaat. Visetende vogelsoorten (vooral sterns), staan het hoogst in het voedselweb van de in dit rapport beschreven vogelsoorten en lopen het hoogste risico schade te ondervinden door xenobiotica (Becker & Muñoz Cifuentes 2005).

In de jaren '60 had dit een dramatisch effect op sterns, Scholeksters en Eidereenden in de Waddenzee die stierven aan een hoge concentratie landbouwgif dat via de Rijn in de Waddenzee terecht kwam. De gifstoffen werden in het vet van de vogels opgeslagen, en in het geval van de



Boortoren bij Zuidwal, westelijke Waddenzee. De geplande gaswinning zal vanaf het vaste land gebeuren.

Eidereenden aangesproken tijdens het broeden (broedende vrouwtjes Eidereenden teren op eerder aangelegde vetreserves tijdens de broedperiode). Vele Eidereenden stierven op het nest. Ook de gelegde eieren en, als daar sprake van was, de kuikens van de sterns, meeuwen, Eidereenden en Scholeksters waren in slechte staat en overleefden niet (Veen 1977; Veen & van de Kam 1988).

Veel xenobiotische stoffen worden heel slecht afgebroken en kunnen jarenlang in het Waddenzee-ecosysteem terug worden gevonden, zelfs als er geen of nauwelijks input in het ecosysteem meer is. Veel van de 'oude bekende' xenobiotische stoffen, zoals polychloorbifenylen (PCB's), hexachloorbenzeen (HCB) en tributyl tin (TBT), die inmiddels verboden zijn of waarvan het gebruik beperkt wordt, komen nog steeds in de Waddenzee voor. Over het algemeen nemen de concentraties ervan langzaam af, hoewel in de hogere trofische niveaus de stoffen langzamer verdwijnen. De Deense Waddenzee is relatief het schoonst, terwijl de Elbe-monding en het centrale deel van de Duitse Waddenzee het meest chemisch vervuild zijn. Dit komt tot uitdrukking in de concentraties van xenobiotische stoffen in de eieren van onderzochte Visdief en Scholekster in deze gebieden. In de Nederlandse Waddenzee nemen de concentraties van de meeste chemicaliën af van west naar oost (Becker & Muñoz Cifuentes 2005). Uit de concentraties in de vogeleieren wordt duidelijk dat veel xenobiotische stoffen via de Rijn en de Eems in de Waddenzee terechtkomen (Becker & Muñoz Cifuentes 2005). Ophoping (bio-accumulatie) van xenobiotische stoffen in vogels hebben negatieve gevolgen voor het reproductief succes. Sinds 1990 zijn de concentraties van de meeste xenobiotische stoffen afgenomen. Sommige chemicaliën nemen sinds 1998 echter weer toe, wat wijst op nieuwe input in het ecosysteem of op remobilisatie van deze persistente stoffen uit het sediment (door baggerwerkzaamheden bijvoorbeeld). De concentraties van xenobiotische stoffen zijn momenteel over het algemeen echter zo laag dat er geen verschillen in reproductief succes van Visdieven in relatief sterk en weinig vervuilde locaties in de Duitse Waddenzee werden gevonden (Becker et al. 2003). Niet zo lang geleden, midden jaren negentig, speelde vervuiling echter wel degelijk nog een rol en bleek het reproductief succes van Visdief, Stormmeeuw en Zilvermeeuw negatief beïnvloedt door vervuiling met organochlorinen (Muñoz Cifuentes 2004).

Aan de lopende band worden er nieuwe toxische stoffen ontwikkeld die in het mariene milieu terug worden gevonden, en effecten hebben op bijvoorbeeld de groei van diatomeeën, de fotosynthese van algen de hormoonhuishouding van verschillende organismen. Aangezien veel van de stoffen via platvis en schelpdieren accumuleren in vogels blijft het van belang de kwaliteit van het Waddenzeewater te controleren.

Een ander belangrijk gevaar zijn de (illegale) lozingen van olie door de scheepvaart. Zeevogels die in een olievlek terechtkomen raken besmeurd en hun vliegvermogen en waterdicht verkleed wordt aangetast. Meestal overleven de vogels deze vervuiling niet en sterven op zee waarna ze vaak aanspoelen op het strand (bijvoorbeeld Camphuysen 1989). Dergelijke lozingen kunnen desastreus zijn als deze grote groepen Eider, Berg- of Zwarte Zeeëenden op de geconcentreerde ruiplekken in de nazomer zou treffen. Olie op het wad (door een ramp bijvoorbeeld) zou ook desastreus zijn voor het bodemleven en mogelijk ook wadvogels bevuilden.

### Eutrofiëring

Eencellige algen vormen de basis voor het ecosysteem en algengroei is, naast voldoende licht, in sterke mate afhankelijk is van de voedingsstoffen die de Waddenzee in stromen. Veel nitraten en fosfaten komen via de rivieren, zoals de Rijn (en vervolgens verdund met Noordzeewater) de Waddenzee in en vormen daar een voedselbron voor algen, die vervolgens weer gegeten worden door wormen en schelpdieren. Toch is het niet zo dat er een directe relatie bestaat tussen de hoeveelheden voedingsstoffen die via de rivieren de Waddenzee in komen en de groei van algen, zeegras en uiteindelijk bodemdieren. Als er te veel voedingsstoffen de Waddenzee in komen heeft dit allerlei nadelige effecten.

De Rijn was de afgelopen decennia een erg vervuilde rivier en, met name voor 1980, vond eutrofiëring van de Waddenzee plaats (Cadée & Hegeman 2002). In de eerste helft van de jaren '80 werd een piek in de anorganische fosfaat concentraties bereikt die tot acht maal de concentraties van de natuurlijke achtergrondwaarden bereikte (de Jonge 1997). In die periode groeide ook het aantal bodemdieren (Beukema 1989). Met dergelijke hoge nutriënten concentraties in het zeewater is het echter vooral de hoeveelheid licht die de algenproductie beïnvloedt (Colijn & Cadée 2003). Vanwege een overdaad aan voedingsstoffen in het water is daar dus geen gebrek

aan. Een overvloed van nutriënten in het water leiden tot minder helder water en zorgen voor een verminderd zuurstof gehalte in het water (van de Kam et al. 1999) en de wadplaten worden bedekt met pakketten macro-algen. Bodemdieren kunnen niet goed leven bij lage zuurstofconcentraties, en onnatuurlijk hoge nutriëntenconcentraties in het zeewater zijn dus ongunstig. Voor het ecosysteem was het dus een gunstige ontwikkeling dat de afvalwaterzuivering sinds de jaren '80 geleid heeft tot een daling in de afvoer van stikstof en met name fosfaat. Het terugdringen van de eutrofiëring heeft niet geleid tot een verminderde hoeveelheid bodemdieren (Cadée & Hegeman 1993; Beukema et al. 2002), wat ook aangeeft dat niet alleen de hoeveelheid nutriënten in het water de hoeveelheid schelpdieren bepalen. Ook in het kader van het EVA II onderzoek (evaluatie schelpdiervisserij, Ens et al. 2004) is er gekeken wat de rol van het terugdringen van de eutrofiëring is geweest. Aan de hand van een modelberekening concluderen Brinkman & Smaal (2003) dat de maximale hoeveelheden schelpdieren die mogelijk in de Waddenzee voor kunnen komen in de toekomst verder af zal nemen. De verminderde nutriënten input zou wel eens tot gevolg kunnen hebben dat de theoretisch maximale hoeveelheden in de toekomst lager zullen uitpakken. Dat de afgelopen jaren de gemeten hoeveelheden schelpdieren steeds lager uitpakten dan de theoretische maximale hoeveelheden, toont aan dat er andere factoren mede bepalend zijn voor de hoeveelheid schelpdieren die in de Waddenzee kunnen voorkomen.

## 5. VERANDERING POPULATIEGROOTTES, SOORTBESCHRIJVING

### Duikers en futen

Duikers (Roodkeel, Parel- en IJsdruiker) zijn geen erg algemene overwinteraars in zoute wateren in Nederland. De in Nederland talrijkste duiker, de Roodkeelduiker, overwintert vooral op de Noordzee en in de Zoute Delta (van Roomen et al. 2004) en het merendeel blijft daar onopgemerkt vanaf het land (Camphuysen & Leopold 1994).

De Fuut is een zeer algemene broedvogel in West-Europa, maar op de Waddeneilanden broeden ze maar mondjesmaat (Bijlsma et al. 2001). Tijdens de rui bevinden zich zeer grote concentraties (de grootste van Europa) Futen op het IJsselmeer en voor de Mokkebank. Het aantal overwinterende Futen op de Waddenzee valt in

het niet vergeleken bij die in de zoetwatergebieden en Zoute Delta (van Roomen et al. 2004). Ook de andere futensoorten, Dodaars, Roodhalsfuut, Kuifduiker en Geoorde Fuut overwinteren met name in de Zoute Delta in relatief lage aantallen (in heel Nederland maximaal ruim 3000 Dodaars, maximaal 46 Roodhalsfuten, 148 Kuifduikers en 6300 Geoorde Futen waarvan 95% in de Zoute Delta; van Roomen et al. 2004).

Specifieke kennisleemte t.a.v. duikers en futen:

- Waarom komen Duikers en Futen relatief weinig op de Waddenzee voor?

### Aalscholver

Van de in 1991 geschatte Noordwest-Europese broedpopulatie van 36.200 Aalscholverparen broedden er slechts 262 in het Waddengebied (Rösner et al. 2000). Die situatie is in korte tijd drastisch veranderd. In 1996 broedden er 838 Aalscholvers in de Waddenzee en meer dan 70.000 in de aangrenzende gebieden (Blew et al. 2005). Het aantal broedende Aalscholvers in Nederland is sinds de jaren '70 sterk toegenomen tot ongeveer 20.000 broedparen eind jaren negentig (Bijlsma et al. 2001), als gevolg van een betere bescherming van de soort (stopzetten van vervolging) en een groter aanbod aan geschikte vis (de Nie 1995). Het merendeel van de Aalscholvers broedt in kolonies in en nabij het IJsselmeergebied (Oostvaardersplassen, Lepelaarsplassen, Naardermeer). Ook langs de Waddenzeekust neemt het aantal broedparen toe, zowel op de eilanden (de Muy op Texel, Kroon's Polders op Vlieland en Rottumeroog) als op het vasteland (het NAM-platform De Hond in de Eems). Na een aanvankelijke exponentiële groei van de broedkolonies in het Waddengebied, die sinds eind jaren '70 (De Hond, Eemshaven), of in de jaren '90 (Vlieland, Rottum en Texel; Leopold & van Damme 1999) werden gevestigd, lijkt de groei er bij de meeste kolonies in het begin van de 21<sup>e</sup> eeuw uit te zijn (van Dijk et al. 2003). Momenteel broeden enkele duizenden broedparen in de Nederlandse Waddenzee.

Naast de lokale broedvogels wordt de Waddenzee en de Noordzeekustzone ten noorden van de Waddeneilanden als foerageergebied gebruikt door Aalscholvers van binnenlandse broedkolonies (Camphuysen & Leopold 1994). Aalscholvers zijn met name van mei tot en met september aanwezig in de Waddenzee, in september en oktober nemen de aantallen af. In de

zomer worden er op verschillende locaties in de Waddenzee gezamenlijke slaapplaatsen gevormd (Bijlsma et al. 2001). Van november tot en met april zijn de aantallen Aalscholvers in de Waddenzee laag (Leopold et al. 1998). Nederlandse broedvogels overwinteren in een uitgestrekt gebied in Frankrijk, Spanje, Middellandse Zee tot in Tunesië, maar kunnen ook in toenemende mate in West-Europa blijven (Bijlsma et al. 2001). Het aantal overwinterende Aalscholvers in de hele Waddenzee is sinds 1992, toen er minder dan honderd in januari geteld werden, toegenomen in de daaropvolgende winters met enkele honderden Aalscholvers (Blew et al. 2005). Het merendeel daarvan komt voor in de Nederlandse Waddenzee (Blew et al. 2005). Aalscholvers nemen dus in alle seizoenen en in alledrie de Waddenlanden toe in het Waddengebied.

Aalscholvers eten voornamelijk vis die duikend onder water, vaak in groepen, gevangen wordt. In de Waddenzee zijn Aalscholvers vrijwel de enige duikende visetende vogels, naast de in aantallen veel minder talrijke Futen en zaagbekken. In hun prooikeuze zijn ze erg opportunistisch; ze tonen geen duidelijke voorkeur voor bepaalde vissoorten maar vangen wat ze kunnen vangen (Suter 1997). Onderzoek naar het dieet van Aalscholvers in de Waddenzee wees dan ook uit dat ze een heel scala aan vissoorten eten, afhankelijk

van het aanbod. Naast platvis, dat 79% (in gewicht) van het dieet betrof werd Zandspiering, Kleine Zeenaald en Driedoornige Stekelbaars aangetroffen (van Damme 1994; Leopold et al. 1998). Nu de jacht op Aalscholvers gesloten is zijn er weinig factoren die de soort bedreigen. Overbevissing van platvis (als bijvangst in de garnalenvisserij) is blijkbaar geen groot probleem voor de soort waarschijnlijk omdat deze generaal prima weet te voeden met andere vissoorten. Het zou interessant zijn nogmaals een dieetstudie uit te voeren in de huidige situatie met weinig platvis.

Specifieke kennisleemte t.a.v. Aalscholver:

- Wat is de oorzaak van de sterke stijging van het aantal broedende Aalscholvers in het Waddengebied?
- In hoeverre is het dieet van Aalscholvers veranderd sinds begin jaren '90?
- Waarom heeft de sterke achteruitgang van de Schol in de Waddenzee geen gevolgen voor de Aalscholver?
- Wat is het relatieve belang van de Waddenzee voor de in het Waddengebied broedende Aalscholvers, en in welke mate wordt er in het binnenland of op de Noordzee gefoerageerd?



Het aantal broedparen van de Aalscholver in het Waddengebied is de laatste jaren aanzienlijk gestegen.

### Lepelaar

In Noordwest Europa is Nederland het enige land dat een grote broedpopulatie Lepelaars herbergt, een populatie die nog steeds groeit (Voslamber 1994; Overdijk 2002). Deze groei is vooral te danken aan de broedpopulatie op de Waddeneilanden (van Dijk et al. 2003). Op de eilanden broedden in 2002 zo'n 900 broedparen (van Dijk et al. 2003), dit is zo'n 70% van de in Nederland broedende vogels. Vanuit Nederland worden nu ook enkele nieuwe kolonies in het Duitse deel van de Waddenzee gekoloniseerd. In 2000 broedde 42 paar Lepelaars in het Duitse Waddengebied (Overdijk & Zwart 2003) en tegenwoordig worden ook enkele broedgevallen in Denemarken (Ringkjøbingfjord en Limfjorden) vastgesteld (Blew et al. 2005).

#### *Jaarcyclus en trek*

Na het broedseizoen in juli en augustus komen grote aantallen Lepelaars voor op enkele nazomerpleisterplaatsen in de Waddenzee, die vanaf begin september verlaten worden (van Dijk & Overdijk 1996). In Nederland broedende Lepelaars komen 's winters in Frankrijk en Spanje voor, maar het merendeel overwintert in West-Afrika. Zo'n 30-80% van alle Nederlandse broedvogels overwintert in de Banc d'Arguin in Mauritanië, de overige vogels overwegend in de Senegaldelta (Bijlsma et al. 2001; Overdijk 2004). Van de volwassen Lepelaars verblijft gedurende de winter zo'n 70% in West-Afrika, de jongere vogels overwinteren naar verhouding meer in noordelijker gebieden in Afrika en in Spanje (Overdijk 2004). Lepelaars zijn erg plaatstrouw aan hun overwinteringsgebied; van de tweedejaars vogels overwintert 67% in hetzelfde gebied als in hun eerste levensjaar, de rest overwintert in het tweede jaar zuidelijker dan in het eerste jaar. Van de Lepelaars ouder dan 3 jaar, overwintert 90-100% in hetzelfde gebied als het jaar daarvoor (Overdijk 2003).

Tussen 1985 en 2002 zijn met name de jonge Lepelaars steeds noordelijker gaan overwinteren. Het lijkt er op dat de draagkracht voor overwinterende Lepelaars in Mauritanië en Senegal bereikt zou kunnen zijn, aangezien de aantallen van 8.000-10.000 vogels in West-Afrika stabiel bleven terwijl de broedpopulatie toenam. In combinatie met een waarschijnlijk verbeterde kwaliteit van de Franse en Spaanse overwinteringsgebieden (door een jachtverbod en speciale gebiedsbescherming voor Lepelaars in Frankrijk) zou dit het noordelij-

ker overwinteren van de (jonge) Lepelaars kunnen verklaren (Overdijk 2003).

De zuidwaartse trek verloopt langs een aantal gebieden in Frankrijk, Spanje en Marokko waar de trekvlucht voor enige tijd onderbroken wordt om te foerageren. Dit resulteert in een lange reis van zo'n twee maanden.

#### *Broedperiode*

Tijdens het broedseizoen eten Lepelaars met name stekelbaarzen, amfibieën en grote insecten in ondiepe sloten in een (maximale) straal van zo'n 35 km rond de kolonie. Er wordt ook op het wad gefoerageerd op Garnalen, Steurgarnalen (*Hippolyte varians*) en kleine platvis. In het vroege voorjaar wordt met name in zoet water (polderslootjes) gefoerageerd. Lepelaars zoeken vanaf begin mei geleidelijk vaker hun voedsel in het zoute water van de Waddenzee gerelateerd aan het voorkomen van voldoende Garnalen in de geulen (Wintermans 2003). Broedkolonies liggen in natte gebieden met gegarandeerde rust, een goede voedselsituatie rondom de kolonie en bescherming tegen roofdieren (zoals vossen). Op vrijwel alle Waddeneilanden bestaan gebieden waar aan deze eisen wordt voldaan. De groei van de Nederlandse broedpopulatie werd begin jaren '90 geremd door nestpredatie en verstoring door Vossen (*Vulpes vulpes*), maar door afwezigheid van deze roofdieren op o.a. de Waddeneilanden heeft de groei van de Nederlandse broedpopulatie sinds 1968 gewoon doorgezet (Voslamber 1994).

#### *Overleving en bedreigingen*

De overleving van volwassen Lepelaars, gemeten aan de hand van meldingen van gekleurde vogels, bedraagt zo'n 83% en de kans dat een Lepelaar 10 jaar wordt is de afgelopen jaren gestegen. Dat duidt op een verhoogde overleving ten gevolge van een verbeterde bescherming de afgelopen jaren van de verschillende pleisterplaatsen langs de trekweg (Overdijk 2004). Interessant is dat tussen 1982-1994 een steeds groter aandeel tweede en derdejaars vogels naar de broedgebieden in Nederland trok en dat een deel van deze jonge vogels ook al deelnam aan het broeden. Deze ontwikkeling verklaart mogelijk deels waarom de Nederlandse broedpopulatie nog steeds groeit (Overdijk 2004).

De grootste bedreiging van Lepelaars in Nederland is de achteruitgang van de foerageergebieden in de polders, doordat dijken en sluizen





Het gaat de Lepelaars voor de wind. Vanuit bekende broedkolonies worden nu ook het Duitse en Deense Waddengebied gekoloniseerd.

de vismigratie van kleine vis (stekelbaars) verhinderen en doordat de geïntensiverde landbouw de waterkwaliteit ten negatieve beïnvloedt (Wintermans 2003). Het eerste probleem is te verhelpen door meer natuurlijke zoet-zoutovergangen te creëren, of door het aanleggen van vissluizen. Bedreigingen van gebieden die worden gebruikt tijdens de trek of als overwinteringsgebied zullen ook grote gevolgen kunnen hebben op het voorkomen van de Lepelaar als broedvogel in Nederland. Watervervuiling met pesticiden, jacht, het rapen van eieren en inpoldering van geschikte broed- en foerageergebieden hebben in het verleden in Nederland de Lepelaar geen goed gedaan (Schutte & den Boer 1999).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Lepelaar:

- Het zou erg de moeite waard zijn de vele kleuringswaarnemingen in meer detail te analyseren met de modernere overlevingsmodellen en software (met name MARK). Zo kan variatie in broedsucces en overleving gecorreleerd worden aan omstandigheden tijdens de trek, het effect van betere bescherming, en bijvoorbeeld droogte in overwinteringgebieden. Ook kunnen eventuele verschillen in overleving en reproductief succes tussen broedkolonies ontdekt worden.

### Rotgans

Rotganzen zijn, nog meer dan Brandganzen, echte 'Waddenganzen'. Ze komen alleen van eind september tot eind mei in aanzienlijk aantal in Nederland voor en naast een relatief klein aantal in Zeeland vrijwel uitsluitend in het Waddengebied. Zwartbuikrotganzen broeden

hoofdzakelijk op het Taimyr schiereiland in Siberië. De populatie betrof midden jaren '90 zo'n 250.000-300.000 vogels (Ebbing et al. 1999). Na aankomst in de Waddenzee (na het broedseizoen, met name in oktober) trekt een deel van de vogels door naar Zuid-Engeland, Bretagne en de Franse Atlantische kust om te overwinteren (Ebbing & St. Joseph 1992). Het aantal in het internationale Waddengebied overwinterende Rotganzen kan oplopen tot zo'n 50.000 waarvan meer dan 80% in Nederland geteld wordt (Blew et al. 2005). Gemiddeld brengen er echter zo'n 27.000 Rotganzen in het Nederlandse Waddengebied de winter door (Bijlsma et al. 2001), het aantal is na een reeks milde winters vaak hoger dan na strenge winters (Blew et al. 2005). In het voorjaar, vanaf februari al, komen de in Engeland en Frankrijk overwinterende Rotganzen weer naar het Waddengebied om er op te vetten voor de voorjaartrek naar de Siberische broedgebieden. In april- mei bevinden zich dan zo'n 100.000 Rotganzen in het Nederlandse Waddengebied, zo'n 30-40% van de hele wereldpopulatie. Tijdens de internationale midwintertelling van januari 2003 werden in West-Europa slechts 197.000 Rotganzen geteld, waarvan slechts 16% in Nederland en maar liefst 54,8% in Frankrijk (van Roomen et al. 2004).

Als voedselbron tijdens de opvetperiode in het voorjaar worden met name zoutminnende kwelderplanten gebruikt die juist in deze periode beginnen te groeien en een hoge kwaliteit hebben. Oorspronkelijk was de Rotgans een gans die vooral op zee gras foerageerde, maar toen begin jaren '30 het zee gras door een ziekte uit de



Vrijwel de hele wereldpopulatie Zwartbuikrotganzen maakt gebruik van het Waddengebied. Foto door Bernard Spaans.

**BOX 1****Hoe een Rotganzenreservaat in ongebruik raakte**

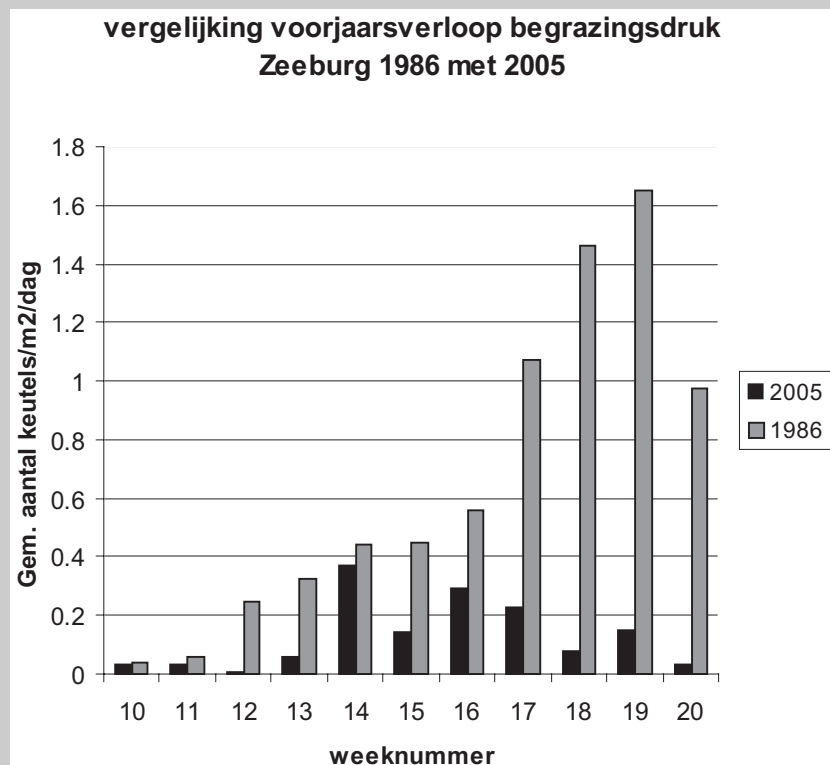
In 1976 werd op Texel het Rotganzenreservaat Zeeburg ingericht teneinde de lokale Rotganzenpopulatie een geschikt voedselgebied te geven en daarmee de overlast voor de boeren te verminderen. In de daaropvolgende jaren bleek dit een groot succes en tot meer dan 10.000 Rotganzen concentreerden zich, met name in het voorjaar, in dit gebied. Een speciaal wetenschappelijk onderzoek werd in 1984 opgestart om te onderzoeken of dit gebied voor de ganzen zelf ook een geschikt gebied was om in het voorjaar voldoende reserves aan te leggen die noodzakelijk zijn voor de trek naar het 5000 km verder gelegen broedgebied, de eileg en het broeden zelf. Uit dit onderzoek bleek dat de Rotganzen die op Zeeburg foerageerden in het voorjaar, met precies evenveel jongen terug keerden in de herfst als de Rotganzen die elders in het Waddengebied op buitendijkse kwelders hun voorjaarsreserves opbouwden. Kortom Zeeburg bleek een volwaardig alternatief en herbergde in het voorjaar tot 6% van de gehele wereldpopulatie van de Zwartbuikrotgans *Branta bernicla bernicla* (Spaans en Postma 2001).

De laatste jaren werd echter steeds duidelijker dat de Texelse Rotganzen steeds minder gebruik gingen maken van Zeeburg en de totale aantallen Rotganzen op Texel, met name in het voorjaar, namen sterk af. In het voorjaar van 2005 werd de begrazingsdruk in het voorjaar op Zeeburg, net als in het verleden, weer gemeten om hiermee een objectieve maat voor de verandering te verkrijgen. Omdat een Rotgans iedere 4½ minuut een keutel laat vallen, wordt door het aantal keutels te tellen in vaste pq's een goede maat verkregen voor de begrazingsdruk. In het verleden is van deze methode veelvuldig gebruik gemaakt, onder andere om het effect van beheersmaatregelen te onderzoeken (Ebbing & Boudewijn 1984).

Aan de hand van de in 2005 gemeten keuteldichtheden bleek dat de begrazingsdruk nog maar 15% van die in tachtiger jaren was, terwijl de totale Rotganzen-populatiegroottes in beide periodes vergelijkbaar was.

Eén van de oorzaken van deze verandering kon worden aangetoond met een "toevallig experiment". In een recent ingezaaid deel van Zeeburg bleek een baan grasland te liggen met een afwijkende vegetatie waarop duidelijk veel meer gefoerageerd werd door Rotganzen. De begrazingsdruk in deze baan bleek 51,2 keer zo hoog te zijn vergeleken met de rest van het perceel. Navraag bij Staatsbosbeheer maakte duidelijk dat de bewuste strook overgeslagen was bij het inzaaien met een grasmengsel van voornamelijk raaigras (*Lolium spec.*) en zich hier dus een meer "natuurlijke" grasmat had ontwikkeld. Van Engels Raaigras is bekend dat ganzen hier bij begrazing negatief op selecteren (Groot

Bruinderink 1987) en Rotganzen selecteren juist positief op Veldbeemdgras (*Poa pratensis*; Dijkstra en Dijkstra-de Vlieger 1977). Er was dus met een niet-optimaal grasmengsel ingezaaid. Daarnaast hebben Rotganzen een zeer beperkt verteringssysteem en selecteren daarom op jonge malse grassprietjes van hoge (eiwit)kwaliteit. In zijn algemeenheid is vegetatiekwaliteit omgekeerd evenredig met kwantiteit. Veel gras betekent dus lage kwaliteit, (zeer) weinig gras betekent (zeer) hoge kwaliteit. Met de korte snavel zijn Rotganzen speciaal uitgerust om in zeer korte tijd een voldoende aantal zeer kleine sprietjes te plukken. Een goede Rotganzenweide is dus zeer kort, met een dichte grasmat en mag, net name in het voorjaar, niet te snel groeien (lage productie). Zeeburg bestaat de laatste jaren uit modern, hoog productief grasland (veel raaigras), met een hoge kunstmestgift waardoor in het voorjaar het gras al veel te hoog staat. Dit is funest voor de Rotgans. Een voorbeeld van slecht beheer dat echter eenvoudig te veranderen is.



Waddenzee verdween kelderde het aantal Rotganzen navenant. Door binnendijks te gaan foerageren vielen Rotganzen bovendien ten prooi aan een zwaardere jachtdruk (Lebret et al. 1976) en kelderde de populatie tot minder dan 20.000 exemplaren. Na de jaren '60 krabbelde de populatie weer op door een verminderde jachtdruk (o.a. in Denemarken en Frankrijk) en door binnenlandse graslanden en percelen met wintergraan te gaan gebruiken (Bijlsma et al. 2001). Eind mei, als de vogels zo'n 25-35% in lichaamsgewicht zijn toegenomen vertrekken ze naar de broedgebieden. De aangelegde vetvoorraden zijn echter niet voldoende om de 4.000-5.000 km lange vlucht naar de broedgebieden in één keer af te kunnen leggen. Het halverwege de trekroute gelegen Witte Zeegebied wordt gebruikt als bijtank station. Een deel van de (eiwit)reserves die vrouwtjes Rotganzen meenemen naar de broedgebieden worden gebruikt om de eieren te leggen. Goede foerageergebieden in het Waddengebied, waar de vet- en eiwitreserves worden aangelegd, zijn van groot belang voor het reproductief succes (en uiteindelijk dus de populatieontwikkeling) van de Rotgans. Vrouwtjes die zonder jongen terugkeerden uit de broedgebieden waren in het voorafgaande voorjaar gemiddeld met een lager lichaamsgewicht (met minder vet en eiwitvoorraden) vertrokken uit het Waddengebied dan vrouwtjes die wel met jongen terugkwamen (Ebbing & Spaans 1995).

Daarnaast wordt het broedsucces van Rotganzen sterk beïnvloed door de cyclus in lemmingvoorkomen op de toendra. In jaren die volgen op een lemmingpiek komen maar weinig jongen groot omdat het toegenomen aantal predatoren zich dan vooral richten op de nesten van Arctische broedvogels. Rotganzen echter bleken in zulke jaren het broeden zelfs helemaal over te slaan (Spaans et al. 1998). Tussen 1960-1995 varieerde het jaarlijks aandeel jonge Rotganzen tussen de 5-50% (Madsen et al. 1999).

Na een herstel van de populatie in de jaren 90, neemt tegenwoordig het aantal Rotganzen in het Waddengebied, en in het hele doortrek- en overwinteringsgebied, weer snel af. Het probleem zit hem niet zozeer in de verminderde overleving van de Rotganzen, maar in de lagere jongenproductie. Dit zou op een probleem in de broedgebieden kunnen duiden door bijvoorbeeld een verhoogde predatiedruk. Gezien de link tussen vertrekgewicht in het voorjaar en reproductief succes (Ebbing & Spaans 1995) is het waar-

schijnlijker dat de oorzaak in het Waddengebied gezocht moet worden. Er zijn aanwijzingen dat door een toenemend aantal Brandganzen op de kwelders langs de Friese Waddenkust, die bovendien steeds langer in het voorjaar aanwezig blijven, de Rotganzen in de concurrentieslag om de zoute kweldervegetatie het onderspit delven (Engelmoer et al. 2001). Ook is, in het kader van een "natuurlijker" kwelderbeheer de beweiding door vee (meestal schapen) van de kwelders in het Waddengebied drastisch verminderd, grote delen zijn zelfs geheel uit beweiding genomen. Hierdoor is de kweldervegetatie sterk veranderd en daarmee is draagkracht van deze kwelders voor Rotganzen sterk afgenomen. Daarnaast blijft, gezien het beperkte kwelderareaal, een goed beheer van de binnendijkse ganzenreservaten in het Waddengebied van groot belang. Hoe het toch mis kan gaan in een gebied dat speciaal voor Rotganzen beheerd wordt blijkt uit recente waarnemingen in het Rotganzenreservaat Zeeburg op Texel.

Specifieke kennisleemte t.a.v. Rotgans:

- Is de verlaagde reproductie uitsluitend het gevolg van het sterk verminderde draagkracht van het kwelderareaal waarvan de ganzen afhankelijk zijn in de opvetperiode (april-mei), of spelen factoren in het broedgebied, als gevolg van klimaatveranderingen, ook een rol?

### Brandgans

Brandganzen komen vooral als doortrekker en overwintenaar voor in de Waddenzee. Ze broeden in Arctisch Rusland (Ganter et al. 1999) en voor een klein deel in het Oostzeegebied. Tegenwoordig is de Brandgans ook een Nederlandse broedvogel. Naar schatting broeden 10.000 individuen in Nederland (van Roomen et al. 2004). Sinds de jaren '80 is de Brandgans als overwintenaar in Nederland snel toegenomen. In 1997 betrof deze populatie 267.000 vogels, waarvan meer dan 80% in Nederland overwinterde (Koffijberg et al. 1997). In 2001/02 werd de totale populatie op 380.000 geschat terwijl in de winter 2002/03 maximaal 394.000 Brandganzen alleen in Nederland geteld werden (van Roomen et al. 2004)! Het aantal Brandganzen in een bepaalde periode in de internationale Waddenzee fluctueert echter aanzienlijk tussen jaren (Blew et al. 2005). De kwelders langs de Friese en Groningse Waddenkust behoren tot de belangrijkste foerageergebieden voor de Brandgans. In



Sinds de jaren '80 is het aantal in het Waddengebied overwinterende Brandganzen flink toegenomen.

oktober komen de eerste groepen uit de broedgebieden de Waddenzee binnen, maar de meeste arriveren in november. In februari-maart vertrokken de meeste vogels weer uit het Waddengebied. Deze vertrekperiode is de laatste jaren echter ver naar achteren geschoven; in de jaren negentig vertrokken de laatste vogels pas in april of de eerste helft van mei (Koffijberg et al. 1998; Engelmoer et al. 2001; van Roomen et al. 2004). Net als Smient en Rotgans eten Brandganzen kweldervegetatie (*Festuca spec.*, *Puccinellia spec*) en gras op binnenlandse graslanden. Toen door de afsluiting van het Lauwersmeer de Zeekraal massaal begon te groeien profiteerde de soort hiervan en arriveerde maar liefst 3 weken eerder uit de broedgebieden. Door successie van de vegetatie verdween deze voor Brandganzen gunstige situatie weer en arriveerden de ganzen weer later in het gebied (van Eerden 1990).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Brandgans:

- Wat verklaart het succes van Brandganzen ten opzichte van Rotganzen? Winnen Brandganzen de competitie om foerageergebieden van de Rotgans en zo ja, waarom?

### Bergeend

Het Waddengebied vormt voor deze eendensoort één van de belangrijkste bolwerken. Bergeenden broeden in oude konijnenholen in de duinen van de Waddeneilanden. Van de totale Noordwest Europese broedpopulatie van naar schatting 46.000 paren, broedden in 1991 zo'n 4.700 in het

Waddengebied, het merendeel in Nederland. Tussen 1979 en 1985 broedden zo'n 6.000-9.000 paar in heel Nederland, waarvan ongeveer 3.000 op de Waddeneilanden (Bijlsma et al. 2001). De hele Noordwest Europese populatie nam sinds 1945 sterk toe, met tussen 1967 en 1983 zelfs ongeveer een verdrievoudiging (Nehls et al. 1992). Uit broedvogeltellingen in Nederland en Duitsland blijkt dat de broedpopulatie in het Waddengebied sinds 1960 min of meer stabiel is. Dit suggereert dat de draagkracht van de aantallen broedparen bereikt is.

### Ruilocaties

De grootste aantallen Bergeenden (tot 50.000) in de Nederlandse Waddenzee zijn in september-november aanwezig (Bijlsma et al. 2001; van Roomen et al. 2005). Dit heeft te maken met de terugkomst van Bergeenden uit gezamenlijke ruilocaties in met name Duitsland. Na het broedseizoen ondergaan Bergeenden een intensieve slagpenruil, waarbij vrijwel alle slagpennen tegelijkertijd worden vervangen en de vogels zo'n 30 dagen lang niet kunnen vliegen. Dit maakt de vogels erg kwetsbaar voor bijvoorbeeld predatie en verstoring, en is de reden waarom ze samen clusteren in grote groepen van honderden tot duizenden vogels die meestal op zee verblijven. Tijdens laagwater verblijven de vogels op of aan de rand van de geulen. Het merendeel, of zelfs nagenoeg de hele populatie, van de Noordwest Europese Bergeenden trekt van eind juni tot in augustus naar de Duitse Waddenzee om gezamenlijk te ruilen (Nehls et al. 1992). Uit tellingen vanuit een langs de Duitse kust surveillerend vliegtuig werden tussen 1988 en 1991 zo'n 180.000 ruiende Bergeenden geteld, waarna een lichte toename volgde met stabilisatie rond 200.000 individuen sinds 1995 (Blew et al. 2005). De ruiende, niet-vliegende, vogels zijn in tegenstelling tot de niet ruiende vogels erg schuw en proberen bij (menselijke) verstoring vaak onder water te vluchten. Rust lijkt dan ook een belangrijke voorwaarde voor een goede ruiplaats te zijn (Swennen & Mulder 1995). De afgelopen zomers nam het aantal ruiende Bergeenden in de Nederlandse Waddenzee toe (van Roomen et al. 2004) en werden er zo'n 12.500 ruiende Bergeenden waargenomen rond de Ballastplaat/Kimstergat in de westelijke Waddenzee (Kraan et al. in voorbereiding), een locatie waar in voorgaande zomers nooit dergelijke aantallen Bergeenden werden waargenomen. Een verge-

lijkbaar groot aantal Bergeenden werd in de begin jaren '90 ook in de Nederlandse Waddenzee waargenomen, maar op andere locaties (Swennen & Mulder 1995). Aangezien de Ballastplaat niet omgeven wordt door drukke scheepvaart routes en weinig door toeristen wordt bezocht, lijkt dit een geschikte ruiplaats. Mogelijk is hier sprake van een gedeeltelijke verschuiving van ruiende vogels uit Duitsland naar Nederland aangezien uit tellingen blijkt dat de aantallen ruiende Bergeenden in de Duitse Waddenzee de afgelopen tien jaar geleidelijk aan afgenomen zijn (Kempf 2001; Blew et al. 2005). Ook in de Deense Waddenzee nemen de aantallen ruiende Bergeenden de laatste jaren toe (Blew et al. 2005).

De verschuiving van Bergeenden uit de traditionele ruiplaatsen in Duitsland zou te maken kunnen hebben met een toegenomen verstoring door kleine garnalenbootjes die op exact dezelfde plaatsen vissen als de geschikte ruiplaatsen voor Bergeenden. Een vrijwillige overeenkomst met de lokale vissers om de bewuste plekken te ontzien heeft helaas niet geholpen aangezien enkele vissers de overeenkomst niet aan wilde gaan (Norbert Kempf, pers. med.) De rond de Ballastplaat ruiende vogels leefden uitsluitend van Slijkgarnaaltjes (*Corophium*; Kraan et al. in voorbereiding). Uit de NIOZ-monitoring van de wadfauna blijkt dat de dichtheden van Slijkgarnaaltjes op deze nieuwe ruiplaats voor Bergeenden sinds 2000 snel toenamen, wat de verspreiding van de Bergeenden kan verklaren (Kraan et al. in voorbereiding). In de begin jaren '90 ruienden Bergeenden bij het Normerven (Balgzand) aten vrijwel uitsluitend wier, waar naar alle waarschijnlijkheid weinig voedingsstoffen uit te halen waren (Swennen & Mulder 1995). Volgens Nehls et al (1992) bestaat het dieet van Bergeenden uit kleine schelpdiertjes, Wadslakjes en Slijkgarnaal. Onduidelijk is hoe groot het aandeel Slijkgarnaaltjes in het dieet normaalgesproken is en in hoeverre de toename in het aantal in de Nederlandse Waddenzee ruiende Bergeenden te maken heeft met deze gunstige voedselomstandigheden in Nederland of door toegenomen drukte in Duitsland.

Het aantal Bergeenden dat in de Waddenzee overwintert hangt af van de strengheid van de betreffende winter. In zachte winters werden zo'n 52.000 overwinteraars in Nederland geteld, in strenge winters 24.000 (Bijlsma et al. 2001), of zelfs slechts 12.000 tijdens een extreem koude

winter in januari 1997 (Voslamber et al. 1999). Het aantal overwinteraars in Nederland neemt sinds de eeuwwisseling voorzichtig toe, in de Waddenzee werden de afgelopen jaren ongeveer 56.000 vogels geteld (van Roomen et al. 2004). Ook de oorzaken van toenemende overwinterende Bergeenden in de Waddenzee zijn nog onduidelijk.

Specifieke kennisleemte t.a.v. Bergeend:

- Is er sprake van een (westwaartse) verschuiving van de ruiplaatsen, en wordt deze veroorzaakt door menselijke verstoring, voedselaanbod of beide?
- Wat is het belang van Slijkgarnalen voor deze soort tijdens de rui en gedurende andere perioden?

### Smient

De Smient is met 630.000 tot 770.000 exemplaren de talrijkste watervogel in Nederland in de winter. Zeker 44% van de Noordwest-Europese winterpopulatie kan in Nederland verblijven. Hiervan komt gemiddeld 10-15% in de Waddenzee voor (van Roomen et al. 2004). De afgelopen jaren is de populatie Smienten in Noordwest Europa met zo'n 1.500.000 individuen sinds 1995 stabiel gebleven (Wetlands International 2002). Het aantal overwinterende Smienten in het Waddengebied neemt ondanks de stabiele populatiegrootte echter juist af. Dit komt met name op conto van het Duitse Waddengebied waar lokaal (in Sleeswijk-Holstein) de aantallen met meer dan 50% kelderden, terwijl het aantal overwinterende Smienten in het Nederlands Waddengebied stabiel bleef en in het Deense juist toenam (Blew et al. 2005). Wat de lokale afname in het Duitse waddengebied veroorzaakt is onduidelijk maar zou met het lokale kwelderbeheer te maken kunnen hebben dat ongeschikt is voor Smienten. De door Blew et al (2005) gesuggereerde verklaring dat de afname het gevolg is van enkele strenge winters lijkt niet aannemelijk aangezien dat ook voor de Nederlandse en Deense Waddenzee zou gelden en de totale populatie stabiel blijft.

Smienten zijn vegetarisch en foerageren zowel binnendijks als in de zilte buitendijkse graslanden. Ook komen ze veel voor in zoet-zoutovergangen en kwelders waar ze zaad van zoutresistente planten zoals zeekraal, eten. Met name in het najaar komen Smienten ook op het wad om wieren en zeegras te eten (van de Kam et al.

1999). De vogels zijn echter zeker niet afhankelijk van zoute vegetatie als zeegras en zeekraal en hebben in sterke mate geprofiteerd van de hoogproductieve graslanden in Noordwest-Europa. De sluiting van de Lauwerszee, waardoor zoutminnende vegetatie als zeekraal afnam, heeft geresulteerd in lagere maximale aantallen Smienten in het gebied. Desalniettemin worden met name de grazige delen van het Lauwersmeergebied nog steeds massaal gebruikt door Smienten (Prop & van Eerden 1981). In strenge winters trekt een deel van de vogels door naar Engeland en Frankrijk hoewel er ook dan nog steeds rond de 100.000 of meer Smienten in de Waddenzee verblijven.

In het vroege voorjaar (maart) trekken Smienten terug naar hun noordelijke broedgebieden in Noord-Rusland en Noord-Siberië.

Specifieke kennisleemte t.a.v. Smient:

- Aantalsontwikkeling Waddenzee-breed, wat bepaalt het voorkomen?
- Wat is de rol van kwelderbeheer (met name aan- of afwezigheid van begrazing) op het voorkomen van Smienten?

### Wintertaling

Van de ongeveer 400.000 Wintertalingen die de Noordwest-Europese populatie omvat (Wetlands International 2002) komen er in het najaar zo'n 20.000 in het internationale Waddengebied voor (Blew et al. 2005). In de Nederlandse Waddenzee overwinterden in het winterseizoen 2002/2003 maximaal 11.000 Wintertalingen (op 72.500 vogels in heel Nederland). De afgelopen 10 jaar lijkt de soort in de Nederlandse Waddenzee toe te nemen, maar vanaf de jaren zeventig bekeken is er sprake van een fluctuerende aantalsontwikkeling in de Waddenzee (van Roomen et al. 2004). Deze jaarlijkse aantalschommelingen zijn ook zichtbaar in de hele in het internationale Waddengebied overwinterende Wintertalingen (Blew et al. 2005). De in Nederland voorkomende Wintertalingen zijn broedvogels uit Noord-Europa, Noordwest-Rusland en centraal Siberië, waarvan een groot deel doortrekt naar de Britse Eilanden en Zuidwest Europa om te overwinteren (Speek & Speek 1984). Op de Waddeneilanden is deze eendensoort in de 20e eeuw in toenemende mate gaan broeden hoewel vanaf de jaren '70 er weer sprake is van een dalende trend. Ook de aantallen buiten de broedperiode nemen sinds de

jaren '70 weer af in Nederland waarschijnlijk vanwege de afname van ondiepe wateren met veel zaden (Bijlsma et al. 2001).

### Pijlstaart

Pijlstaarten afkomstig uit Finland en West-Rusland verblijven vanaf augustus in het Waddengebied om hiervandaan weer door te trekken of te overwinteren. Arriverende vogels verblijven aanvankelijk vooral in de Waddenzee met een piek in oktober (Kleefstra et al. 2002). De aantallen doortrekkende Pijlstaarten variëren van jaar tot jaar, voornamelijk afhankelijk van de temperatuur, maar lijken in het internationale Waddengebied, over een langere termijn bekeken, af te nemen. Deze afname is niet significant en aantalsfluctuaties zijn vooral in Nederland en Duitsland zichtbaar, terwijl de Pijlstaart in de Deense Waddenzee duidelijk afneemt (Blew et al. 2005). De oorzaak hiervan is onbekend.

In 2002/2003 overwinterden maximaal 9.600 Pijlstaarten in het Nederlandse Waddengebied, een relatief hoog aandeel van de totale winterpopulatie in Nederland (maximaal 22.500; van Roomen et al. 2004). De grootste concentraties pleisterende Pijlstaarten bevinden zich bij Schiermonnikoog en langs de Groninger kust (2400 en 1800 respectievelijk). Een verbeterde voedselsituatie in de jaren '70 (ondiep water met veel zaden, zie ook Wintertaling en Smient) in het Lauwersmeergebied en Flevoland resulteerde ook in hogere aantallen Pijlstaarten in het Nederlandse Waddengebied. De winters 2001/02 en 2002/03 vertoonden opmerkelijk hoge aantallen vergeleken met normale jaren (van Roomen et al. 2004).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Pijlstaart:

- Wat is de oorzaak van de fluctuaties in aantallen in de (Nederlandse en Duitse) ?
- Is er sprake van een afname op langere termijn en waar wordt die door veroorzaakt?

### Toppereend

Toppereenden komen met name in de wintermaanden in Nederland voor op het IJsselmeer en de Waddenzee. De aantalschattingen van deze overwinteraars uit Scandinavië, Noordwest-Rusland en IJsland in Nederland varieerde tussen 1967 en 1989 van gemiddeld 71.000 tot 130.000 vogels afhankelijk van de strengheid van de winter (met hogere aantallen in zachte winters). In januari 1993-1997 werden vergelijkbare

aantallen van 70.000 tot 160.000 Toppereenden in Nederland geteld. In die periode kwam maximaal 51% van de Noordwest Europese winterpopulatie in Nederland voor (Altenburg et al. 1997). Normaal gesproken herbergt de Waddenzee zo'n 5- 25% van de aantallen overwinteraars; het merendeel verblijft op het IJsselmeer waar op Driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*) wordt gevoerageerd (Bijlsma et al. 2001). De aantallen op de Nederlandse Waddenzee variëren behoorlijk van jaar tot jaar, de tellingen lopen uiteen van 2.000 tot 62.000 vogels (Bijlsma et al. 2001). In december 2002 werden zelfs 106.000 Toppereenden in de Waddenzee geteld, met name ten noorden van de Afsluitdijk waar zich ook veel mosselpercelen bevinden, terwijl de aantallen in het IJsselmeergebied maximaal 65.000 individuen betrof. Vooral als het IJsselmeer ten dele dichtvriest verkassen veel vogels naar de Waddenzee, zoals dat ook in december 2002 het geval was (van Roomen et al. 2004). Waarschijnlijk heeft de Nederlandse Waddenzee voor deze soort tijdens strenge winters ook een functie als buffer voor Toppereenden uit het Oostzeegebied die dan naar Nederland verkassen.

In de tweede helft van de jaren tachtig vond een verandering in de verspreiding van de overwinterende vogels plaats. De aantallen op de Waddenzee overwinterende Toppereenden namen af ten gunste van de aantallen op het IJsselmeer (van Eerden et al. 1997). Deze verandering had waarschijnlijk te maken met de toename van het aantal Driehoeksmosselen in het IJsselmeer (de Leeuw 1997), terwijl tegelijkertijd de natuurlijke mosselbanken in de Waddenzee, een andere belangrijke voedselbron voor deze duikende schelpdiereters, in die periode verdwenen. Landelijk nam het aantal overwinterende Toppereenden in Nederland sinds die tijd ook af. Of de recente hoge aantallen in de Waddenzee duiden op herstel van de populatie of dat er een verschuiving in het winterareaal vanuit het Oostzeegebied plaatsvindt is nog onduidelijk (van Roomen et al. 2004). Mogelijk hebben ze te maken met een licht herstel van natuurlijke (litorale) mosselbanken in het oostelijk deel van de Nederlandse Waddenzee. Doordat Toppereenden gevoelig zijn voor verstoring is foerageren op mosselpercelen, met de bijbehorende menselijke activiteiten, niet mogelijk.

Veel Toppereenden verdrinken jaarlijks in staande visnetten in het IJsselmeergebied, naar schatting zo'n 11.600 per jaar (van Eerden et al.

1999). De verspreiding van de Toppereenden in Nederland de Waddenzee hangt in sterke mate af van de voedselverspreiding. Aangezien schelpdieren een belangrijke voedselbron zijn zal het voorkomen op de Waddenzee, en het functioneren van de Waddenzee als overwinteringsgebied van een groot deel van de populatie tijdens strenge vorst in grote mate afhangen van het voorkomen van geschikte schelpdieren (mosselbanken onder water, en mogelijk Nonnetje).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Toppereend:

- Welke mosselgroottes worden in de Westelijke Waddenzee door Toppereenden geprefereerd en hoe verhoudt hun kwaliteit zich tot die van Driehoeksmosselen in het IJsselmeer?

## Eidereend

### *Historische ontwikkelingen*

Eidereenden broeden in noordelijke kustgebieden in Europa. In het noordelijk deel van de Atlantische Oceaan worden drie verschillende broedpopulaties onderscheiden. De Waddenzee, waar Eidereenden zowel broeden als overwinteren, ligt in het zuiden van het uitgestrekte verspreidingsgebied van de ondersoort *mollissima* waarvan het broedgebied zich uitstrekt langs de kusten van Noordwest-Europa en Scandinavië. Volgens schattingen broeden in de Nederlandse, Duitse en Deense Waddenzee in 1991 respectievelijk 5.000-6.000, 1.000 en 20.000-25.000 Eidereenden. Voor broedende Eidereenden is dus vooral het Deense wad van groot belang (Rösner et al. 2000). Veel Scandinavische broedvogels brengen de winter door in de Waddenzee en mengen dan grotendeels met de lokale broedvogels op de Waddeneilanden. Dit gebeurt in de loop van november. Van december tot en met februari zijn de aantallen Eidereenden in de Nederlandse Waddenzee maximaal en min of meer stabiel. De vogels broeden van april tot en met juni; in deze periode zijn alleen de 'eigen' broedvogels in de Nederlandse Waddenzee en zijn de aantallen het laagst. Na het broedseizoen begint de slagpenrui. Dit is een kwetsbare periode aangezien de rui veel energie kost en omdat tijdens deze periode alle slagpennen tegelijkertijd worden vervangen de vogels een korte tijd niet kunnen vliegen. Vooral de Duitse Waddenzee is een belangrijk ruigebied voor Eidereenden (Ens & Kats 2004). De aantallen Eidereenden in de hele Waddenzee veranderen niet tussen juli en februari. Wel vindt er na de rui een herverdeling



binnen de Waddenzee plaats en komen vogels naar de Nederlandse Waddenzee, wat de toename in november verklaart (Swennen et al. 1989). De in Nederland broedende Eidereenden zijn de afgelopen eeuw continu (maar met enige fluctuaties) toegenomen (Camphuysen 1997). Het eerste broedgeval in Nederland werd gedocumenteerd in 1906 (Thijssse 1907) waarna de aantallen broedvogels gestaag toenamen tot ongeveer 9.000 broedparen midden jaren '90 (Camphuysen 1997). In deze periode groeide de hele populatie. Overigens is het waarschijnlijk dat Eidereenden al vele duizenden jaren geleden in Nederland broedden, maar dat ze door vangst voor consumptie zijn uitgestorven (Swennen 1991). De populatie nam het sterkst toe tussen 1930 en 1960, onder andere nadat de jacht gesloten werd (Bijlsma et al. 2001). Tussen 1962-1968 vond een grote sterfte plaats onder volwassen Eidereenden door vergiftiging met in de Rijn geloosde gechloreerde koolwaterstoffen waardoor de Nederlandse broedpopulatie zeer sterk afnam met maar liefst 77% (Bijlsma et al. 2001).

In 1991 werd de gehele *mollissima*-populatie geschat op 1,35-1,7 miljoen vogels (Rose & Scott 1997), waarvan in de jaren negentig tussen de 200.000 en 300.000 vogels overwinterden in de internationale Waddenzee (12-22% van de populatie). In de Nederlandse Waddenzee overwinteren naar schatting zo'n 100.000 – 170.000 Eidereenden, wat 3,5- 6% van de *mollissima*-populatie is (Camphuysen 1996). Ens & Kats (2004) komen uit op ongeveer 10% van de populatie, waarschijnlijk omdat zij uitgaan van een kleinere totale *flyway*-populatie. Het grootste deel van deze populatie overwintert in Denemarken (Ens & Kats 2004). In de winter van 2004/05 werd het aantal in de Nederlandse Waddenzee en Noordzeekustzone voorkomende Eidereenden op 1 januari 2005 geschat op 116.000 individuen (De Jong et al. 2005). In strenge winters, als een deel van de oostelijke Waddenzee dicht vriest vindt vaak nog zogenaamde vorsttrek plaats. Eiders vertrekken dan nog relatief laat uit de Deense en Duitse Waddenzee om in de warmere Nederlandse Waddenzee tijdelijk te overwinteren (Baptist et al. 1997).

#### Dieet

Eidereenden hebben een gevarieerd dieet, bestaande uit verschillende schelpdiersoorten, krab,

Zeester (*Asterias rubens*) en soms ook kleine vis. Het voedsel wordt onder water opgedoken en van de bodem losgerukt (Swennen 1976). In tegenstelling tot veel andere wadvogels, zoeken Eidereenden hun voedsel dus onder water (tot een diepte van ongeveer 10 meter). Op het drooggevallen wad zoeken Eidereenden zelden naar voedsel. De geschiktheid van prooien hangt voor een groot deel af van de schelpdikte, aangezien de prooien worden ingeslikt en gekraakt in een sterke spiermaag. Mosselen in het sublitoraal hebben een dunnere schelp dan in het litoraal en worden dus geprefereerd. Daarna volgen litorale Kokkel, sublitorale Kokkel en Halfgeknotte Strandschelp (*Spisula subtruncata*; Ens & Kats 2004). Andere aspecten die een rol spelen bij de prooivoorkeur zijn de diepte onder water en de kwaliteit (energie-inhoud vlees ten opzichte van het schelpgewicht) en omvang van de prooi. Volgens Ens & Kats (2004) zijn de energetische kosten van het kraken van voedsel belangrijker dan de duikkosten, en om die reden zijn sublitorale Mosselen een geschiktere prooi voor Eidereenden dan litorale Mosselen. Schelpen tot een lengte van 4 cm kunnen nog worden doorgeslikt, maar de vogels hebben een voorkeur voor kleinere schelpen (Kokkels van 20-25 mm lang, Mosselen tot 55 mm: Ens & Kats 2004).

#### Achteruitgang

De afgelopen jaren nam het aantal in de Nederlandse Waddenzee overwinterende Eidereenden in rap tempo af. In januari 2003 werden ruim 91.000 Eidereenden geteld, 20.000 minder dan gemiddeld in de voorgaande winters (Berrevoets & Arts 2003). In januari 2004 namen de aantallen weer toe en bleven in januari 2005 op hetzelfde niveau van 110.000 individuen op de Waddenzee en nog eens 6.000 exemplaren ten noorden van de Waddeneilanden (de Jong et al. 2005). De afname van de Eidereend kan geweten worden aan overbevising van mosselzaad in het sublitoraal en op de wadplaten vanaf de begin jaren '90, in combinatie met een slechte broedval van Mosselen (Ens et al. 2004). Het schaarse mosselzaad dat naar de mosselpercelen werd verplaatst was daar onbereikbaar voor Eidereenden door actieve verjaging van de vogels (Baptist et al. 1997; eigen observaties) en doordat de Mosselen snel naar de percelen in de Oosterschelde werden gebracht, waar maar weinig Eidereenden voorkomen. Door het zo ontstane gebrek aan favoriete prooidieren schakelden

Eidereenden over op alternatieven. Door overbevissing van Kokkels in combinatie met slechte broedval van dit schelpdier, weken veel Eidereenden uit naar de Noordzeekust waar op Halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*) werd gevoerageerd. In de winter van 1999/2000 verliet maar liefst 47% van de Eidereenden de Waddenzee om op een voor Eidereenden ongebruikelijke plek, de Noordzeekustzone, te foerageren op een ongebruikelijke prooi-soort, Halfgeknotte strandschelp. Aangezien Halfgeknotte strandschelp in de desbetreffende winter ook zwaar bevestigd werd en bovendien een marginale prooi-soort voor Eidereenden is, resulteerde dit in een massale sterfte van Eidereenden van naar schatting 21.000 vogels (Camphuysen et al. 2002). De vogels die gedwongen waren van inferieure prooidieren te leven waarvan het opvissen en verwerken meer energie kost dan dat het oplevert, stierven al etend (Ens & Kats 2004). Eidereenden leven lang en hebben gemiddeld een lage jaarlijkse reproductie. Hierdoor heeft

een verhoogde sterfte direct invloed op de populatiegrootte.

#### *Sterfte en achteruitgang van broedvogels*

Ook in de twee winters volgend op de eerste massale sterfte, met een vergelijkbare voedselsituatie voor Eidereenden, werd een grote sterfte vastgesteld en ook het aantal Nederlandse broedparen halveerde de afgelopen jaren (Ens & Kats 2004). De slachtoffers leken, aan de hand van ringmeldingen, voor een belangrijk deel te vallen onder de lokale broedvogels. Dit is opmerkelijk aangezien er in de winter veel meer noordelijker broedende Eidereenden zich in de Waddenzee bevinden dan Nederlandse broedvogels. Blijkbaar waren de immigrerende Eidereenden beter in staat alternatieve overwintergebieden te vinden en de Nederlandse Waddenzee waar een gebrek aan voedsel was te vermijden. Naast het feit dat een deel van de lokale broedvogels het loodje heeft gelegd in de winters met een voedseltekort, is het ook zeer



Eidereenden zijn met laagwater vaak te vinden aan de rand van wadgebieden. Foto door Bernard Spaans.

goed mogelijk dat sommige vrouwtjes niet zijn gaan broeden. Tijdens de gehele broedduur van 26 dagen eten de vrouwtjes niet, maar teren op eerder aangelegde vetvoorraden (Parker & Holm 1990). Het broedsucces hangt in grote mate af van de hoeveelheid vetvoorraad die een vrouwtje heeft weten aan te leggen. Als deze onvoldoende is wordt er of niet begonnen aan een broedsel, of wordt het nest verlaten voordat de eieren uitkomen (o.a. Oosterhuis & van Dijk 2002). Uit een analyse van Kats et al (in voorbereiding) blijkt dat de aantallen broedvogels in de westelijke Waddenzee, waar droogvallende mosselbanken vrijwel volledig afwezig zijn, verklaard kan worden door jaarlijkse overleving van Eidereenden. Deze is gecorreleerd aan de hoeveelheid kleine Kokkels (twee jaar of jonger) in de buurt van de broedkolonie. In de oostelijke Waddenzee, waar wel op beperkte schaal droogvallende mosselbanken aanwezig zijn, zijn de aantallen broedende Eidereenden gerelateerd aan de hoeveelheid Mosselen, en, als er minder dan 10 miljoen kg Mosselen aanwezig zijn, aan de kleine Kokkels.

#### *Overbevissing schelpdieren*

De aantalsontwikkeling van de Eidereend in de (Nederlandse) Waddenzee lijkt dus sterk gecorreleerd met de voedselbeschikbaarheid van met name sublitorale mosselbanken al dan niet op de mosselpercelen. Voor mosselvisserij is dit vaak aanleiding voor de bewering dat de aantallen Eidereenden in de Waddenzee afhankelijk zijn van de mosselpercelen en dat door de komst van de mosselkweekpercelen in de Waddenzee de lokale broedpopulatie als de overwinteringspopulatie in Nederland sterk heeft kunnen toenemen. Ens & Kats (2004) vinden een dergelijk verband met de broedpopulatie niet en constateren dat sinds de introductie van de mosselkweek in de Nederlandse Waddenzee het aantal broedparen niet sneller toenam dan voorheen. Ook het verband tussen de winterpopulatie en de mosselkweek is niet hard te maken en ligt mogelijk ook aan het sluiten van de jacht op de Eidereend rond 1950 in Zweden en het vroeger algemene Finse gebruik om eieren van Eidereenden te verzamelen voor consumptie. Ook Swennen et al (1989) vonden geen duidelijk verband tussen de verspreiding van de Eidereenden in de Waddenzee en het voorkomen van mosselpercelen. Wel is het zo dat tegenwoordig, bij een vrijwel volledig gebrek aan sublitorale en de geringe oppervlakte aan litorale mosselbanken, de Eidereenden

steeds afhankelijker zijn geworden van de op de mosselpercelen aanwezige Mosselen, zeker bij een gebrek aan voldoende alternatieve voedselbronnen. Op basis van de jaarlijks getelde strandingen van dode Eidereenden werd berekend, ervan uitgaande dat de Nederlandse Waddenzee in de winter 130.000 Eidereenden moet kunnen herbergen, dat er 60 miljoen kilo versgewicht halfwas en volgroeide sublitorale mosselen in de Waddenzee aanwezig moeten zijn op 1 januari om verhoogde wintersterfte te voorkomen (Ens et al. 2004).

#### *Overige bedreigingen*

Hoewel in de Nederlandse Waddenzee de groot-schalige mechanische schelpdiervisserij een zware tol heeft geëist van de Eiders, wordt de hele *mollissima*-populatie ook door andere oorzaken bedreigd. Als schelpdieretende soort, met een grote voorkeur voor zeewater-filterende Mosselen, is de Eidereend behalve gevoelig voor overbevissing van schelpdieren, ook voor gifstoffen zoals de sterfte in de jaren '60 liet zien. De populatie nam tussen 1991 en 2002 met zo'n 37% af van ca. 1.200.000 vogels naar ca. 760.000 (Desholm et al. 2002). De actieve jacht op Eidereenden in de herfst en winter eist een zware tol op de populatie. In totaal mogen er jaarlijks in Denemarken, Noorwegen, Zweden en Finland zo'n 115.000 Eidereenden legaal afgeschoten worden (Desholm et al. 2002). Het merendeel van deze vogels wordt in Denemarken geschoten. Tussen 1958-1970 nam het aantal geschoten Eidereenden in Denemarken per jaar toe van ca. 100.000 tot ca. 140.000. In de jaren negentig nam de jachtdruk weer wat af tot zo'n 80.000 vogels per jaar in het begin van de 21<sup>e</sup> eeuw. Ter vergelijking; het jaarlijks geschoten aantal vogels is nog steeds vier keer zo hoog als het aantal dat tijdens de massale sterfte in 1999/2000 in de Nederlandse Waddenzee het loodje legden.

Verder is de op zee levende Eidereend erg gevoelig voor (lokale) olielozingen. Een groot deel van de vogels die besmeurd met olie, dood wordt aangetroffen op de Nederlandse kust, bestaat uit Eidereenden (Camphuysen et al. 1988).

Andere bedreigingen van Eidereenden zijn ziektes, nestpredatie door ratten *Rattus* sp. en Vossen *Vulpes vulpes*, het verstrikt raken in visnetten en botsingen met windmolens, maar over de omvang van deze bedreigingen is weinig bekend en in relatie tot de overexploitatie van

schelpdieren en de jacht op Eideereenden zijn deze bedreigingen waarschijnlijk van minder groot belang.

Specifieke kennisleemte t.a.v. Eideereend:

- Er is meer kennis nodig over de bewegingen van overwinterende Eideereenden in de Waddenzee.
- Onbekend is in hoeverre de lokale broedvogels met de noordelijker broedende Eideereenden in de winter mengen en zich verspreiden in de Waddenzee. Deze kennis is van belang omdat vaak lokale omstandigheden de overleving van ter plekke voorkomende Eideereenden beïnvloedt.
- Gestandaardiseerde tellingen van overwinterende Eideereenden in Duitsland en Denemarken ontbreken.
- De verspreiding en vooral plaatstrouw van Nederlandse broedvogels is alleen van broedende vrouwtjes bekend. Het is aan te bevelen ook mannetjes te vangen en ringen en hun overleving en verspreiding te bestuderen.

### Zwarte Zeeëend

#### *Aantallen in Nederland*

Met 20.000 tot meer dan 100.000 overwinteraars en 500 tot 20.000 vogels in de zomer is de Zwarte Zeeëend een algemene schelpdiereter van vooral de Noordzeekust (Leopold et al. 1995). Vroeger kwamen naar schatting 40.000 Zwarte Zeeëenden voor in de westelijke Waddenzee in de gebieden waar regelmatig mosselzaad valt. De aantallen namen in de periode 1964-1969 echter sterk af om onbekende redenen (Swennen 1985), maar waarschijnlijk gerelateerd aan voedselbeschikbaarheid. Tussen 1992-2003 was er een sterk wisselend aantalsverloop van Zwarte Zeeëenden in Nederland zonder duidelijk zichtbare trend. Gemiddeld bevonden zich in deze periode 64.100 exemplaren voor de Nederlandse kust. In januari 2003 bevonden zich 49.000 voor de Waddenkust (grootst waargenomen groep 19.000 exemplaren). Op basis van de midwintertellingen 2000-2003 concluderen Berrevoets & Arts (2003) dat alleen de Waddenkust (ten noorden van de eilanden) van internationaal belang is. De totale Noordwest-Europese populatie wordt geschat op minimaal 1.600.000 vogels (Wetlands International 2002). Leopold et al (1995) merken echter op dat de overwinteringlocaties van de zeeëenden van jaar tot jaar sterk kunnen veranderen en de eenden

op langere termijn waarschijnlijk weinig baat zullen hebben van een klassiek, permanent natuurgebied. Met soms > 100.000 vogels herbergt het Nederlandse kustgebied ongeveer 10% van de Noordwest-Europese populatie.

#### *Belang Waddenzee*

De westelijke Waddenzee, was ooit van groot belang voor Zwarte Zeeëenden (SOVON 1987) waar de vogels waarschijnlijk op Nonnetjes en Mosselen foerageerden. Na 1960 verplaatste een deel van de Zwarte Zeeëenden zich van de Waddenzee naar de Noordzee en in begin jaren zeventig naar de Voordelta (sinds 1965 10-30.00 exemplaren). De vogels bereikte een dieptepunt in de eerste helft van de jaren '80. In de winter 1986/87 vond een korte opleving plaats; mogelijk bevonden zich deze winter bijna 100.000 Zwarte Zeeëenden in Nederland. In de winter 1989/90 werd opnieuw vrij massaal bij de Waddeneilanden overwinterd. In 1990/91, 1991/92 en 1992/93 werden maximale recordaantallen geteld van 105.000, 134.000 en 136.000 respectievelijk, zeer waarschijnlijk door het talrijk voorkomen van Spisulabanken in deze periode (Leopold et al. 1995).

#### *Tijd van het jaar*

Groepen pleisterende Zwarte Zeeëenden kunnen het hele jaar door worden gezien langs de Noordzeekust van de Waddeneilanden. Vleugelrui van Zwarte Zeeëenden vindt over het algemeen in juni-juli plaats in de Deense kustzone. In sommige jaren wordt echter ook massaal in Nederland geruid, zoals bijvoorbeeld blijkt uit de aanwezigheid van 11.000 exemplaren bij Terschelling in de zomer van 1991. Aantallen pleisterende Zwarte Zeeëenden in juni en juli zijn aan de Waddenkust over het algemeen laag, maar in die periode worden wel groepen westwaarts langstrekkend waargenomen. Langs de kust van het vasteland worden ook in juni en juli jaarlijks pleisterende Zwarte Zeeëenden geteld, maar altijd in lagere aantallen dan 's winters. In augustus-september bevinden zich lage dichtheden Zwarte zeeëenden langs de Nederlandse kust, in oktober-november keren de vogels terug uit de broedgebieden, maar in deze periode wordt slechts met uitzondering een groep van enkele duizenden vogels geteld. Vanaf december zijn vrijwel alle vogels aanwezig in de overwinteringgebieden en worden maximale aantallen geteld. Deze grote aantallen vogels kunnen tot in

mei aanwezig blijven voor de kust, hoewel over het algemeen de aantallen in april-mei iets lager zijn dan in de winter (Leopold et al. 1995; Camphuysen & Leopold 1994).

Strengere winters gingen samen met grote aantallen Zwarte Zeeëenden in Nederland, dus het is aannemelijk dat een deel van de vogels die in Denemarken overwinteren, waar de kern van het overwinteringsgebied is, met strenge vorst naar het zuiden trekt. Echter ook tijdens zachte winters volgend op een strenge winter konden grote aantallen Zwarte Zeeëenden vastgesteld worden voor de Nederlandse Noordzeekust. Gesuggereerd is dat de vogels ook in een zachte winter terugkeren naar Nederland wanneer hier op grond van ervaringen uit voorgaande winters goede foerageeromstandigheden te verwachten zijn (Leopold et al. 1995).

#### Voedsel

Als gespecialiseerde schelpdiereters zijn Zwarte Zeeëenden afhankelijk van het voorkomen van schelpdierbanken in ondiep water, in Nederland met name halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*). Belangrijke spisulabanken komen in een strook tot vijf km uit de kust van de Waddeneilanden voor (van Leeuwen et al. 1994). Aangezien het voorkomen van deze schelpdierbanken niet van jaar tot jaar hetzelfde is, zijn ook de concentraties vogels in tijd en ruimte anders van jaar tot jaar. In de loop der jaren zijn verschillende gebieden van belang geweest voor de eenden. Zwarte Zeeëenden foerageren in (grote) groepen, duikend naar schelpdieren. Bij Zwarte Zeeëenden is bekend dat er continu bewegingen tussen groepen plaatsvinden. Er zijn echter weinig systematische gedragswaarnemingen gedaan aan zeeëenden. Fox (in voorbereiding) beschrijft dat Zwarte Zeeëenden foerageren op mariene schelpdieren (>95% van het dieet) van bij voorkeur kleiner dan 4 cm, die leven in de bovenste 3 cm van schoon, grofzandig substraat in wateren die minder dan 20 meter diep zijn. De schelpdiersoorten die Zwarte Zeeëenden eten verschillen per gebied afhankelijk van het relatieve voorkomen maar zijn altijd vrij klein, komen in hoge dichtheden voor en ondiep in de bodem (Leopold et al. 1995). In de kustzone langs de Waddeneilanden wordt met name *Spisula subtruncata* en *Donax vittatus* gegeten (Van Leeuwen et al. 1994). Zwarte Zeeëenden aten eind jaren '70 in België vermoedelijk vooral *Abra abra* en *Angulus fabulus* (Van Steen 1978 in Fox

in voorbereiding). Recente waarnemingen bij de Brouwersdam bevestigen dat Zwarte Zeeëenden tijdens 45% van de 798 waarnemingen *Ensis (directus)* aten van ongeveer 6-8 cm lang (schatting: 0,7 cm breed; Wolf & Meininger 2004).

#### Ruigebieden en bedreigingen

Belangrijke ruigebieden van Zwarte Zeeëenden bevinden zich vooral in de Deense Waddenzee en bij Sleeswijk-Holstein. Het belang van de ruilocaties neemt af van oost naar west. In de Nederlandse Waddenzee bevinden zich nog maar enkele kleine concentraties ruiende vogels. Van alle "Waddenzee-eenden" hebben Zwarte Zeeëenden de langste ruiperiode, van juni tot oktober. Dit komt doordat jonge vogels, mannetjes en vrouwtjes achtereenvolgens ruien. Daarnaast zijn juist (ruiende) Zwarte Zeeëenden bijzonder gevoelig voor verstoring door bijvoorbeeld scheepvaart, laagvliegende vliegtuigen en olie-ervuilingen (Blew et al. 2004). Zwarte Zeeëenden zijn gespecialiseerde schelpdiereters en afhankelijk van slechts enkele jaarlijkse schelpdierbanken in de Noordzeekustzone. Om die reden zijn ze bijzonder gevoelig voor menselijke (over)exploitatie van deze schelpdierbanken.

Specifieke kennisleemte t.a.v. Zwarte Zeeëend:

- Wordt de (Nederlandse) Waddenzee weer aantrekkelijk voor Zwarte Zeeëenden zodra er meer natuurlijke (sublitorale) mosselzaadbanken blijven liggen?
- Welke schelpdieren worden geprefereerd, en welke aspecten (dichtheden, grootte, diepte, schelpdikte, energetische waarde) bepalen dat en in welke mate?
- Wat zijn de uitwijkmogelijkheden voor Zwarte Zeeëenden in jaren als de voedselbeschikbaarheid in de Nederlandse kustwateren laag is?

#### Brilduiker

Zo'n 80% van de in Nederland overwinterende Brilduikers, zo'n 15.000 in 2002/03 (van Roomen et al. 2004), komen in de Zoute Delta en het IJsselmeergebied voor (Voslamber et al. 1999). De Waddenzee speelt dus slechts een kleine rol in de Nederlandse winterverspreiding van deze soort. Slechts tijdens erg winterse omstandigheden met veel ijs nemen de aantallen op de (westelijke) Waddenzee toe ten koste van het voorkomen op het IJsselmeer (Bijlsma et al. 2001). Met strenge vorst bevindt 25-30% van de



Zwarte Zeeëenden zijn tegenwoordig vrijwel volledig afhankelijk van half Geknotte Strandschelpen en de visserij op deze schelpdieren is de grootste bedreiging voor deze zeeëend. Foto door Bernard Spaans.

Nederlandse overwinteraars zich op de (westelijke) Waddenzee (SOVON 1987). Uit dieetstudies blijkt dat in estuaria overwinterende Brilduikers vooral schelpdieren (Mosselen, Kokkels, Wadslakjes en alikruiken) en kreeftachtigen (Strandkrab, Garnaal, *Gammarus*, *Idotea*) eten, die ze duikend bemachtigen (Simmons et al. 1977). Ook in het water zwemmende prooien worden bemachtigd. Brilduikers foerageren in de Waddenzee dus waarschijnlijk zowel op de sublitorale Mosselen als de dieren die zich op of rond de mosselbanken ophouden.

Specifieke kennisleemte t.a.v. Brilduiker:

- Wat is het belang sublitorale mosselbanken voor deze soort?
- Hoe ontwikkelen de aantallen overwinterende Brilduikers zich in de Waddenzeelands Duitsland en Denemarken?

### **Nonnetje, Middelste en Grote Zaagbek**

Als broedgebied van zo'n 15 broedparen (in 1991) is het internationale Waddengebied niet van groot belang voor Middelste Zaagbekken (Rösner et al. 2000). Voor overwinteraars is dat anders. Zo'n 15-20% van de Noordwest Europese populatie van Middelste Zaagbekken en mogelijk 30-40% van de Noordwest Europese populatie van de Grote Zaagbek overwinterde in de Waddenzee (Smit & Wolff 1982). Van de maximaal 20.000 Middelste Zaagbekken die in Nederland overwinteren, verbleef hier in de periode 1979-1983 naar schatting zo'n 10.000-12.000 (50-60%) in de westelijke Waddenzee (SOVON 1987). De hier overwinterende vogels broeden op IJland, Fenno-Scandinavië en Rusland. Zaagbekken eten vooral vis, en met name Spiering. De verspreiding van de Middelste

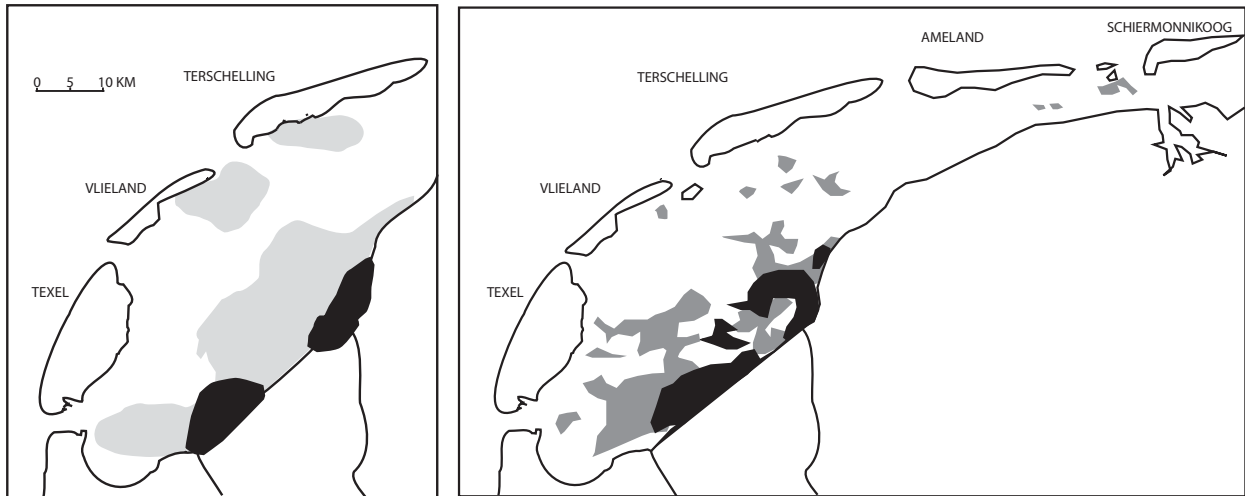


Fig. 7. De verspreiding van Middelste Zaagbekken in de westelijke Waddenzee in november-maart 1964-1969 (links). In de donkere delen werden meer dan 256 Middelste zaagbekken per 7 km aangetroffen vanaf een boot; in de lichter gekleurde delen meer dan 16 (naar Smit & Wolff 1980). De verspreiding van de Middelste Zaagbekken in die periode vertoont grote overeenkomsten met de verspreiding van sublitorale mosselzaadbanken in de periode 1993-2003 (rechts). In de donker gekleurde delen werden op gemiddeld meer dan 0,75 punten in een vak van 750 m<sup>2</sup> minstens 1 mossel aangetroffen. In de lichter gekleurde delen was dat gemiddeld meer dan 0,01 punten (naar Bult et al. 2004).

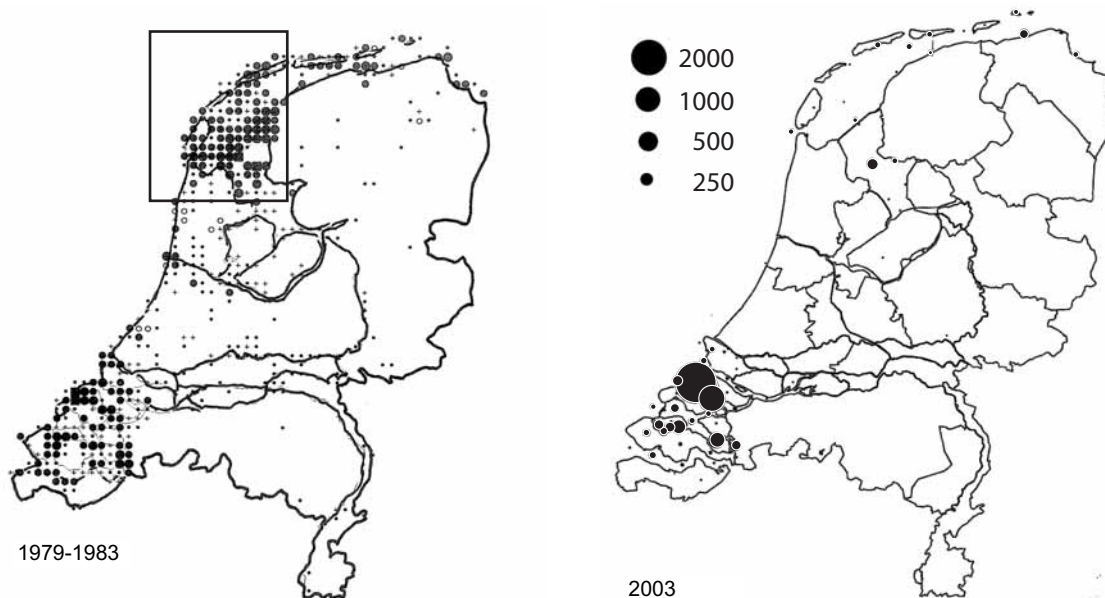


Fig. 8. Verspreiding van Middelste Zaagbekken in Nederland in januari in de periode 1979-1983 (links, naar SO-VON 1987) en in januari 2003 (rechts, naar Van Roomen et al. 2004). De Zoute Delta bleef een gebied van belang voor Middelste Zaagbekken, maar de westelijke Waddenzee verloor haar waarde voor deze visetende vogelsoort. Het vierkantje in het linker figuur geeft de uitsnede weer van de gedetailleerde verspreiding zoals weergegeven in figuur 7 links.

Zaagbek in de zestiger en zeventiger jaren vertoont een grote overeenkomst met de verspreiding van de Spiering *Osmerus eperlanus* in de Waddenzee (Smit & Wolff 1982). Volgens Simmons et al (1977) wordt er in zoutwatergebieden behalve vis in minder mate ook op Garnalen en krabben gefoerageerd.

Middelste en Grote Zaagbekken komen in de Nederlandse Waddenzee vooral net ten noorden van de Afsluitdijk voor. De verspreiding van beide soorten vertoont een grote overeenkomst met de gebieden waar de afgelopen jaren veel mosselzaadvisserij plaats vond (Bult et al. 2004; figuur 7) en boven de mosselpercelen. Het is mogelijk dat zaagbekken op visjes en misschien garnalen jaagden die geassocieerd met de sublitorale mosselzaadbanken voorkomen. Als dit het geval is dan kunnen zaagbekken te lijden hebben van verstoring door menselijke activiteiten als mosselzaadvisserij en activiteiten bij de mosselpercelen. Door de afname van de Spiering en een mogelijk noordelijker overwintering, vanwege verschillende zachte winters, nemen de drie zaagbekken de afgelopen jaren in Nederland af. Erg opvallend is dat de winterverspreiding de laatste jaren vrijwel beperkt blijft tot de Zoute Delta en de Nederlandse Waddenzee voor de drie zaagbeksoorten slechts van geringe betekenis lijkt (van Roomen et al. 2004). Het lijkt er dus op dat in de jaren '90 er iets veranderd is in de Waddenzee, waardoor deze minder aantrekkelijk is geworden voor Middelste Zaagbekken (figuur 8). Naast de aanwezigheid van met mosselbanken geassocieerde vissen zou ook het spui-beheer van invloed kunnen zijn op het voorkomen van Middelste Zaagbekken. In de winter 2002/03 kwamen er maximaal 6800 Nonnetjes, 6900 Middelste en 21.000 Grote Zaagbekken in Nederland voor, waarvan slecht een heel klein deel op de Waddenzee (van Roomen et al. 2004; figuur 8). Deze ontwikkeling en de rol van (met mosselbanken geassocieerde) vissoorten hierin verdient meer (onderzoeks)aandacht.

Specifieke kennisleemte t.a.v. zaagbekken:

- Wat is het dieet van de verschillende zaagbekken in de Waddenzee, en in hoeverre zijn sublitorale mosselbanken van belang voor deze prooi-soorten?
- Wat verklaart de (veranderde) verspreiding van zaagbekken binnen de Waddenzee en in West-Europa?

### Slechtvalk

De Slechtvalk is de belangrijkste toppredator in de Waddenzee die het de laatste jaren weer enigszins voor de wind gaat. Sinds het verbod op DDT en andere gechloreerde landbouwgiften is de Europese broedpopulatie herstellende en neemt het aantal overwinteraars in de Waddenzee eveneens weer toe (Bijlsma et al. 2001). In oktober 1998 werden bijvoorbeeld maar liefst 40 Slechtvalken in het Waddengebied geteld (de Boer et al. 2001). Een aantal van 50-70 overwinterende Slechtvalken in de Waddenzee was in de afgelopen jaren heel gebruikelijk (Koks 1998). Een deel van de Slechtvalken die in oktober in de Waddenzee voorkomen zijn dan nog op trek naar zuidelijker gebieden zoals België, Frankrijk en zelf Spanje (Henny et al. 2000). De in Nederland overwinterende Slechtvalken zijn broedvogels in Duitsland, Scandinavië en Rusland.

In het begin van de 20e eeuw werd er op de Waddeneilanden, op de grond, gebroed (Bijlsma et al. 2001). De hele Europese Slechtvalkpopulatie heeft ernstig geleden onder het gebruik van landbouwgiften als DDT in de jaren '50 en '60 van de vorige eeuw. Het aantal broedvogels in Fennoscandinavië, waar het gros van de in de Waddenzee overwinterden Slechtvalken afkomstig is, daalde van zo'n 2000-3500 broedparen tot een dieptepunt van slechts 65 broedparen in 1975. Slechtvalken eten met name prooien in de gewichtsklasse tussen 19 en 800 gram (Bijlsma 1993). Aan de hand van prooiresten van Slechtvalken op Griend kon geconcludeerd worden dat de grotere prooien favoriet waren (Rosse Grutto, Tureluur, Houtsnip en Grote Stern). Numeriek gezien waren Rosse Grutto's het vaakst een slachtoffer (24 van de 56 verzamelde prooiresten) maar afgezet tegen het relatieve voorkomen van de prooi-soort op of bij Griend waren Houtsnippen (relatief zeldzame vogel op Griend) en Tureluurs favoriet (Oosterhuis & Kok 2003). Doordat Slechtvalken vaak op hoogwatervluchtplaatsen jagen is hun invloed op steltlopers groot. Een jagende valk kan tienduizenden steltlopers langere tijd in de lucht houden. De Slechtvalk broedt tegenwoordig weer in ons Waddengebied (Eemshaven) en mogelijk ook op Schiermonnikoog (Oosterhuis 2003).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Slechtvalk:

- Hoe beïnvloedt de Slechtvalk de verspreiding, gedrag en fysiologie van de prooidieren (steltlopers)?



- Wat beperkt de herkolonisatie door broedende Slechtvalken in het Waddengebied?

### Scholekster

#### *Aantallen overwinteraars*

De Scholekster is één van de meest karakteristieke, en de op één na talrijkste wadvogel. Dat komt met name door het opvallende uiterlijk van Scholeksters. Wereldwijd zijn er maar weinig Waddengebieden waar Scholeksters voorkomen. Uitzonderingen vormen het zuidelijkste puntje van Zuid-Amerika en Nieuw-Zeeland waar andere soorten Scholeksters ook met zijn duizenden op het wad voorkomen.

In de Nederlandse Waddenzee overwinterden in 2002/03 minder dan 200.000 Scholeksters in de Waddenzee (van Roomen et al. 2004). Scholeksters eten met name Kokkels en Mosselen op het droogvallende Wad. De schelpdieren worden met de snavel opengesneden, dan wel gehamerd waarna het vlees wordt gegeten. Daarnaast worden Zeeduizendpoten (*Nereis diversicolori*) en Nonnetjes gegeten (van de Kam et al. 1999). Sinds de winter 1987/1988 is het aantal Scholeksters in Nederland jaarlijks afgenomen (van Roomen et al. 2003). Een omslag in de populatietrend sinds eind jaren '80/begin jaren '90 komt bij veel wadvogelsoorten voor (van Roomen et al. 2005), en de link naar de overmatige schelpdiervisserij sinds die periode, met name het op grote schaal verwijderen van de mosselbanken uit de Waddenzee, is snel gelegd. Uit recent onderzoek blijkt inderdaad dat de soort ernstig te lijden heeft van voedselgebrek, veroorzaakt door overbevissing van Kokkels en litorale Mosselen (Ens et al. 2004). Een vergelijking tussen Scholeksters die in een door mechanische schelpdiervisserij bevestigd en een onbevestigd gebied een winterterritorium bezaten liet zien dat de Scholeksters in de niet-bevestigde gebieden, waar meer Kokkels voorkwamen, meer Kokkels in hun dieet hadden en een betere conditie (lichaamsgewicht en rode bloedcellen) hadden vergeleken met de Scholeksters uit de voor mechanische schelpdiervisserij opengestelde gebieden (Verhulst et al. 2004).

#### *Broedvogels*

Met ruwweg 25% komt in Nederland een erg belangrijk deel van de Noordwest Europese broedpopulatie Scholeksters voor. Hiervan broedt een

groot deel in het Waddengebied. In 1991 broedden naar schatting 39.100 Scholeksters in het internationale Waddengebied, op een totaal geschatte Noordwest Europese broedpopulatie van 207.000 (Rösner et al. 2000). Bijna 20% van de populatie broedde toen dus in het Waddengebied. Aangezien er weinig tot geen uitwisseling van Scholeksters van het Europese vasteland en Ierland en Verenigd Koninkrijk is het relatief belang van de Nederlandse broedpopulatie nog groter (Goss-Custard et al. 1985). Tussen 1965 en 1985 nam de Nederlandse broedpopulatie toe, maar de huidige afname lijkt veel sneller te verlopen dan de toename destijds. De toename tussen 1965 en 1985 is waarschijnlijk te wijten geweest aan het beschikbaar komen van rijk bemeste weilanden als broedgebied voor Scholeksters. Tussen 1985 en ongeveer 1990 was de Nederlandse broedpopulatie enigszins stabiel (Bijlsma et al. 2001). De broedpopulatie is sinds 1990 met ongeveer 40% afgenomen (van Roomen et al. 2004). De afname is het sterkst in de duingebieden waar het broedsucces bovendien erg laag is (Dijksen 1980). Aangezien het merendeel van de in de Nederlandse Waddenzee overwinterende Scholeksters Nederlandse broedvogels betreft is het, gezien de negatieve trend in de aantallen overwinteraars, misschien niet zo vreemd dat de aantalafname ook wordt gezien in het aantal broedvogels in de Waddenzee en in de agrarische gebieden. Sinds 1995/1996 namen deze broedvogels met zo'n 30% af (Koks 2003; Teunissen 2003). Dat het verslechterde voedselaanbod in de Waddenzee een invloed kan hebben op de voortplanting van de Scholekster is weliswaar aannemelijk, maar het is vooral nog onduidelijk hoe de voedselsituatie in de Waddenzee het broedsucces beïnvloedt. Komen er minder Scholeksters tot broeden, leggen ze minder eieren, komen de eieren slechter uit of zijn de vogels minder goed in staat hun jongen succesvol groot te brengen dankzij een gebrek aan voedsel (Hulscher & Verhulst 2003)? Een combinatie van deze effecten is natuurlijk ook mogelijk. Er zijn wel aanwijzingen dat de broedvogels in de Scholeksterpopulatie op Schiermonnikoog, die al jarenlang goed bestudeerd wordt door biologen van de Rijksuniversiteit Groningen, steeds later zijn gaan broeden en met een lager gewicht (Bruinzeel & van de Pol 2003).

### Plaatstrouw

Scholeksters zijn erg honkvast, zowel in het broedseizoen (Hulscher 1975) als in de winter (Verhulst et al. 2003). Uit waarnemingen van gekleurde Scholeksters bleek dat 89% weer teruggemeld werd op de locatie waar het desbetreffende individu ook geringd en losgelaten werd. Voorlopige gegevens laten zien dat deze plaatstrouw al vanaf de eerste winter geldt en dus onafhankelijk van de leeftijd lijkt (zoals wel werd geconstateerd bij Lepelaars). Juist door die grote plaatstrouw van Scholeksters zijn ze erg gevoelig voor lokale verstoringen en bedreigingen. Als in een territorium van Scholeksters het voedsel schaars is (bijvoorbeeld doordat het geëxploiteerd wordt), zijn deze vogels niet in staat het voedsel elders te zoeken (Verhulst et al. 2003). Ook uit Engels onderzoek blijkt dat Scholeksters die in de Wash (Verenigd Koninkrijk) voorkomen, niet verkassen maar ter plekke verhongeren als in hun territorium door menselijk ingrijpen de voedselsituatie aanmerkelijk verslechterde (Atkinson et al. 2003).

Opvallend is dat Scholeksters tijdens acute voedselschaarste door plotseling invallende strenge vorst wel de Waddenzee verlaten en naar de Zeeuwse Delta en Waddengebiedjes langs de Franse kust trekken (Hulscher 2000). Blijkbaar zijn Scholeksters in staat acuut te reageren op verslechterde voedselomstandigheden, maar niet op geleidelijker maar langdurige en ernstiger verslechtering van het voedselaanbod door overbevising door mechanische kokkel- en mosselvisserij. Een groot deel van de populatie (tot 25%) overleeft dergelijke strenge winters, wanneer (energetisch dure) vorsttrek plaatsvindt, niet mede doordat de voedselomstandigheden in de zuidelijker gelegen toevluchtsoorden ook niet erg goed zijn. Bovendien vallen tijdens strenge vorst uit de Waddenzee gevluchte Scholeksters vaak ten prooi aan Franse jagers (Hulscher 1989; 2000). Door deze plaatstrouw is het duidelijk dat een voedselreserveringsbeleid waarbij in een deel van de Waddenzee een bepaalde hoeveelheid voedsel aanwezig moet zijn terwijl een ander deel van de Waddenzee bevist wordt, niet werkt voor deze soort. Voor Scholeksters moet het voedsel op alle locaties in het gebied in voldoende mate aanwezig blijven.

Specifieke kennisleemte t.a.v. Scholekster:

- Het is nog onduidelijk in hoeverre de teruglopende jongenproductie een gevolg kan zijn van

veranderingen in de agrarische broedgebieden. Vergelijkingen tussen Denemarken, Duitsland en Nederland met een grotendeels overeenkomstig landbouwbeleid maar met (grote) verschillen in schelpdiervisserijbeleid zouden hier inzicht in kunnen geven.

- Kleurringonderzoek aan Scholeksters: de *life history* op individueel niveau zou duidelijk kunnen maken waar in de Waddenzee overwinterende Scholeksters broeden (kwelders of binnenland) en wat de variatie in hun broedsucces verklaart (welke territoria zijn succesvol, welke niet, welke voedselomstandigheden zijn vereist voor broedsucces?).

### Kluut

Met 12.150 broedparen, herbergt het internationale Waddengebied meer dan de helft van de geschatte totale Noordwest Europese broedpopulatie van 20.000 broedparen (Rösner et al. 2000; Hötker & West 2005). Als broedvogel was de Kluut in Nederland zeer schaars aan het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw, waarschijnlijk door bejaging en het veelvuldig rapen van eieren. Daarna heeft de soort in het Nederlandse Waddengebied een sterke toename doorgemaakt met bijna 6000 broedparen in 1990, waarschijnlijk bevorderd door het ontstaan van vaak tijdelijke geschikte broedhabitats en een betere bescherming van de soort (Arts & Meininger 1997). Kluten broeden op kwelders en (permanent) drooggevallede platen, met weinig of lage pioniervegetatie. In de jaren '90 broedden zo'n 60% van de Nederlandse broedvogels in het Waddengebied, met name in de Dollard, Groninger Noordkust en de Waddenkust van Friesland. Daarnaast broeden jaarlijks enkele honderden Kluten op de Waddeneilanden (Bijlsma et al. 2001). Er bestaan aanwijzingen dat vanuit de groeiende Waddenzee populatie andere gebieden in Europa werden gekoloniseerd. Zo werden in de Waddenzee geringde jonge Kluten in broedkolonies zuidelijker in Europa aangetroffen (Hötker & West 2005). Kluten lijken vooral geprofiteerd te hebben van natuurontwikkeling in het Waddengebied, het stoppen van de jacht en het rapen van eieren, een gemiddeld warmer klimaat en een hoog prooiaanbod van wormachtigen, met name de Zeeduizendpoot (Hötker 1998; Hötker & Segebade 2000; Hötker & West 2005).

Sinds begin jaren '90 neemt de populatie Kluten in het Waddengebied echter weer langzaam, maar significant, af. Vooral in het

Nederlandse, maar ook in het Duitse en Deense Waddengebied (Hötker & West 2005). De aantalfname in Friesland buitendijks is voor een groot deel verantwoordelijk voor de afname in Nederland (Arts & Meininger 1997). De aantallen broedende Kluten zijn inmiddels weer terug op het niveau van een kwart eeuw geleden (van Roomen et al. 2004). De voornaamste redenen hiervoor zijn het ongeschikt raken van broedplekken door een gebrek aan natuurlijke dynamiek (tijdelijk onderstromen), een groei van de vegetatie en de introductie van roofdieren (Bruine Rat *Rattus norvegicus* en Vos; Meininger et al. 2005).

Sinds de jaren '50 zijn zo'n driekwart van de kwelders in Nederland verdwenen. De vegetatie op de overgebleven kwelders is daarnaast door natuurbeheer (reservaten waarin boeren hun vee niet mogen laten grazen) in sterke mate verruigd, waardoor met name langs de Friese en Groninger kust, het aantal broedende Kluten sterk in aantal achteruit is gegaan (van Beusekom et al. 2005). Het feit dat de aantallen broedende Kluten in tegenstelling tot de Waddenzee in de Zoute Delta juist (tijdelijk?) toenemen dankzij natuurontwikkelingsprojecten geeft aan dat een verschil in beheersmaatregelen een verschillende uitwerking hebben op verschillende vogelsoorten. Volgens Prop et al. (1999) heeft het stopzetten van lozingen van organisch afval in de Dollard een negatief effect gehad op de lokale voedselbeschikbaarheid voor Kluten. Mogelijk speelt een toegenomen predatie door Vossen ook een rol. Kluten zullen waarschijnlijk profiteren van een groter oppervlakte aan kwelders die 's winters door vee en in het voorjaar door ganzen begraaft worden.

In Nederland kunnen Kluten het hele jaar door gezien worden, hoewel in de wintermaanden hun voorkomen beperkt is en hun verspreiding zich zo goed als alleen tot de Waddenzee beperkt. Na de broedtijd concentreren Kluten zich op de meest slibrijke delen van het wad, met name langs de Friese en Groninger kust (SOVON 1987). De Waddenzee herbergt dan zo'n 90% van alle Kluten in Nederland, met in september 2002 bijvoorbeeld ruim 11.000 vogels (van Roomen et al. 2004). Dit zijn vooral de Nederlandse broedvogels met hun jongen en gedeeltelijk broedvogels van elders. In Nederland broedende Kluten trekken langs de kust naar Zuidwest Europa (o.a. Tagus estuarium in Portugal) en Noordwest Afrika (ongeveer 35% van de NW Europese populatie, vooral in

Senegal). Tijdens de voorjaars trek verzamelen Kluten zich op de Banc d'Arguin in Mauritanië, niet zo zeer om er op te vetten, maar waarschijnlijk als voorverzamelplaats voordat er naar het noorden getrokken wordt (Blomert et al. 1990).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Kluut:

- Wat is het beste kwelderbeheer voor broedende Kluten?

### **Bontbekplevier**

Zo'n 10% van de Noordwest Europese populatie van 12.500- 13.800 broedparen broedt in het internationale Waddengebied (Rösner et al. 2000). Er wordt vooral gebroed op kwelders met korte vegetatie en schelpen- en kiezelstrandjes. De in het Waddengebied broedende Bontbekplevieren, in totaal zo'n 1400 paren, behoren tot de ondersoort *hiaticula*, waarvan naast Noordwest Europa het broedgebied zich uitstrekt van Noord-oost Canada, Groenland en IJsland. In Nederland is de Bontbekplevier een schaarse broedvogel, die met name op de Waddeneilanden en daarnaast het Balgzand, Delfzijl en in toenemende mate de Friese Waddenkust broedt (Bijlsma et al. 2001; Koks & Hustings 1998). Tijdens de trek, zowel in voorjaar als najaar, komt ook de ondersoort *tundrae* in de Waddenzee voor die in Lapland en de Arctische gebieden oostelijk daarvan, tot in Taimyr, Siberië, broedt. In mei pleisteren soms meer dan tienduizend *tundrae*-Bontbekplevieren in de Waddenzee, terwijl de lokale *hiaticula*-broedvogels op dat moment vaak al jongen hebben. Niet alle Bontbekplevieren die tot deze twee populaties behoren maken gebruik van de Oost-Atlantische trekroute; veel in Siberië broedende Bontbekplevieren trekken oostelijker naar Afrika. Zo'n 200.000 Bontbekplevieren die in West-Afrika overwinteren maken wel gebruik van de Oost-Atlantische trekroute. Vooral de Arctisch broedende Bontbekplevieren overwinteren in Afrika. De Noordwest-Europese broedvogels overwinteren noordelijker, voornamelijk in Portugal en Marokko (van de Kam et al. 1999). Tijdens strenge winters komen vrijwel geen Bontbekplevieren in Nederland voor (SOVON 1987), maar ook tijdens milde winters verblijven er maar weinig in het Waddengebied (Blew et al. 2005). Relatief ten opzichte van de totale flyway-populatie is het jaarlijkse fluctuerende aantal doortrekkende Bontbekplevieren in het internationale Waddengebied gering (Blew et al. 2005).

Bontbekplevieren eten in het getijdengebied vooral wormen, kreeftachtigen en insecten die visueel worden opgespoord en met de korte snavel van het wad gepikt. De soort lijkt ook te profiteren van de verworming van het Waddengebied en neemt sinds 190/91 zeer sterk toe (van Roomen et al. 2005). Broedvogels zijn gevoelig voor verstoring door landrecreatie. Op Terschelling en Vlieland broedende Bontbekplevieren hadden een lager broedsucces dan vogels die op Griend broedden, waar geen verstoring door recreanten voorkomt (Tulp 1998).



Een nestje van een Bontbekplevier. Deze verstoringsgevoelige vogel broedt op kale kiezelstrandjes.

Specifieke kennisleemte t.a.v. Bontbekplevier:

- Het zou onderzocht moeten worden welke beheersmaatregelen het beste verstoring van broedende Bontbekplevieren weten te voorkomen.

### Strandplevier

De Waddenzee ligt aan de noordgrens van het verspreidingsgebied van de Strandplevier en het aantal broedparen is er gering. Ongeveer 520 vogels broeden in het Waddengebied, waarvan het merendeel in Sleeswijk-Holstein (Blew et al. 2005). Dit betreft een belangrijk bolwerk van deze kwetsbare soort waarvan de Noordwest Europese populatie nog hooguit 1.300 broedparen omvat (Rösner et al. 2000; van de Kam et al. 1999). De soort gaat als broedvogel in het Waddengebied in snel tempo achteruit. In de jaren '70 broedden er nog twee keer zo veel Strandplevieren in het internationale Waddengebied (Blew et al. 2005).

In Nederland broedden in de jaren negentig 320-440 paren waarvan slechts 63-73 paren in

het Nederlands Waddengebied (Bijlsma et al. 2001). In 2002 werden nog maar 30, mogelijk iets meer, broedende Strandplevieren in het Nederlands Waddengebied gevonden (Dijksen & Koks 2003). Al sinds het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw nemen de aantallen in het Nederlands Waddengebied af, en de populatie decimeerde hier tussen 1900 en 1995 (Meininger & Arts 1997). Strandplevieren zijn ontzettend verstoringgevoelig en een toegenomen recreatiedruk is waarschijnlijk één van de belangrijkste redenen waarom de Waddenzee als broedgebied ernstig aan belang heeft ingeboet (Tulp 1998). Daarnaast stelt de Strandplevier specifieke eisen aan zijn broedbiotoop en is gevoelig voor vegetatiesuccessie en overspoeling van de nesten. Ook het verdwijnen van schelpenstrandjes door geomorfologische processen leiden tot een afname van broedende Strandplevieren (Meininger & Arts 1997). Natuurontwikkeling in combinatie met een goed (graas)beheer zouden soelaas kunnen bieden, hoewel het er op lijkt dat vestiging van broedvogels uit andere deelpopulaties van deze Rode Lijst-soort bemoeilijkt wordt doordat de gehele West-Europese broedpopulatie door biotoopvernietiging en verstoring onder druk staat (Meininger & Arts 1997; van Beusekom et al. 2005).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Strandplevier:

- Het zou onderzocht moeten worden door welke beheersmaatregelen verstoring van broedende Strandplevieren het beste te voorkomen is.

### Goudplevier

Als overwinterings- en doortrekgebied is het Waddengebied erg belangrijk voor deze plevierensoort. Goudplevieren komen weinig op de wadplaten voor maar foerageren vooral in grote groepen in de binnendijkse polders op de wadeneilanden en het vasteland, waar ze een grote plaatstrouw vertonen (Piersma et al. 2005). Grasland is het favoriete habitat om te foerageren (Jukema et al. 2001). De in de winter in het Waddengebied voorkomende Goudplevieren zijn afkomstig uit broedgebieden in Noord-Scandinavië en Rusland. Tijdens zachte winters kunnen ze de hele winter in het Waddengebied blijven, maar zodra het begint te vriezen trekken ze door naar Frankrijk en Spanje waar het doorgaans milder is. In Nederland geringde Goudplevieren werden teruggemeld uit

Denemarken, Frankrijk, Spanje en Portugal (Jukema et al. 2001). In een bevroren grond kunnen de vogels geen voedsel zoeken. Regenwormen (*Lumbricus terrestris*) zijn hier verreweg de belangrijkste prooisoot. Als de Goudplevieren het wad op gaan eten ze Zeeduizendpoten, Wadpieren en Kokerwormen (*Lanice*). De aantallen overwinterende Goudplevieren in het Nederlandse Waddengebied zijn de afgelopen jaren toegenomen, terwijl er in het hele internationale Waddengebied sprake lijkt te zijn van een niet significante afname tussen 1992 en 2002 (Blew et al. 2005). In het internationale Waddengebied komen maximaal zo'n 150.000 Goudplevieren voor in de herfst (Blew et al. 2005). In 2002/03 werden in het Nederlandse Waddengebied maximaal 114.000 Goudplevieren geteld (van Roomen et al. 2004). Tellingen waarbij ook het veelvuldig door Goudplevieren gebruikte agrarisch gebied werden bestudeerd laten een achteruitgang zien ten opzichte van de jaren '70. Deze achteruitgang wordt geweten aan verslechterde voedselomstandigheden als gevolg van diepte-ontwatering en de vervanging van grasland door maïs (Jukema et al. 2001). De verslechtering van de omstandigheden voor Goudplevieren in het agrarisch gebied zouden er toe kunnen leiden dat de wadplaten van de Waddenzee in belang winnen ten opzichte van de binnendijkse foerageergebieden (Hulscher et al. 2001; Hulscher & Bunschoke 2003). Ook op het Duitse wad en in de Oostzee wordt al waargenomen dat de wadplaten steeds belangrijker worden voor Goudplevieren (Krüger 2004; Ketzenberg & Exo 1996). In het verleden droeg de jacht op Goudplevieren in het Deense Waddengebied bij aan de (lokale) afname van de soort (Jukema et al. 2001). Deze jacht is in 1982 gesloten met als gevolg dat Goudplevieren in Denemarken blijven om de slagpenrui door te maken (Rasmussen 1994). Ook deze ontwikkeling, van noordelijker overwinterende Goudplevieren, zou bij kunnen dragen aan een verminderd aantal in het Nederlandse Waddengebied. Naar schatting trekken zo'n half miljoen Goudplevieren elk jaar door Nederland (de helft van de Europese broedpopulatie), waarvan een groot gedeelte in binnendijkse polders in Groningen en Friesland (Jukema et al. 2001). Doordat de soort verspreid in het binnenland overwintert zijn complete tellingen echter moeilijk te realiseren. Daarom werd aan de hand van vele sinds 1949 geringde Goudplevieren inzicht ver-



De trekwegen van Goudplevieren met de verschillende aspecten in ruimte en tijd die de totale populatiegrootte bepalen (uit: Jukema et al. 2001).

kregen in overleving en populatiegrootte (zie boxen 4 en 5 voor een vergelijkbare methode aan de hand van kleurringen) van de soort. De populatie vertoonde aanzienlijke schommelingen de afgelopen jaren, die voor een deel te verklaren is met het aandeel jonge vogels in de vangsten (reproductie). In de drie decennia na 1963/1964 nam de populatiegrootte met een aanzienlijke factor van 4-5 toe. Deze sterke populatiegroei was waarschijnlijk te wijten aan het stoppen van de jacht op Goudplevieren in Denemarken. De jaarlijkse overleving nam in die 30 jaar toe van 57% naar 73%. Ook bleek dat de soort in strengere winters een lagere jaarlijkse overleving had (Piersma et al. 2005).

Doordat Goudplevieren binnendijks overtijden in gebieden met relatief veel menselijke activiteiten en die over het algemeen niet binnen de Speciale Beschermingszones van de Europese richtlijnen vallen, zijn ze extra gevoelig voor verstoring (Koffijberg et al. 2003).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Goudplevier:

- Door het voortzetten van het intensieve ringprogramma aan Goudplevieren kan achterhaald worden of de in Nederland doortrekkende populatie haar piek bereikt heeft en nu te maken heeft met dichtheidsafhankelijke aantalsregulatie.

### Zilverplevier

Zilverplevieren zijn oogjagers die met hun relatief korte snavel bij laag water met name op wormachtigen op het drooggevalen wad jagen (van de Kam et al. 1999). Ze broeden op de toendra langs de kust van vrijwel de gehele Noordelijke IJszee. Vooral de in Siberië, en mogelijk ook in Noordoost Canada broedende Zilverplevieren trekken via de Waddenzee van en naar de overwinteringgebieden in West-Afrika. De meeste Zilverplevieren worden dan ook tijdens de voorjaars- en najaarstrek (mei en augustus) in de Waddenzee gezien. De populatie die gebruikt maakt van de Oost-Atlantische trekroute wordt geschat op ongeveer 247.000 individuen (Wetlands International 2002) en daarvan zijn er maximaal 88.600 in augustus 1996 in het internationale waddengebied geteld (Blew et al. 2005). In mei 2003 werden er maximaal 71.000 Zilverplevieren in Nederland geteld, waarvan 41.000 in de Waddenzee (van Roomen et al. 2004). Het aantal overwinterende Zilverplevieren in Noordwest-Europa, inclusief de Nederlandse Waddenzee, neemt al sinds lange tijd toe (van Roomen et al. 2005). Na deze toename tot 1992/1993 lijkt de Zilverplevier in het hele Waddengebied echter weer in aantal achteruit te gaan. In de Duitse Waddenzee is deze achteruitgang het duidelijkst merkbaar (Blew et al. 2005) terwijl de aantallen in de Nederlandse Waddenzee de afgelopen 10 jaar min of meer stabiel waren (van Roomen et al. 2004). Uit de drie tellingen in 1980, 1997 en 2000 in de Banc d'Arguin komt geen duidelijke trend naar voren. Er werden respectievelijk 23.500, 15.200 en 19.500 geteld (Hagemeijer et al. 2004).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Zilverplevier:

- Betere tellingen in het overwinteringsgebied, en meer kennis over de trekwegen en overwinteringgebieden van verschillende broedpopulaties zijn wenselijk.
- De verschillende aantaltrends in het Nederlandse en Duitse Waddengebied, die in het patroon van Bonte Strandloper en Rosse Grutto passen, verdienen aandacht.

### Kanoet

#### *Algemene voedsel生态学*

Kanoeten zijn wat betreft het vinden en verwerken van voedsel, vooral tweekleppige schelpdieren, uitermate gespecialiseerd. Omdat ze de prooien met hun snavel met een lengte van 3.5

cm uit de wadbodem halen is alleen dat deel van het bestand eetbaar wat zich in de bovenste 4 cm van het wad bevindt (ze gaan tot de ogen de modder in). Als de schelpdieren uit het sediment zijn gehaald worden ze in hun geheel doorgeslikt. De zware spiermaag kraakt vervolgens de schelpen zodat de nutriënten door de darm opgenomen kunnen worden. Door deze manier van prooiverwerking zit er een maximum aan de omvang van de te eten prooien. Voor Kokkels *Cerastoderma edule* is dat zo'n 17 mm, voor de (plattere) Nonnetjes *Macoma balthica* 18 mm, voor Mosselen *Mytilus edulis* 20 mm. Bij Wadslakjes *Hydrobia ulvae* is, gezien hun geringe omvang, zelfs de grootste maat nog eetbaar. Kanoeten worden ook in de minimum maat van hun prooidieren beperkt omdat het zoeken en doorslikken van te kleine prooien meer kost dan het oplevert (Zwarts & Blomert 1992). Dit vereist foerageergebieden met hoge dichtheden aan schelpdieren van de juiste lengte-classes. Bij de meeste soorten schelpdieren gaat het dan om broed of eenjarige schelpen. Naast deze belangrijkste prooien eet de Kanoet ook broed van de Strandgaper *Mya arenaria*, de Dunne Slijkschelp *Tellina* sp., kleine krabbetjes *Carcinus maenas* en Garnalen *Crangon crangon*, maar deze laatste prooien maken samen minder dan 5% van het dieet uit (Zwarts & Blomert 1992).

De prooien worden met behulp van een gevoelig snavelpuntje opgespoord in de wadbodem. Als enig bekende vogelsoort ter wereld bezitten Kanoeten een soort *teledetectie*-systeem voor het opsporen van harde voorwerpen in zachte substraten (Piersma et al. 1998). Met het in de wadbodem steken van de snavel verplaatsen Kanoeten het water tussen de zandkorrels dat in de wadbodem een soort bolvormig drukveld creëert dat de Kanoeten met de snavelpunt kunnen voelen. Als er zich in de buurt van de snavelpunt (tot een afstand van zo'n 5 cm van de snavelpunt) een ingegraven schelpdier (of ander hard object) bevindt, dan verstoort dit schelpdier het bolvormige drukveld en wordt door de Kanoet ontdekt. Kanoeten zijn daarbij afhankelijk van 'gesorteerde' sedimenten (sedimenten met de juiste sedimentgrootte en waterverhouding zonder teveel versturende andere niet-eetbare harde objecten, zoals steentjes), waarin een voldoende hoge dichtheid aan levende schelpdieren voorkomt (Zwarts & Blomert 1992). Een beperking van deze gespecialiseerde vorm van voedselzoeken is dat Kanoeten in 'ongesorteerd' sediment



De populatie Kanoeten heeft zwaar te lijden gehad van mechanische kokkelvisserij.

(verstoord sediment waarin veel zandkorrels van verschillende grootte en steentjes door elkaar gemengd zijn) veel meer moeite hebben om geschikte schelpdieren te vinden omdat het teledetectie-systeem geen onderscheid maakt tussen de ingegraven steentjes en schelpieren (Piersma et al. 1998 en ongepubliceerd). Door mechanische kokkelvisserij omgewoelde wadplaten, met waarschijnlijk veel opgewoeld dood schelpmateriaal, noordelijk van Griend werden in het seizoen na de visserij niet meer door Kanoeten bezocht, ook al bevonden zich daar toen nog wel geschikte prooien in een lage dichtheid (Piersma et al. 1993a,b), hetgeen het belang van een onberoerde wadbodem voor Kanoeten onderstreept. Ook werkt het teledetectie systeem niet in droog sediment doordat het gebruik maakt van het water tussen de sedimentkorrels. Kanoeten verlaten wadplaten die in de loop van het getij droogvallen en vliegen dan door naar lager gelegen wadplaten die dan nog nat genoeg zijn om efficiënt van het teledetectie systeem gebruik te maken.

Een consequentie van het in zijn geheel inslikken van prooidieren is dat Kanoeten grote hoeveelheden schelpgruis moeten verwerken. Hiervoor beschikken ze over een sterke spiermaag die louter gebruikt wordt voor het kraken van de schelp en, in tegenstelling tot de meeste andere steltlopersoorten, niet betrokken is bij de vertering van het voedsel (Piersma et al. 1993c). Voor de vertering van het voedsel en het naar buiten werken van het schelpgruis hebben Kanoeten daarnaast relatief grote darmen (Battley & Piersma 2005).

Omdat de verwerking van schelpdieren aan een maximum is gebonden en energetisch kostbaar is, selecteren Kanoeten prooien die een grote hoeveelheid vlees ten opzichte van de hoeveelheid schelp hebben. Schelpdieren zoals Strandgaper *Mya arenaria* (van het juiste formaat) en Nonnetje *Macoma balthica* zijn in dat opzicht favoriet boven Kokkels die een relatief dikke schelp hebben (Piersma et al. 1993c,d; Van Gils et al. 2005). Kanoeten zijn flexibel in hun voedselverwerkingsorganen die ze aanpassen

aan de prooikwaliteit (vlees ratio). Als schelpdieren een lage kwaliteit hebben, waarbij de verteersorganen van Kanoeten veel schelpgruis moeten verwerken, reageren Kanoeten hierop door de grootte van de spiermaag en hun darmen te vergroten en daarmee ook de kraakcapaciteit van de maag en de opnamesnelheid van nutriënten door de darmen (DeKinga et al. 2001; van Gils et al. 2003). Hoewel deze flexibiliteit in orgaangroottes Kanoeten helpt om ook met prooien van een lagere kwaliteit een voldoende hoge voedselopnamesnelheid te krijgen (van Gils et al. 2003), zijn er ook kosten verbonden aan het vergroten van de spiermaag. Er zijn grenzen aan de vergroting van de spiermaag, afhankelijk van de hoeveelheid energiereserves (onderhuids vet). Het is daarnaast energetisch duurder om te vliegen met een grotere spiermaag (Piersma & Lindström 1997). In sommige gevallen kan het dus lonen om op zoek te gaan naar andere gebieden met een hogere prooidichtheid en/of met prooien van een betere kwaliteit, in plaats van tegen elke kost de spiermaag te vergroten.

#### *Islandica-populatie*

Kanoeten die tot de *islandica*-populatie behoren broeden op de toendra van Noordoost-Canada en de kust van Groenland. De voorjaarstrek vindt plaats via Zuidwest IJsland waar de vogels in mei in de riviermondingen en baaien opvetten alvorens het laatste deel van de tocht noordwaarts te voltooien. Een deel van de populatie trekt via Noord-Noorwegen naar Groenland en Noord-Canada (Davidson & Wilson 1992). De gehele populatie overwintert in Waddengebieden in Noordwest-Europa. Het zwaartepunt ligt hierbij in de Waddenzee. Ook overwintert een aanzienlijk deel van de populatie in het Verenigd Koninkrijk (Wash). De in de Nederlandse Waddenzee getelde aantallen Kanoeten, waar SOVON de afgelopen jaren steeds beter grip op krijgt, gaan in rap tempo achteruit. Begin jaren '90 was de winterpopulatie *islandica*-Kanoeten 330.000 individuen groot. In de Nederlandse Waddenzee daalde het aantal Kanoeten sinds 1999 van zo'n 80.000 – 100.000 Kanoeten naar zo'n 20.000 overwinteraars in 2002 (SOVON ongepubliceerde getallen). De *islandica*-Kanoet behoort daarmee tot de sterkst teruglopende watervogels in Nederland berekend over de afgelopen tien seizoenen (figuur 10; van Roomen 2005). Overigens bleek er geen sprake te zijn van een afwijkende verspreiding, aangezien het aantal overwinteren-

de Kanoeten in Engeland en Frankrijk in dezelfde periode met een sterke afname in Nederland op een constant niveau van 20.000 overwinteraars bleef (T. Piersma ongepubliceerde analyses).

De oorzaak van de sterke achteruitgang heeft zeer waarschijnlijk te maken met de sterk verslechterde voedselsituatie. De voor Kanoeten favoriete prooi, het Nonnetje *Macoma balthica*, is sinds eind jaren tachtig dramatisch in aantal teruggelopen in het westelijk deel van de Nederlandse Waddenzee. De achteruitgang van het Nonnetje gaat dus gelijk op met de achteruitgang van de *islandica*-populatie Kanoeten in de Waddenzee. Hoe de situatie van het Nonnetje en de Kanoet er voor eind jaren tachtig voor stond is grotendeels onbekend. Ook Kokkels van de juiste grootteklasse (met name kokkelbroed) en de kleine Mossels zijn bergafwaarts gegaan de afgelopen jaren door overbevinging. Zowel de kwantiteit als de kwaliteit (verhouding vlees ten opzichte van de niet-verteerbare schelp) van de (niet-beviste) kleine kokkeltjes nam aanzienlijk af door mechanische kokkelvisserij (van Gils 2004).

Uit waarnemingen van individueel gekleurde Kanoeten bleek dat het aandeel Kanoeten dat in het jaar nadat ze gevangen en met kleureringen gemerkt werden teruggezien afhankelijk was van de prooikwaliteit. Kanoeten met een maag grootte die te klein was om, gegeven de lage prooikwaliteit, hun energiebudget rond te krijgen werden het jaar daarna minder vaak teruggezien dan Kanoeten met een grotere maag. Hieruit werd geconcludeerd dat vogels die blijkbaar niet in staat waren hun maag voldoende te vergroten en dus geen voldoende hoge prooiopnamesnelheid konden realiseren met de beschikbare prooien van een (te) lage kwaliteit (zie box 4).

Specifieke kennisleemte t.a.v. *islandica* Kanoet:

- Hoe beïnvloedt de strengheid van winters (en een mogelijke verandering daarin) de overleving van Kanoeten?
- Voor beschermingsdoeleinden van de Kanoet is het van groot belang inzicht te krijgen in de oorzaak van de achteruitgang van zijn voornaamste prooidier het Nonnetje.
- Welke factoren en welke periodes hebben de grootste invloed op de overleving en reproductie van Kanoeten?

#### *Canutus-populatie*

De wereldpopulatie van de *canutus*-ondersoort van de Kanoet wordt geschat op 516.000 (Rose



& Scott 1997; Wetlands International 2002). De omvang van de totale *canutus*-populatie, en trends daarin, zijn lastig te schatten aangezien goede wintertellingen, door verschillende telploegen simultaan uitgevoerd, zoals die de laatste jaren in Nederland door SOVON worden georganiseerd, lastig te realiseren zijn in de Afrikaanse overwinteringsgebieden. Het is al lastig om alleen van het belangrijkste overwinteringsgebied, de Banc d'Arguin, een goede schatting van de hoeveelheden Kanoeten te maken omdat de steltlopers op moeilijk toegankelijke eilandjes in hoge, moeilijk te tellen, concentraties van meerdere lastig te onderscheiden steltlopersoorten voorkomen. In het verleden zijn er enkele expedities uitgevoerd met als doel de steltlopers op de Banc d'Arguin te tellen, op grond waarvan we voorzichtig iets kunnen zeggen over populatietrends. Als onderdeel van dergelijke wadvogeltellingen werden in de winters van 1979 en 1980 respectievelijk 305.000 en 366.000 Kanoeten geteld op de Banc d'Arguin (Altenburg et al. 1982). Hoewel de tellingen met voorzichtigheid geïnterpreteerd moeten worden, zijn de schattingen van 229.000 in 1997 en 255.000 in 2000 dermate verschillend

van de aantallen in 1979 en 1980 dat we kunnen concluderen dat deze ondersoort waarschijnlijk in aantal achteruit gaat (Zwarts et al. 1998; Hagemeijer et al. 2004). Dat deze neerwaartse trend zich mogelijk nog steeds voortzet blijkt uit onze schatting van de populatiegrootte aan de hand van kleurringonderzoek (zie box 5). We schatten dat de totale populatie in 2005 nog maar 230.000 exemplaren bedroeg, bijna de helft van wat er aan de hand van (moeilijk uit te voeren) tellingen geschat werd (Rose & Scott 1997; Wetlands International 2002).

Aangezien Kanoeten van de *canutus*-ondersoort in verschillende gebieden langs de gehele westkust van Afrika overwinteren (Langebaan Lagoon in Zuid-Afrika, Bijagós Archipel in Guinee-Bissau en Banc d'Arguin in Mauritanië), en de broedgebieden ver noordelijk op de hoog-Arctische toendra van Siberië (met name het Taimyr schiereiland) liggen (Piersma et al. 1992), kunnen de oorzaken van deze mogelijke achteruitgang in allerlei gebieden langs de gehele Oost-Atlantische trekroute gelegen zijn, of in een combinatie van gebieden.

## BOX 2

### Vinger aan de pols: het volgen van wadvogelpopulaties met behulp van individueel herkenbare dieren

In 1998 is de wadvogelonderzoeksgroep van het Koninklijk NIOZ op Texel begonnen met het individueel herkenbaar maken van Kanoet door middel van kleurringen. In het voorjaar van 2001 is dit project uitgebreid met een tweede soort, de Rosse Grutto en in december 2002 met een derde soort, de Drieteenstrandloper.

In Nederland komen van zowel de Kanoet als van de Rosse Grutto twee populaties voor. De Kanoetenpopulatie die op Groenland en in Noordoost Canada broedt (*Calidris canutus islandica*), pleistert buiten de broedtijd langs de kusten van Noordwest Europa waarbij de Waddenzee een van de belangrijkste overwinteringsgebieden is. De andere populatie (*Calidris canutus canutus*) broedt in noord Siberië en overwintert langs de kusten van West Afrika. Deze Kanoeten gebruiken de Waddenzee als bijtankstation van eind juli tot begin september en in mei, de periode voorafgaand aan de trek naar het broedgebied. Dan zijn ze vooral te vinden in het Waddengebied van Sleeswijk-Holstein.

Bij de Rosse Grutto zien we iets vergelijkbaars. De ene populatie broedt in noord Scandinavië en rond de Witte Zee en deze overwintert in West Europa inclusief het Waddengebied (*Limosa lapponica lapponica*). De andere populatie broedt voornamelijk op het zuidelijk deel van het Yamal- en Taimyr schiereiland

in noord Siberië en verschijnt bij ons alleen op doortrek naar het West-Afrikaanse overwinteringsgebied (*Limosa lapponica taymyrensis*). Ook voor deze laatste groep is de Waddenzee, voornamelijk gedurende april-mei en augustus-september een onmisbaar bijtankstation op de lange trekweg.

Bij de Drieteenstrandloper beperkt het kleurmerkprogramma zich voorlopig nog tot de vogels die op de Banc d'Arguin in Mauritanië overwinteren (zie Box 3).

### **Doel van dit onderzoek**

Met behulp van individueel herkenbare vogels proberen we een vinger aan de pols van de verschillende populaties te houden. Allereerst verkrijgen we de informatie over de jaarlijkse sterfte en overleving van de verschillende populaties (zie Box 5). Eventuele verschillen in overleving tussen de populaties en/of jaren zouden we bijvoorbeeld kunnen relateren aan de lengte van de trekweg, de omstandigheden in het broedgebied (weer, talrijkheid predatoren), in de overwinteringgebieden (weer, voedsel) of tijdens de trek (weer). Ook zouden we in kaart willen brengen hoe individuele Kanoeten en Rosse Grutto's de beschikbare voedsel- en rustgebieden in het Waddengebied en daarbuiten benutten. Zijn ze plaatstrouw, binnen een jaar of tussen jaren en op wat voor schaal speelt dit dan? Zijn er individuele verschillen in prooikeuze? Zijn bijvoorbeeld de Rosse Grutto's die in mei emelten eten in de weilanden van het Waddengebied steeds dezelfde dieren? Hoe groot is de doorstroming binnen een bepaald gebied? Zijn er binnen een soort verschillen in voedsel en gedrag tussen de beide broedpopulaties die, bijvoorbeeld in augustus, tegelijkertijd gebruik maken van de Waddenzee. Tenslotte hopen we, door ook de dichtheid aan gekleurde individuen te meten, ook betrouwbare schattingen te kunnen maken van het totaal aantal Kanoeten en Rosse Grutto's in de verschillende populaties (zie Box 6).

### **Hoe gaan we te werk?**

Een aantal vogelringgroepen verlenen hun (vang)medewerking aan dit NIOZ-project: VRS Calidris op Schiermonnikoog (Kanoeten en Rosse Grutto's), VRS Castricum en VRS Franeker (alleen Rosse Grutto's). Daarnaast wordt er bij het onderzoek naar de Rosse Grutto's nauw samengewerkt met Friese wilsterflappers, die op traditionele wijze de vogels vangen (Jukema et al. 2002). Kanoeten worden vrijwel uitsluitend met mistnetten gevangen. Dit kan alleen in de week rond nieuwe maan omdat alleen dan de nachten donker genoeg zijn. Rosse Grutto's worden gevangen met mistnetten, klapnetten of met een zogenaamd wilsternet. Op de Vinkenbaan Castricum worden langstreckende Rosse Grutto's met behulp van geluid naar beneden gelokt en vervolgens met een klapnet gevangen. Met een wilsternet worden rondvliegende vogels met geluid en een groep opgezette lokvogels naar het net gelokt en worden ze tijdens het landen door het omklappende net gevangen. Op de Banc d'Arguin vangen we de meeste Drieteenstrandlopers met een klapnet.

Iedere gevangen Kanoet of Rosse Grutto krijgt een individuele code met behulp van vier kleurringen, een gele, rode of groene vlag (een kleurring met een uitstekend deel, 2-3 keer zo groot als de ring zelf) en een metalen ring. De gebruikte kleuren zijn: wit, geel, rood en donkerblauw. Bij vogels met een groene vlag worden geen donkerblauwe ringen omgelegd maar in plaats daarvan groene. Er zitten altijd twee kleurringen om de linker en twee om de rechter tarsus (= beneden loopbeen). De metalen ring zit altijd aan de tibia (= boven loopbeen). De vlag is de

merker van dit project en kan zowel aan de tibia (in dit geval aan de andere kant dan de metalen ring) als aan de tarsus zitten. Als de vlag aan de tarsus zit is de positie ten opzichte van de kleurringen van belang: boven, tussen of onder de twee kleurringen. De metalen ring is geen onderdeel van de code en de positie daarvan is dus niet belangrijk. Met 4 kleurringen op 4 posities kunnen we  $4^4 = 256$  verschillende combinaties maken. Met de 8 verschillende vlagposities zijn dan  $8 \times 256 = 2048$  combinaties per vlagkleur mogelijk. De Drieteenstrandlopers werden tot nu toe gekleurd volgens een in Duitsland gebruikt schema. Vanaf 2005 echter zal deze soort op identieke wijze geringd worden als hierboven beschreven voor de Kanoeten en Rosse Grutto's.

Naast het vastleggen van de biometrie en de fase van de rui, nemen we van alle gevangen vogels een druppel bloed af, onder andere om daarmee achteraf met behulp van DNA-analyse het geslacht te kunnen bepalen. Bij de Rosse Grutto geeft in de meeste gevallen het kleed en/of de snavelengte al uitsluitsel over het geslacht.

#### De stand van zaken, Kanoet

Vanaf 1998 tot maart 2005 hebben we in totaal 3569 Kanoeten gekleurd, 2.139 in het westelijk Waddengebied (voornamelijk op De Richel en Griend), 748 in het oostelijk Waddengebied (Schiernonnikoog en Simonszand), 671 bij Iwik op de Banc d'Arguin in Mauritanië en 11 in het broedgebied op Groenland.

In de nazomer en herfst (juli-oktober) hebben we 68% van onze Kanoeten gevangen, 27% in de winter (november-februari) en slechts 6% in het voorjaar. We schatten de verhouding van de ondersoorten *islandica*: *canutus* in onze vangsten op ongeveer 4:1. Helaas is het van een klein deel van de in de nazomer in het Waddengebied gevangen vogels niet met zekerheid te zeggen tot welke ondersoort deze behoren.

Er zijn tot en met maart 2005 in totaal 3.165 waarnemingen binnengekomen van 1499 verschillende individuen (42% van het aantal geringden). Maximaal werd een vogel 19 keer waargenomen maar ongeveer de helft van de vogels (766 individuen) werd slechts één keer gezien. De waarnemingen werden gedaan door 115 verschillende waarnemers. Het maximale aantal aflezingen gedaan door één persoon ligt op 375. De meeste aflezingen komen uit het westelijk Waddengebied (1.720). In het oostelijk Waddengebied werden 251 waarnemingen gedaan, 712 op de Banc d'Arguin in Mauritanië, 137 in Groot-Brittannië, 261 in Sleeswijk-Holstein, 20 in Bretagne, 19 in Noorwegen, 11 langs de Hollandse kust, 7 in het Deltagebied, 7 in Zweden, 6 op IJsland, 5 op Groenland, 4 in Spanje, 3 in Zuid-Frankrijk en 2 in Canada.

Een van kleurringen voorziene Kanoet kan in het veld met behulp van een telescoop individueel herkend worden. Dit levert informatie op over trekgedrag en jaarlijkse overleving. Foto door Jan van de Kam.



### Trek

Tijdens de trek van de overwinteringgebieden naar de broedgebieden en terug maken de vogels gebruik van de Waddenzee om bij te tanken. In het late voorjaar (ongeveer begin mei) arriveren de meeste vogels na een non-stop vlucht vanuit Afrika in West-Europa en verblijven daar enkele weken om onderhuids vet en eiwit (in de vorm van vliegsperen) op te slaan dat vervolgens aangesproken zal worden tijdens de vlucht naar de broedgebieden waar Kanoeten in de eerste week van juni arriveren. Tijdens deze tussenstop in de Waddenzee verblijft het merendeel van de Kanoeten in het Duitse deel van de Waddenzee, bij Sleeswijk-Holstein, om op te vetten. In noordelijker gebieden trekken Nonnetjes, een belangrijke voedselbron voor Kanoeten, zich iets later terug in de wadbodem (Piersma et al. 1994). Doordat Duitsland al een klein beetje dicht bij de broedgebieden ligt is het oostelijk deel van de Waddenzee in het voorjaar voor *canutus*-Kanoeten wellicht geschikter om op te vetten vergeleken met de westelijke Waddenzee (Piersma et al. 1994). Eind mei-begin juni vertrekken de Kanoeten richting Siberische broedgebieden. Het merendeel van de Kanoeten zal in een lange trekvlucht zonder te stoppen direct naar de broedgebieden vliegen, maar een korte tussenstop langs de Witte Zee is niet uitgesloten. Sinds kort weten we dat bovendien een deel van de populatie een korte tussenstop in de Porsangerfjord, in Noord-Noorwegen (Piersma & Spaans 2004).

Tijdens de najaarstrek naar West-Afrika doen de vogels weer de Waddenzee aan, zij het minder gepiekt doordat Kanoeten minder synchroon de broedgebieden verlaten. Vogels waarvan vroegtijdig het nest is gepredeerd door bijvoorbeeld poolvossen hebben vanwege de erg korte periode in de arctis waarin broeden en grootbrengen van de kuikens mogelijk is, meestal weinig mogelijkheden een tweede legsel te bebroeden, en beginnen gauw weer met de voorbereidingen voor de trek naar de Waddenzee en vervolgens West-Afrika. Zo gauw de jongen uit de door beide ouders bebroede eieren kruipen beginnen vrouwtjes Kanoeten zich ook voor te bereiden op de najaarstrek, terwijl de mannetjes bij de jongen blijven tot ze vliegvlug zijn. Dat betekent dat er grofweg drie trekgolven door de Waddenzee zijn, eerst van vrouwtjes, dan van de mannetjes en later van de succesvolle jonge vogels. Overigens zijn er aanwijzingen dat de mannetjes in het na-

jaar (augustus-september) in de Waddenzee ondervertegenwoordigd zijn en mogelijk in één rechtstreekse vlucht naar de overwinteringgebieden in West-Afrika vliegen (Nebel et al. 2000).

Een kritische periode in de jaarcyclus van deze ondersoort is het opvetten in West-Afrika voor de non-stop trekvlucht naar West-Europa. De beschikbare biomassa aan schelpdieren per m<sup>2</sup> wadoppervlakte in West-Afrika is, zoals voor de meeste tropische Waddengebieden, lager dan in Waddengebieden noordelijker of zuidelijker van de evenaar. Bovendien is de predatiedruk op de schelpdieren, de hoeveelheid concurrerende vogels waarmee de beschikbare voedselbron gedeeld moet worden op de Banc d'Arguin, vele malen hoger dan in de Waddenzee (Meltofte 1996; Piersma & Spaans 2004). Dit resulteert in relatief lage opvetsnelheden en onvoldoende vetreserves om de vlucht naar West-Europa in een keer af te leggen zonder gunstige rugwinden (Piersma et al. 2004).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Kanoeten:

- Waarvan hangt het gebruik van een tussenstop in Frankrijk af?
- Wanneer verplaatsen de vogels zich naar de oostelijke waddenzee?
- Wat is de rol van relatieve voedselomstandigheden in Mauritanië (voorspelbaar en slecht; moeilijk opvetten), Frankrijk (onvoorspelbaar maar soms zelfs beter dan de Waddenzee?) en de Waddenzee?
- Zijn er verschillen in voedselaanbod van west naar oost in de Waddenzee, en verklaart dat waarom de *canutus*-Kanoeten in het voorjaar vooral in de oostelijke Waddenzee opvetten?
- In hoeverre belemmeren beide ondersoorten elkaar? Eten *islandica*-Kanoeten 's winters en in het vroege voorjaar wadplaten 'leeg' tot zulke lage prooidichtheden dat die voor *canutus* vervolgens in het voorjaar niet meer interessant zijn? En verklaart dat de verspreiding van *canutus*-Kanoeten tijdens de voorjaarsopvetperiode?
- Is de jaarlijkse sterfte van *canutus* Kanoeten groter dan van de *islandica* Kanoeten vanwege de langere trekvluchten, en wordt deze grotere sterfte gecompenseerd door een grotere jaarlijkse aanwas? En als dit zo is, hoe kan de jaarlijkse aanwas van *canutus* Kanoeten groter zijn dan die van *islandica* Kanoeten?

### Drieteenstrandloper

Drieteenstrandlopers broeden in hoog Arctische kuststreken in Noordoost Canada, Groenland en Siberië (Taimyr-schiereiland, Lena-delta) en passeren op weg van en naar de overwinteringsgebieden langs de kusten van Europa tot Zuid-Afrika ook de Waddenzee. Van de ongeveer 27.000 in West-Europa overwinterende Drieteenstrandlopers verblijft zo'n 10.000 in het Waddengebied (van de Kam et al. 1999).

Naast de Noordzeestranden van de Waddeneilanden (vooral Terschelling; Bijlsma et al. 2001) komen hoge aantallen Drieteenstrandlopers voor op onbewoonde zandplaten. Zo worden grote aantallen gezien bij Richel, Simonszand, Razende Bol en Rottumerplaat gezien. Hoge aantallen Drieteenstrandlopers worden vooral in mei en augustus in het Waddengebied gezien (Poot et al.



Drieteenstrandlopers hebben een voorkeur voor de zandige delen van het wad en voor stranden.

1996), waneer maximaal 10% (maar mogelijk meer) van de Oost-Atlantische populatie in Nederland voorkomt (Altenburg et al. 1997). In sommige winters zijn de aantallen overigens nauwelijks lager dan tijdens doortrek in mei en augustus (Bijlsma et al. 2004).

Het merendeel verblijft in de winter echter langs de kusten van Afrika. In de Banc d'Arguin werden er in 2000 ongeveer 22.000 geteld (Hagemeijer et al. 2004). De vogels vertonen een extreem grote mate van plaatstrouw aan hun overwinteringsgebied (zie Box 3). Hoewel deze soort vooral bekend is van de Noordzeestranden komen Drieteenstrandlopers ook veelvuldig voor in het Waddengebied tijdens de trekperiode (mei en augustus). De soort heeft ook binnen de Waddenzee een voorkeur voor de meer zandige wadplaten waar ze allerlei kleine kreeftachtigen, strandvlooien en insecten eten. Vóór 1990/1991 nam de soort af, maar na dit voor de Waddenzee belangrijk omslagpunt volgde een sterke toename (van Roomen et al. 2004; 2005), waarschijnlijk ten gevolge van de toegenomen dichtheid aan kleine wormpjes en Bulldozerkreeftjes (*Urothoe poseidonis*).

Op het moment lijken er weinig acute bedreigingen voor deze soort, die een zeer ruime verspreiding heeft. De effecten van een veranderend klimaat op de voortplanting in de noordelijke broedgebieden verdienen de aandacht. Het is mogelijk dat de soort op de korte termijn profiteert van een verbeterd prooiaanbod en hogere temperaturen tijdens het broedseizoen en zo in staat is vaker een tweede broedsel groot te brengen (Reneerkens & Piersma 2004).

### BOX 3

#### Het volgen van wadvogelpopulaties met behulp van individueel herkenbare dieren. De stand van zaken, Drieteenstrandloper.

In de winter van 2002 en 2004 werden in totaal 250 Drieteenstrandlopers gekleurringd in en rond het vissersdorp Iwik op de Banc d'Arguin in Mauritanië. Ter plaatse werden aan deze vogels 991 waarnemingen verzameld van 167 verschillende individuen.

Honderdzesenzeventig vogels werden meer dan 1 keer waargenomen en 32 individuen zelfs 10 of meer keer. Begin juni 2005 werden 2 van deze Drieteenstrandlopers waargenomen op De Hors, de zuidpunt van Texel. Dit waren de eerste waarnemingen van deze vogels buiten het gebied waar ze geringd waren.

Specifieke kennisleemte t.a.v. Drieteenstrandloper:

- Wat eten Drieteenstrandlopers in de Waddenzee en langs de Noordzeekust?
- De trekroutes van verschillende Drieteenstrandloperpopulaties verdienen opheldering.
- Verschilt de overleving (en reproductie) van Drieteenstrandlopers die langs een Noord-Zuid gradiënt van Waddenzee tot West-Afrika overwinteren vanwege de trekafstand of omstandigheden in de overwinteringgebieden?
- Er kan meer aandacht worden besteed aan de monitoring van deze moeilijk te tellen soort in de Waddenzee

### Krombekstrandloper

Het Siberische broedgebied van de Krombekstrandloper strekt zich uit van de rivier de Ob tot bijna aan de Beringstraat. De meest oostelijk broedende Krombekstrandlopers overwinteren naar alle waarschijnlijkheid in Australië. Ook wordt er overwinterd langs kusten in het Midden-Oosten, India en in een uitgestrekt gebied in het zuiden van Afrika. De vogels die in west Afrika overwinteren maken deel uit van de Oost-Atlantische trekroute en kunnen ook in de Waddenzee gezien worden tijdens de trekperiodes. In de Nederlandse Waddenzee worden zelden hoge aantallen gezien. In Sleeswijk-Holstein kunnen de aantallen oplopen tot 20.000 oplopen, maar over het algemeen blijkt deze strandlopersoort niet zo kustgebonden en wordt ook veel in het binnenland in zoete watergebieden gezien. Van de geschatte 740.000 Krombekstrandlopers die via Noordwest-Europa naar West-Afrika trekken (Wetlands International 2002) waren er naar schatting maximaal zo'n 12.000 in het internationale Waddengebied aanwezig, aantallen die in de meeste jaren overigens bij lange na niet bereikt worden (Blew et al. 2005). In Guinee-Bissau werden 340.000 exemplaren geteld in de winter, in de Banc d'Arguin lijkt de soort toe te nemen met respectievelijk 116.000, 173.000, 226.000 en 250.000 getelde exemplaren in 1979, 1980, 1997 en 2000 (Hagemeijer et al. 2004). In tegenstelling tot veel andere Arctisch broedende strandlopers is de Krombekstrandloper veel minder trouw aan de broedplaats (Tomkovich & Soloviev 1994). Dit lijkt een aanpassing aan weersomstandigheden; als het Arctisch voorjaar laat begint broeden Krombekstrandlopers minder noordelijk. Met een dergelijke flexibele broedstrategie is de soort wel-

licht minder gevoelig voor klimaatveranderingen vergeleken met andere strandlopers.

Specifieke kennisleemte t.a.v. Krombekstrandloper:

- Door de korte doortrekperiode in het Waddengebied en het relatief kleine aandeel van de populatie dat de Waddenzee gebruikt is onbekend of de aantallen toe- of afnemen of stabiel zijn.

### Bonte Strandloper

De Bonte Strandloper is veruit de meest talrijke watervogel in de Waddenzee. De soort overwintert in de Waddenzee, maar de hoogste aantallen worden gezien in de trekperiodes. Tussen 1980-1991 kwamen maximaal 1.200.000 Bonte Strandlopers in de internationale Waddenzee voor (Blew et al. 2005). De aantallen doortrekkende Bonte Strandlopers in het Waddengebied nemen de afgelopen 10 jaar echter af. Net als bij de eveneens voornamelijk wormen etende Rosse Grutto, zijn de Duitse en Deense Waddenzee verantwoordelijk voor deze afname (Blew et al. 2005; van Roomen 2005). De soort profiteert in de Nederlandse Waddenzee juist, net als de andere wormenetende steltlopers, van de ten koste van de schelpdieren toenemende aantallen wormen op het wad (van Roomen et al. 2004; 2005). Vanaf 1987/1988 neemt het aantal in Nederland voorkomende Bonte Strandlopers, vooral in de Nederlandse Waddenzee, snel toe. Tussen 1975 en 1985 nam de soort in de Waddenzee echter af, een trend die nu is gekeerd en de huidige waargenomen aantallen Bonte Strandlopers overstijgen die van 1975 (van Roomen et al. 2004; 2005). In de periode 2002/03 werden er maximaal 290.000 in de Nederlandse Waddenzee geteld (van Roomen et al. 2004). Interessant is dat in het Nederlands deltagebied de hoogste aantallen juist in de winter voorkomen (van Roomen et al. 2005).

Er komen verschillende ondersoorten in de Waddenzee voor. Verreweg de talrijkste is *Calidris a. alpina* die in Noord-Scandinavië en West-Rusland broedt. Van deze ondersoort gebruiken twee verschillende populaties (de Europese en de Siberische) de Waddenzee, met elk een eigen trekstrategie met betrekking tot opvetten en timing in het voorjaar (Goede et al. 1990). In 2002/03 komen de meeste Bonte Strandlopers in de oostelijke Waddenzee, met uitzondering van Vlieland, voor (van Roomen et al. 2005).

Op het droogvallende wad wordt gefoerageerd op kleine wormachtigen, kreeftjes en kleine schelpdierdierjes, die uit de bovenste centimeters van het wad of van het oppervlak worden gepikt (van de Kam et al. 1999).

Ook in Mauritanië is de Bonte Strandloper verreweg de talrijkste vogelsoort op de wadplaten van de Banc d'Arguin. In 2000 werd een recordaantal van 1.023.000 Bonte strandlopers geteld. De soort is ook op de Banc d'Arguin vanaf 1979 continu toegenomen. Dit betreft voornamelijk vogels van IJslandse oorsprong en van de relatief kleine Groenlandse populatie van de ondersoorten *schinzii* en *arctica* respectievelijk (Wymenga et al. 1990).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Bonte Strandloper:

- Hoe zijn de verschillende geografische populaties van elkaar te onderscheiden en hoe maken deze gebruik van de Waddenzee?

### Regenwulp

Regenwulpen trekken in voor- en najaar (april-mei en juli-augustus) door het Waddengebied. De broedgebieden van de door het Waddengebied trekkende Regenwulpen is grotendeels onbekend. Ze kunnen zowel uit Noord-Scandinavië, Rusland en Siberië als IJsland komen. Over de locatie van de voornaamste overwinteringgebieden is meer bekend; die liggen in de waddengebieden in Guinee-Bissau en Mauritanië. In West-Europa verblijven veel Regenwulpen ook in agrarisch gebied waar ze met name emelten eten. Uit tellingen van de gezamenlijke slaapplekken van Regenwulpen werd duidelijk dat er in de periode 1976-1980 zo'n 23.000- 32.000 Regenwulpen in het voorjaar en zo'n 8.000-9.000 in het najaar door Nederland trekken (SOVON 1987), maximaal 5% van de in West-Afrika overwinterende populatie (Altenburg et al. 1997). Sindsdien zijn geen goede tellingen beschikbaar van deze soort. In september 2002 werden er maximaal 1270 in Nederland geteld, met grotere concentraties in het Waddengebied, maar een gebiedsdekkende telling voor deze soort ontbreekt (van Roomen et al. 2004). In het internationale Waddengebied komen naar schatting maximaal 1780 Regenwulpen voor in augustus (Blew et al. 2005). De afgelopen decennia zou het Waddengebied in belang hebben gewonnen ten opzichte van de Drentse en Friese zandgronden waar de aantallen drastisch terugliepen. Dit zou te maken hebben met de toename van de havik op de zandgronden (Bijlsma et al. 2001).

In waddengebieden in West-Europa en West-Afrika eten Regenwulpen vooral krabben. In West-Afrika zijn dit Wenkrabben (*Uca tangeri*). De beschikbaarheid van het voorkomen van Wenkrabben in het voorjaar hangt af van het paargedrag van deze krabben dat afhankelijk is van de het maandelijks tijdstip van volle en nieuwe maan. Indirect is de opvetsnelheden van Regenwulpen (uiteraard afhankelijk van de voedselbeschikbaarheid) dus ook gerelateerd aan de maanstand. Aangezien het maandelijks tijdstip van volle en nieuwe maan varieert tussen jaren is het tijdstip in het voorjaar waarop Regenwulpen voldoende opgevet zijn om naar West-Europa te vertrekken ook variabel. De timing van doortrek door Nederland van Regenwulpen is afhankelijk van de datum van volle maan in april in West-Afrika (Zwarts 1990). Dit geeft aan dat Regenwulpen ontzettend afhankelijk zijn van het voorkomen van deze ene prooi-soort in West-Afrika en dat dit signaal intercontinentaal opgepikt kan worden.

Specifieke kennisleemte t.a.v. Regenwulp:

- Aantalsontwikkelingen en verspreiding tijdens de doortrek door West-Europa zou beter gevolgd kunnen worden.

### Rosse Grutto

Rosse Grutto's behoren tot de grotere steltlopers die van de Waddenzee gebruik maken. Net als bij Kanoeten komen ook bij deze soort twee populaties in de Waddenzee voor. De *lapponica*-ondersoort (ongeveer 125.000 vogels) broedt in Noord-Scandinavië en brengt de winter in West-Europa (waaronder de Waddenzee) door. In strenge winters bevindt het merendeel van deze vogels zich in estuaria in het Verenigd Koninkrijk. De andere populatie, *taimyrensis* (ongeveer 700.000 exemplaren), heeft een jaarcyclus die sterk overeenkomt met de *canutus*-ondersoort van de Kanoet: overwinteren gebeurt met name in West-Afrikaanse getijdengebieden. Na een bijtank-stop in mei in de Waddenzee trekt deze populatie door naar de broedgebieden op het Taimyr-schiereiland in Siberië. In mei komen beide populaties voor in de Waddenzee en kunnen meer dan 300.000 Rosse Grutto's geteld worden. Rosse Grutto's hebben een veelzijdiger dieet vergeleken met Kanoeten. Naast schelpdieren eten Rosse Grutto's vooral wormachtigen die met de lange snavel in de wadbodem worden gevonden (Smit & Wolff 1982). Daarnaast bevinden zich in het voorjaar vaak redelijk grote groepen Rosse

Grutto's in binnendijkse weilanden waar dan emelten (larven van de langpootmug) gegeten wordt in het liefst pas gemaaide weilanden (Piersma et al. 1993c). Rosse Grutto's hebben in West-Europa naast de getijdengebieden van de Waddenzee dus nog uitwijkmogelijkheden om elders te foerageren, bijvoorbeeld tijdens hoogwater wanneer het wad niet beschikbaar is. Van de *taiyrensis*-ondersoort overwintert een zeer groot deel in de Banc d'Arguin in Mauritanië waar in 2000 maar liefst 403.000 exemplaren werden geteld (Hagemeyer et al. 2004). Volgens de (beperkte) tellingen uitgevoerd in Mauritanië, zou er ondanks een duidelijke toename van 60.000 individuen sinds de laatst voorgaande telling in 1997, sprake zijn van een afname op langere termijn. In 1979/1980 werden er 130.000-140.000 Rosse Grutto's meer geteld in het belangrijke West-Afrikaanse Waddengebied dan in 1997. De meer volledige en betrouwbaardere wadvogeltellingen uit Nederland geven voor de Rosse Grutto aan dat er sinds de begin jaren '90 sprake van een duidelijke aantaloename is in de Waddenzee. In hoeverre de toename van de Rosse Grutto in de Nederlandse Waddenzee representatief is voor de hele populatie is zeer de vraag. Volgens Blew et al (2005) is in de totale

Waddenzee het aantal Rosse Grutto's gedaald. Dit wordt voor een belangrijk deel verklaard door een aanzienlijk afname op het Duitse Wad in Sleeswijk-Holstein (Günther 2003; Blew et al. 2005). De aantallen in het Deense Waddengebied zijn sinds 1992 min of meer stabiel (Blew et al. 2005).

Voor Rosse Grutto's geldt hetzelfde als voor de *canutus*-ondersoort van de Kanoet; de opvetsnelheden in West-Afrika (Banc d'Arguin) zijn minder hoog dan in de Waddenzee. De bereikte lichaamsgewichten (met opgeslagen vetreserves en vergrootte vliegspieren) op het moment van vertrek uit West-Afrika zijn volgens berekeningen niet voldoende om de vlucht naar West-Europa in een keer af te leggen zonder de hulp van gunstige rugwinden die op dat moment heersen (Piersma & Jukema 1993). Het is de vraag of en in welke mate er met klimaatverandering er veranderingen in de momenteel voorspelbare gunstige windcondities te verwachten zijn en in hoeverre de in West-Afrika overwinterende wadvogels, zoals de Rosse Grutto, hierdoor gedupeerd zouden kunnen worden.

#### BOX 4

##### Het volgen van wadvogelpopulaties met behulp van individueel herkenbare dieren. De stand van zaken, Rosse Grutto.

Vanaf het voorjaar van 2001 tot en met maart 2005 zijn er 1426 Rosse Grutto's gekleuringd. De meeste, 925 (= 65 %), zijn gevangen in het westelijk Waddengebied, met name op Terschelling en Texel. Op de Vinkenbaan Castricum zijn er 209 (15%) en in het Oostelijk Waddengebied 195 (14%) gevangen. In november en december 2002, 2003 en 2004 hebben we ook 97 Rosse Grutto's gekleuringd nabij Iwik op de Banc d'Arguin in Mauritanië. De meeste vogels werden gevangen in het voorjaar: 28 in maart, 71 in april en 1010 in mei. Kleinere aantallen werden gevangen in juli (69), augustus (54), september (21) en oktober (48). Doordat er relatief veel vogels in mei gevangen zijn zullen er tot nu toe veel meer Rosse Grutto's van de in Afrika overwinterende broedpopulatie gekleuringd zijn dan van de bij ons overwinterende populatie.

Er zijn bij ons tot nu toe 1798 waarnemingen binnengekomen van in totaal 563 verschillende individuen (39% van het aantal geringden). De waarnemingen werden gedaan door 71 verschillende waarnemers. Slechts 8 waarnemers deden 20 of meer aflezingen. Een waarnemer leverde zelfs 731 aflezingen aan! De meeste waarnemingen komen uit het Nederlandse Waddengebied (1614). Op de Banc d'Arguin in Mauritanië werden 126 waarnemingen gedaan. Verder kwamen er o.a. waarnemingen uit Spanje (11), Frankrijk (7), Engeland (7), Sleeswijk-Holstein (7), Ierland (4), Senegal (3), Namibië (2), België (1), Noorwegen (1) en Zweden (1).





Een gekleurde Rosse Grutto in de Banc d'Arguin, Mauritanië, december 2004. Foto door Jan van de Kam.

Specifieke kennisleemten t.a.v. Rosse Grutto:

- Vergelijkingen voedsel-ecologie met Duitse (en Deense) Wad om het schijnbare contrast in aantalsontwikkelingen te verklaren.
- Hebben deze wormeneters net als de schelpdieretende *canutus*-Kanoeten moeite met opvetten in West-Afrika? Is de biomassa van wormachtigen op tropische wadvlakten ook relatief laag?
- In hoeverre bieden de binnendijkse weilanden met emelten een alternatief voor, of aanvulling op, de voedselbronnen op het wad? En waar hangt mogelijke variatie in emelten-beschikbaarheid van af (maai-regimes, droogte, natuurlijke cycli?), en in hoeverre beïnvloedt dit de Rosse Grutto's?
- Hoe belangrijk zijn de verschillende voedselbronnen voor (beide geslachten van de seksueel dimorfe) Rosse Grutto (verhouding worm : schelpdier).
- Demografische kennis (overleving en reproductie), van beide populaties.
- Waarom vetten Rosse Grutto's in het voorjaar ook in de Nederlandse Waddenzee op, in tegenstelling tot Kanoeten, die zich in Duitsland concentreren?

- We weten nauwelijks iets over de situatie in de broedgebieden
- Het belang van een volledig zomerkleed in de partnerkeuze (en uiteindelijk reproductief succes), en als merker van omgevingsvariabelen (zie Box 7).

#### Wulp

Wulpen broeden in grote delen van Europa en Azië. In 1991 broedden 861 paren in het internationale Waddengebied (Rösner et al. 2000), in 1996 broedden er nog slechts 630, voornamelijk in Nederland en Nedersaksen (Rasmussen et al. 2000). Vooral buiten de broedperiode komen Wulpen in de Waddenzee voor, maar er wordt ook in grote getale in het binnenland overwinterd. Vanaf februari nemen de aantallen in de Waddenzee geleidelijk af tot een minimum in het broedseizoen mei en juni. Vanaf juli wordt de Waddenzee weer snel bevolkt door de eigen broedvogels en door in Scandinavië broedende Wulpen. In augustus, wanneer de grootste aantallen in de Waddenzee voorkomen wordt geruid en een groot aandeel van de Wulpen blijft vervolgens overwinteren. Internationaal gezien is Nederland erg belangrijk voor deze soort; maxi-

maal 46% van de Oost-Atlantische populatie verblijft in ons land (Altenburg et al. 1997). Van de in heel Nederland maximaal 145.000 getelde Wulpen in 2002/03 kwam een zeer aanzienlijk deel van 120.000 in de Waddenzee voor (van Roomen et al. 2004). De soort neemt is als overwinteraar in het Nederlandse Waddengebied stabiel (van Roomen et al. 2004). Op het Deense wad namen Wulpen nadat de jacht op deze soort sinds 1994 verboden is aanzienlijk toe (Laursen 2004). Door een afname in de Duitse Waddenzee sinds 1992 lijken de totale aantallen Wulpen die in het Waddengebied overwinteren echter af te nemen. Op de langere termijn bekeken (sinds 1980) is er daarentegen sprake van een stabiele populatie overwinterende Wulpen van maximaal 262.000 individuen (Blew et al. 2005).

Wulpen eten in het Waddengebied vooral grote prooien zoals krabben, (grote) wormen, en strandgapers die met de lange snavel wordt opgegraven uit het drooggevalen wad. De grote steltlopers zijn echter niet volledig afhankelijk van de voedselomstandigheden op het wad, maar foerageren ook in binnenlandse graslanden op wormen en emelten (van de Kam et al. 1999). Foeragerende vogels op het wad zijn erg gevoelig voor verstoring en hebben een grote verstoringafstand van 302 (gemiddelde opvliegafstand uit verschillende studies; Krijgsveld et al. 2004). Wulpen op het wad die verstoord werden door wandelaars op het wad maar niet wegvlogen en bleven foerageren bleken een lager foerageersucces te hebben dan in de onverstoord situatie (Spaans et al. 1996).

Wulpen broeden op de Waddeneilanden in het Nederlandse deel vooral in de duinen (van de Kam et al. 1999), maar in toenemende mate ook in agrarisch gebied (van den Bergh 1989). De in de duinen broedende Wulpen nemen in aantal af, mogelijk wegens voedselproblemen in de nabij gelegen graslanden (door verdroging) of door het verdwijnen van dergelijke graslanden op de Waddeneilanden ten gunste van voor Wulpen ongeschikte bollenfelden of golfbanen (van Beusekom et al. 2005). Ook zou toenemende verstoring van broedende vogels door recreanten in de duinen een rol kunnen spelen (Krijgsveld et al. 2004).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Wulp:

- Relatief broedsucces duinen versus agrarische gebieden



Bernard Spaans meet de pootlengte van een Wulp. Wulpen behoren tot de meest verstoringgevoelige wadvogels.

### Zwarte Ruiter

Deze ruitersoort broedt in Noord-Scandinavië en een uitgestrekt gebied in Noord-Siberië. In de winter komen slecht heel kleine aantallen Zwarte Ruiters in Europa voor, het merendeel overwintert in zoetwatergebieden in Afrika (Mali, Nigeria en Tsjaad). De trekroutes tussen de broedgebieden en overwinteringsgebied zijn grotendeels onbekend en leiden over het binnenland. Slechts relatief kleine aantallen volgen de Oost-Atlantische trekroute langs de kust. Toch kan de Waddenzee grote aantallen Zwarte Ruiters herbergen tijdens de trek. In het hele Waddengebied worden gemiddelde maximale aantallen van 18.380 Zwarte Ruiters in het najaar gerapporteerd (Blew et al. 2005). Het merendeel van de doortrekkende Zwarte Ruiters wordt in de Nederlandse Waddenzee en in Sleeswijk-Holstein gemeld. Lokaal kunnen daar de aantallen erg hoog zijn met 15.000 in voor- en najaar, vooral in de slibrijkste delen aan de randen van

het wad zoals bij Balgzand, de Elbemonding en de Dollard (van de Kam et al. 1999; van Roomen et al. 2005). In het najaar (juli-september) wordt er in de Waddenzee geruid en opgevet om vervolgens naar tropisch Afrika te vliegen. De aantallen Zwarte Ruiters nam tot 1990/1991 licht toe en zijn sinds die tijd stabiel in de Nederlandse Waddenzee (van Roomen et al. 2005).

Zwarte Ruiters eten kleine insecten, visjes tot 6 cm grootte, garnalen, wormen en krabbetjes. In de Dollard bleken vooral Garnalen op het menu te staan (Gerdes 1995). Vaak wordt er sociaal (in compacte groepjes, soms in linies) gevoerageerd op garnalen. Door gezamenlijk Garnalen op te blijven jagen neemt de kans op prooisucces toe (van de Kam et al. 1999). Geschikte plekken voor het op dergelijke manier jagen op Garnalen zijn de slibrijke poeltjes tussen droogvallende mosselbanken. Het Lauwersmeergebied blijkt een belangrijke locatie in Nederland waar Zwarte Ruiters overtijen maar ook foerageren (Willems 2003).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Zwarte Ruiter:

- Betere kennis over de aantalsveranderingen is gewenst. Momenteel hebben enkele tellingen met hoge aantallen een (te) grote invloed op de geschatte populatietrends.

### Tureluur

Als broedgebied herbergt het internationale Waddengebied ruim 12.000 broedparen, ongeveer 7% van de totale Noordwest Europese populatie (Rösner et al. 2000). In de Waddenzee komen drie ondersoorten van de Tureluur voor, *Tringa t. brittanica* broedt van Oost-Engeland tot aan de zuidelijke Oostzee, de IJslandse ondersoort *robusta* komt als doortrekker en wintergast in het Waddengebied voor en de *totanus* populatie die in Scandinavië broedt is alleen tijdens de trek in april-mei en augustus-september in de Waddenzee aanwezig. Tureluurs zijn het talrijkst in de zomermaanden (tot 15% van de Noordwest-Europese populatie; Altenburg et al. 1997). Wanneer doortrekkers uit voornamelijk Scandinavië mengen met de lokale broedvogels (van Roomen et al. 2004), kunnen 15.000-30.000 Tureluurs in het Nederlandse Waddengebied aanwezig zijn (Bijlsma et al. 2001). In het hele Waddengebied komen in die periode zo'n 65.000 Tureluurs in de Waddenzee voor. In de wintermaanden komen 5-10.000 Tureluurs op het Nederlandse wad voor met vooral hoge aantallen op het slikkige Balgzand, de Boschplaat en langs

de Friese en Groninger Waddenkust. De Scandinavische *totanus*-Tureluurs die gebruik maakt van de Oost-Atlantische trekroute overwintert grotendeels aan de West-Afrikaanse kust. In de Banc d'Arguin werden in 2000 193.000 Tureluurs geteld, de soort lijkt hier in toenemende aantallen te overwinteren en neemt sinds 1980 (met toen nog slechts 70.000 getelde Tureluurs) toe (Hagemeijer et al. 2004). In Guinee-Bissau overwinteren naar schatting 83.000 Tureluurs (van de Kam et al. 1999), maar recente tellingen ontbreken. Tijdens strenge wintervorst vertrekt een groot deel van de (IJslandse *robusta*) Tureluurs uit het Waddengebied. Omdat Tureluurs slechts erg kleine vetvoorraden aanleggen die tijdens kou snel aangebroken worden vertrekken veel Tureluurs uit het Waddengebied tijdens strenge vorst of ze leggen het loodje (Meininger et al. 1991). De aantallen in de Nederlandse Waddenzee, lijken vanaf de midden jaren '80, los van enkele fluctuaties, min of meer stabiel (van Roomen et al. 2004). In het Duitse deel van de Waddenzee gaat de soort echter in zowel in voor- als najaar in aantal achteruit (Blew et al. 2005). Tureluurs eten in de Waddenzee wormen, kreeftachtigen, kleine schelpdierpjes en slakjes (van de Kam et al. 1999).

De Noordwest Europese broedpopulatie neemt af, ten gevolge van verlies van geschikt broedbiotoop en intensivering van de landbouw in binnenlandse weidegebieden (Tucker & Heath 1994). Hoewel de broedpopulatie in de Waddenzee, zo'n 25% van de gehele NW Europese broedpopulatie (*T.t. totanus*), al jarenlang stabiel en op een hoog niveau (Rasmussen et al. 2000) is, is het reproductief succes van op de kwelders broedende Tureluurs in het Waddengebied laag en onvoldoende om de kwelderpopulatie te handhaven (Thyen & Exo 2003). In Groot-Brittannië is ook een afname geconstateerd in de broedpopulatie in kwelders (Brindley et al. 1998). Dit ligt deels aan predatie door zowel zoogdieren als roofvogels. Tureluurs die in hogere kweldervegetatie, kenmerkend voor een later successiestadium, broedden hadden een hoger reproductief succes (Thyen & Exo 2003).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Tureluur:

- Welk soort kwelderbeheer is gewenst voor broedende Tureluurs?
- Wat verklaart de achteruitgang van Tureluurs tijdens de trekperioden in voor- en najaar op het Duitse wad?

### Groenpootruiter

Groenpootruiters broeden in de taiga van Noord-Scandinavië tot in Oost-Siberië en trekken door Nederland op weg van en naar de overwinteringgebieden in Noordwest- en tropisch Afrika (van de Kam et al. 1999). Tussen half juli en half september verblijven 3.000 – 12.000 Groenpootruiters in het Waddengebied. De gemiddelde maximale aantallen in het najaar lopen zelfs op tot ruim 18.000 exemplaren (Blew et al. 2005). Tijdens de voorjaars trek doen slechts maximaal 3.000 het Waddengebied aan (Meltofte 1994). Omdat de Groenpootruiter niet gebonden is aan zoute kustwateren maar in vele binnenlandse zoetwatergebieden overwintert, zijn de aantallen in bijvoorbeeld de Banc d'Arguin met maar 3.900 vogels in 2000 erg laag (Hagemeijer et al. 2004). In het Waddengebied eten Groenpootruiters allerlei kleine prooien van het wadoppervlak, maar er wordt ook met de snavel in het slik naar voedsel gezocht. In ondiep water wordt, vaak in groepsverband, op garnaltjes gejaagd. De tijdens laagwater overgebleven poeltjes op het wad, zoals bijvoorbeeld tussen drooggevallen mosselbanken, zijn erg geschikte plekken hiervoor (van de Kam et al. 1999).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Groenpootruiter:

- Beter grip op de populatie-ontwikkeling en trek-routes is gewenst.

### Bosruiter

De in Fenno-Scandinavië broedende Bosruiters trekken door Noordwest-Europa van en naar de tropisch Afrikaanse overwinteringgebieden. Tijdens de voorjaars trek (aantalspiek in mei) en de najaars trek (met een aantalspiek in augustus) doen de vogels zoete en brakke wateren aan. Ze mijden daarbij het zoute water van de Waddenzee en hebben dus een voorkeur voor binnendijkse waterrijke plasjes (Bijlsma et al. 2001), zoals bijvoorbeeld bij zoet-zoutovergangen. Hoewel de soort zelden in grote concentraties gezien wordt, zijn polders op de Waddeneilanden locaties waar relatief grote aantallen waargenomen worden (Dijksen 1996). Tijdens de trek de vogels trekken de vogels in kleine stapjes naar volgende waterrijke gebiedjes en verblijven zodoende vaak maar korte tijd op een bepaalde plek. Om die reden is het aantal doortrekkende Bosruiters door het Waddengebied lastig vast te stellen.



Bosruiters hebben een voorkeur voor binnendijkse waterrijke gebiedjes.

Specifieke kennisleemte t.a.v. Bosruiter:

- Betrouwbare populatietrends en inzicht in terreingebruik tijdens doortrek zijn gewenst.

### Steenloper

Steenlopers broeden in een smalle kuststrook op de hoog-Arctische toendra die vrijwel de hele Noordelijke IJszee omringd. Alleen in Scandinavië wordt (ver) beneden de poolcirkel gebreed en er zijn zelfs broedgevallen in het Waddengebied vastgesteld. Er zijn twee biogeografische populaties Steenlopers die gebruik maken van de Oost-Atlantische trekroute. Steenlopers die langs de kusten van West-Europa overwinteren broeden met name in Groenland en Noordoost Canada en worden tot één van deze twee biogeografische populaties gerekend. De broedvogels uit Scandinavië en oostelijker toendragebieden behoren tot de tweede populatie en overwinteren voornamelijk Noord- en West-Afrika. Er bestaat overigens nog veel onduidelijkheid over de trekroutes van Steenlopers. Ringmeldingen van Steenlopers die niet in het bovenvermelde patroon van de twee gescheiden populaties passen zijn hier voor ver-



Steenlopers hebben een gevarieerd menu en eten onder andere kleine krabjes.

antwoordelijk. In het voorjaar verblijven de meeste Steenlopers, ca. 5.600, in het Waddengebied. In het najaar verblijven ca. 6.900 vogels langs de randen van het Waddengebied (Blew et al. 2005), in Nederland met name op de eilanden en relatief weinig langs de Friese en Groninger Waddenkust. (Bijlsma et al. 2001). In zowel Duitsland en Nederland lijkt de soort de afgelopen 10 jaar om onbekende redenen in aantal achteruit te zijn gegaan, hoewel de jaarlijkse aantallen aanzienlijk fluctueren (Blew et al. 2005). Steenlopers zijn geen echte wadvogels, maar verblijven het liefst op rotsachtige kusten en dijken en pieren wat wel blijkt uit de ruim 44.000 Steenlopers die in dergelijk habitat langs de Britse kust overwintert. Steenlopers zijn echte alleseters, op het wad worden wormen en schelpdieren gegeten, langs de kust varieert het dieet van Zeepokken tot visafval en zelfs patat. In augustus trekken Steenlopers uit Scandinavië en Rusland door de Waddenzee Deze vogels zijn, zo blijkt uit kleurringonderzoek, binnen twee weken weer richting West-Afrika vertrokken. Steenlopers die later arriveren verblijven gemiddeld langer in het Waddengebied en blijven deels ook overwinteren (Kersten 1996; van Brederode & Roersma 2002).

Sinds de midden jaren '80 nemen de aantallen in de Waddenzee overwinterende Steenlopers af, mogelijk vanwege een afname in de Noordoost-Europese populatie (Kersten 1996). Langs de Britse kusten wordt, in sterkere mate, een vergelijkbaar patroon gezien. Dit wordt verklaard met een oostelijker en noordelijker overwinteren van de soort. Opeenvolgende milde winters zouden dit mogelijk maken (Holloway et al. 1999).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Steenloper:

- Er zijn nog veel onduidelijkheden over trekroutes, populatiestructuur, en (oorzaken van) aantalsontwikkelingen.

### Kokmeeuw

In de Waddenzee kunnen grote concentraties Kokmeeuwen voorkomen zoals bijvoorbeeld 29.000 vogels bij Vlieland en 21.000 bij Texel in september 2002 (van Roomen et al. 2004). Voor het hele Waddengebied wordt geschat dat er de afgelopen 10 jaar gemiddeld bijna 500.000 Kokmeeuwen in het najaar voorkwamen. In de winter is dit aantal met 37.500 individuen een stuk minder (Blew et al. 2005). Op de langere termijn is er voor geen enkel jaargetijde een duidelijke aantalstrend in het Waddengebied zichtbaar, en lijkt de populatie stabiel (Blew et al. 2005). Oorspronkelijk zijn Kokmeeuwen binnenlandvogels, maar in de loop van de afgelopen eeuw hebben ze in steeds grotere mate geleerd opportunistisch gebruik te maken van de voedselbronnen op het wad. Er wordt gefoerageerd op wormen, schelpdieren, krabben en met opkomend water met de waterlijn meelopend op Garnalen en kleine visjes (van de Kam et al. 1999). Ook de *discards* van ondermaatse vis en andere mariene organismen door garnalenboten, die soms door 1000en Kokmeeuwen gevolgd worden (Bijlsma et al. 2001), zijn een belangrijke voedselbron. Op de verschillende Waddeneilanden in het hele Waddengebied broeden zo'n 128.000 paar Kokmeeuwen in kolonies in duinen en kwelders, vaak samen met sterns, waarvan zo'n 60.000 in het Nederlands deel. De grootste broedkolonie op Griend betrof tussen 1992-1997 maximaal 28.500 broedparen. In het najaar kunnen zo'n 240.000 Kokmeeuwen in het Waddengebied aanwezig zijn. Ondanks fluctuaties waren de aantallen broedende Kokmeeuwen in het Nederlandse Waddengebied de afgelopen jaren stabiel (Koks & Hustings 1998). Dit wordt met name veroorzaakt door de toename van de aantallen op Griend broedende Kokmeeuwen die de achteruitgang in de kolonies op andere Waddeneilanden compenseert. Ook gaan de aantallen broedende Kokmeeuwen langs de noordkust van Groningen sterk achteruit door vossenpredatie, wat geleid lijkt te hebben tot een verplaatsing van de Kokmeeuwen naar broedkolonies op verschillende Waddeneilanden (Koffijberg 2004). In tegenstelling tot de in het Nederlandse binnenland broedende Kokmeeuwen is de jongenproductie in

de op marien voedsel foeragerende broedvogels van Griend goed (Bijlsma et al. 2001). Het gehele jaar door worden dode Kokmeeuwen langs de kust aangetroffen, met name in juli-september wanneer uitval van uitgevlogen juveniele Kokmeeuwen plaatsvindt (Bijlsma et al. 2001).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Kokmeeuw:

- Hoe gebruiken de in de Waddenzee doortrekkende en overwinterende Kokmeeuwen het gebied? Zijn ze plaatstrouw, hoe groot is hun actieradius, welke voedselvoorkeuren hebben ze, etc.?

### Stormmeeuw

Van de geschatte Noordwest Europese broedpopulatie van 512.000 broedparen broeden er zo'n 6.000 in 1991 en ruim 10.000 in 1996 in het Nederlandse, Duitse en Deense Waddengebied (Rösner et al. 2000; Blew et al. 2005). Met bijna 3900 paren (van Dijk et al. 2003) herbergt het Nederlandse Waddengebied ca. 65% van alle in Nederland broedende Stormmeeuwen (Bijlsma et al. 2001). De grootste aantallen bevinden zich op Texel (1550 broedparen tussen 1992-1997), Vlieland, Schiermonnikoog en Balgzand. Het aantal broedparen in het Waddengebied is stabiel, terwijl er landelijk sprake is van een lichte afname (van Dijk et al. 2003). Mogelijk komt dit door het ontbreken van grondpredatoren op de Waddeneilanden. Nederlandse broedvogels blijven in de winter in Nederland, samen met broedvogels uit Scandinavië, Rusland en de Oostzee (Speek & Speek 1994). Van april-september blijft de verspreiding van Stormmeeuwen beperkt tot de Noordzee kustzone en de Waddenzee. Het blijkt dat, hoewel de vogels voor een belangrijk deel afhankelijk zijn van voedsel op het land (Camphuysen & Leopold 1994), de kuikens echter voor een belangrijk deel gevoerd worden met zeevis (Arbouw & Swennen 1985). Na het uitvliegen van de jongen, in juli en augustus, nemen de aantallen Stormmeeuwen op de Waddenzee opvallend toe (SOVON 1987). Op het wad leven Stormmeeuwen van allerlei soorten bodemdieren, zoals wormen en schelpdieren, inclusief Mosselen die in hun geheel worden ingeslikt.

Specifieke kennisleemte t.a.v. Stormmeeuw:

- Wat is de dieetkeuze en predatiedruk van Stormmeeuwen op schelpdieren en wormachtigen op wadplaten?

### Kleine Mantelmeeuw

Het Waddengebied herbergt enkele grote broedkolonies van Kleine Mantelmeeuwen. Ruim 17.000 broedparen van de totale Noordwest Europese populatie van 185.000 paren, bouwden hun nesten in het internationale Waddengebied in 1991 (Rösner et al. 2000). Van de Nederlandse broedpopulatie broedt meer dan 50% in de duinen van de waddeneilanden (Texel, Terschelling en Schiermonnikoog; Bijlsma et al. 2001). De vogels verblijven in de Waddenzee vanaf maart tot september. Ze overwinteren langs de Atlantische kust van Frankrijk tot en met Marokko. Incidenteel worden in Nederlandse broedkolonies gekleurde Kleine Mantelmeeuwen ook in Mauritanië gezien.

Kleine Mantelmeeuwen foerageren vooral op de Noordzee en op de Waddenzee. De hoogste aantallen komen rondom de broedkolonies voor. Hierbij profiteren ze van de bijvangst die vissersschepen overboord werpen. Er wordt echter ook zelf actief gejaagd op scholen jonge pelagische vis die aan het oppervlakte komt (Camphuysen 1995). Het aantal broedparen in Nederland is de sinds de eerste drie broedparen



De Kleine Mantelmeeuw behoort tot de weinige vogelssoorten die profiteren van bijvangsten van visserij.

op Terschelling in 1926 snel toegenomen, vooral in de jaren '70 met een stabilisatie tot 15.000 broedparen in de jaren '80. Vervolgens namen de broedparen op andere waddeneilanden dan Terschelling toe in de jaren '90 (Bijlsma et al. 2001). Uiteindelijk stabiliseerde de populatie op ruim 45.000 broedparen in het Nederlandse Waddengebied (van Dijk et al. 2003). In het Duitse Waddengebied neemt de soort nog steeds toe met in 1997 bijna 25.000 broedparen (Zang 2003). Deze sterke toename in het Waddengebied is te wijten aan het verhoogde voedselaanbod voor deze soort door de offshore garnalenvisserij (Garthe 1996). Daarmee is de Kleine Mantelmeeuw een van de weinige vogelsoorten die profiteert van de garnalenvisserij.

Specifieke kennisleemte t.a.v. Kleine Mantelmeeuw:

- In hoeverre is de toename van het aantal broedparen in de Waddenzee afhankelijk van de mogelijkheid om te foerageren op *discards* van vissersschepen?
- Hoe groot is het aandeel *discards* in het totale dieet van Kleine Mantelmeeuwen?

### Zilvermeeuw

In het hele Waddengebied broedden in 1991 zo'n 90.000 Zilvermeeuwen, waarvan een aanzienlijk deel in het Nederlands Waddengebied (Rösner et al. 2000). In Nederland broedden in 2002 67.300 paren Zilvermeeuwen waarvan ruim 36.000 (54%) in het Waddengebied, met grote kolonies in de duinen van Texel, Vlieland, Terschelling en Schiermonnikoog. Hoewel het aantal broedparen in het Waddengebied in 2002 vergelijkbaar was met 2001, nam de broedpopulatie op Schiermonnikoog opvallend af (van Dijk et al. 2003). De meeste Zilvermeeuwen worden in augustus-september in het Waddengebied gezien; dit zijn vogels die hun vleugelveren in het Waddengebied ruien. Sinds halverwege de jaren tachtig neemt het aantal broedende Zilvermeeuwen in het Waddengebied af, mogelijk wegens voedselschaarste en een toegenomen concurrentie met Kleine Mantelmeeuwen. Dit zou onderlinge predatie van eieren en kuikens tot gevolg hebben (Spaans 1998). Ook de aantallen Zilvermeeuwen buiten het broedseizoen nemen in het Waddengebied af vanaf midden jaren tachtig. Van alle meeuwensoorten in het Waddengebied zijn Zilvermeeuwen het meest afhankelijk van schelpdieren in hun dieet (Leopold

et al. 2004). Vooral Mosselen en Kokkels zijn een geliefde prooi (Spaans 1971). Het feit dat van de in de Waddenzee voorkomende meeuwensoorten juist de Zilvermeeuw in het Nederlandse Waddengebied in aantal afneemt sinds de droogvallende mosselbanken zijn verdwenen zou er op kunnen duiden dat het verminderde schelpdieraanbod een rol heeft gespeeld in de afname (van Roomen et al. 2005). Ook in het Duitse Waddengebied neemt de soort vooral sinds 1996 in zowel voor- en najaar af (Blew et al. 2005).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Zilvermeeuw:

- Hoe groot is het aandeel schelpdieren in het dieet van Zilvermeeuwen en zijn er seizoensgebonden dieetverschillen?
- Verklaart het verminderde schelpdieraanbod de recente afname van deze soort, en in hoeverre gaat de Zilvermeeuw ook in het Duitse en Deense waddengebied achteruit?



Zilvermeeuwen eten graag jonge mosseltjes en hun populatie-omvang daalde toen de natuurlijke litorale mosselbanken uit de Waddenzee vrijwel weggevisst werden.

### Lachstern

Lachsterns zijn met 35-45 broedparen zeldzame broedvogels in West-Europa. Ze broeden in het Deense (2-3 in 2005) en Duitse deel van het Waddengebied (ongeveer 25 paar in 2005). In 2005 werd voor het eerst sinds 1958 (van den Berg en Bosman 1999) ook weer een broedgeval in Nederland vastgesteld in een kolonie Kokmeeuwen, Stormmeeuwen en Visdieven op het Balgzand. Het broedsel is waarschijnlijk in de ei-fase mislukt (ongepubliceerde gegevens Landschap Noord-Holland).

Lachsterns foerageren in weilanden en boven ondiep (zoet en zout) water op insecten, kikkers en muizen (van der Meer 2002), en hun dieet wijkt dus behoorlijk af van de andere sternsoorten in het Waddengebied. Meestal wordt gebroed in kolonies van andere sterns (Grote Sterns) die predatoren op een afstand houden, en met een voldoende groot, voedselrijk (muizen en kikkers) achterland waar gefoerageerd wordt.

Sinds de jaren '50 uit de vorige eeuw nam de Noordwest Europese broedpopulatie gestaag af van ruim 355 broedparen naar een enigszins stabiele populatie van ongeveer 60 broedparen sinds het midden van de jaren '80. Aanvankelijk lag de kern van de Noordwest Europese broedpopulatie in Denemarken, maar die verplaatste zich langzaam aan naar het Duitse waddengebied (Sleeswijk-Holstein en Nedersaksen). De sterke achteruitgang van de soort in Denemarken was met name te wijten aan ontwatering van de graslanden nabij de broedpopulaties waardoor het geen geschikt foerageerbiotoop meer was en later ook door het gebruik van landbouwgif zowel in Europa als in de Afrikaanse overwinteringgebieden. Ook verstoring van de broedvogels eiste zijn tol (Vlek 2002).

In het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw trok een belangrijk deel van de Noordwest-Europese broedpopulatie in de nazomer via de toenmalige Zuiderzee door naar zuidelijker overwinteringgebieden (van der Meer 2002). Noord Nederland (IJsselmeergebied en kop van Noord-Holland) zijn altijd belangrijke doortrekgebieden gebleven, maar met een afname van het aantal Deense broedvogels nam het aantal doortrekkers ook af (Vlek 2002). Foerageergebieden langs de trekroute naar de overwinteringgebieden zijn erg belangrijk omdat in de nazomer in deze gebieden de net uitgevlogen jongen nog door de ouders worden gevoerd. Dit gebeurt meestal vanuit de gebruikelijke slaapplekken zoals in Nederland. Het buitendijkse Waddengebied (de wadplaten en geulen) wordt hier nauwelijks voor gebruikt. Het voedsel wordt net als door broedvogels vooral in binnendijkse graslanden gezocht. Het lijkt er op dat deze doortrekgebieden in Nederland (Kop van Noord-Holland) ook minder aantrekkelijk zijn geworden voor Lachsterns (Vlek 2002), maar onbekend is waardoor.

Specifieke kennisleemte t.a.v. Lachstern:

- Betere kennis van dieet en factoren die het broedsucces in de broedkolonies beïnvloeden is dringend gewenst.

- Het jaarlijks bestuderen van de in Nederland doortrekkende Lachsterns, waarbij gelet wordt op het aantal jonge vogels, terreingebruik en prooikeuze, dient de aanbeveling.
- Onbekend is hoe lang jonge Lachsterns door hun ouders begeleid en gevoerd worden tijdens de zuidwaartse trek in de nazomer en herfst.

### Grote Stern

Met zo'n 17.000 broedparen is het international Waddengebied een belangrijk broedgebied voor de ongeveer 40.000 broedparen in Noordwest Europa (Rösner et al. 2000). Verreweg de grootste broedkolonie van Grote Sterns komt voor op Griend, waar in 2002 na een recente toename, meer dan 10.000 paren tot broeden kwamen (van Dijk et al. 2003). In de Duitse Waddenzee broeden in 1991 ongeveer 8000 Grote Sterns en in de Deense 5100. Veel kleinere kolonies komen voor op Texel (>100 broedparen) en Ameland en Schiermonnikoog (2-3 broedparen).

Internationaal speelt Griend een ontzettend belangrijke rol. In heel de Waddenzee broeden slechts 17.000 Grote Sterns, waarvan meer dan de helft op Griend. Het broedsucces is afhankelijk van de weersomstandigheden. Met stormachtig weer heeft deze zichtjager moeite zijn kostje bij elkaar te scharrelen vanwege toenomen golfslag op de Waddenzee (mond. meded. K. Camphuysen). In 2002 was het broedsucces op Griend met 4300 grootgebrachte jongen (0.39 per paar) erg laag (Lutterop & Kasemir 2003). Op de andere plekken in het Waddengebied, die waarschijnlijk met name onervaren broedvogels betrof, kwamen geen jongen groot (van Dijk et al. 2003).

Grote Sterns overwinteren langs de Afrikaanse kust tot in Zuid-Afrika, het merendeel in riviermondingen en langs de kust van Mauritanië tot Guinee (Bijlsma et al. 2001). In de Banc d'Arguin werden in 2000 1.670 vogels geteld (Hagemeijer et al. 2004). Vrijwel onbekend is wat de effecten van de zeer omvangrijke industriële visserij voor de kust van West-Afrika op het voedsel voor Grote Sterns in de overwinteringgebieden is.

De meeste vogels zijn eind april aanwezig in de broedkolonie op Griend en de eieren worden in mei gelegd (Veen 1977). Vooral Haring, Smelt en Zandspiering worden aan de jongen gevoerd. Ook volwassen vogels eten in Nederland voor 95-99% deze drie vissoorten plus Sprot, maar op de meeste plaatsen langs de Atlantische kust eten Grote Sterns voornamelijk (90%)



Zandspiering (Brenninkmeijer & Stienen 1992). De meeste vis wordt zo'n 15-25 km van de kolonie gevangen (Veen & van de Kam 1988), wat een beperking aan het aantal dagelijkse voedselvluchten oplegt. De broedvogels van Griend halen hun voedsel vooral uit de Noordzee voor de kust van Vlieland en Terschelling en uit de vaargeul tussen deze twee eilanden (Brenninkmeijer & Stienen 1992). Van veel zeevogels is bekend dat voedselbeschikbaarheid het broedsucces bepaalt waarbij er in jaren met voedselschaarste de kolonies vroegtijdig verlaten worden en er geen enkel jong wordt grootgebracht. Voedseltekorten kunnen optreden door overbevissing (bijvoorbeeld van Zandspiering voor de vismeelindustrie), maar ook natuurlijke oorzaken hebben. Zo trekken Haring en Zandspiering na koude winters later de Waddenzee in waardoor de voedselbeschikbaarheid in sommige jaren niet samenvalt met de periode dat de kuikens opgroeien. Hierdoor kan sterfte van kuikens optreden (Brenninkmeijer & Stienen 1992). Doordat er slechts enkele kolonies en weinig alternatieve locaties zijn is de Grote Stern erg kwetsbaar voor legselverlies door stormvloed. Maar ook predatie, vegetatiesuccessie en verstoring door recreatie beïnvloeden het broedsucces van Grote Sterns ten negatieve (van Beusekom et al. 2005). De grootste broedkolonies in de Waddenzee worden effectief tegen verstoring door recreanten beschermd, wat gezien de grote negatieve invloed die verstoring door recreanten op een broedkolonie kan hebben ook noodzakelijk is (Brenninkmeijer & Stienen 1992).

In 1910 bereikte het aantal Grote Sterns in Nederland een dieptepunt met 500 broedparen door het rapen van eieren en de jacht (Bijlsma et al. 2001). Dankzij beschermende maatregelen herstelde de populatie zich weer en broedden er in de jaren '30 30.000 – 40.000 paren in Nederland (Brenninkmeijer & Stienen 1992). Verder hebben ook Grote Sterns vanaf 1963 ernstig te lijden gehad van landbouwgif dat via het rivierwater (Rijn) in de Waddenzee terecht kwam en zich in de voedselpiramide ophoopte (Veen 1977). Dit had een ineenstorting van de broedpopulatie (van > 12.000 in 1956 tot zo'n 700 in 1965; Veen & van de Kam 1988) tot gevolg, waarvan de Grote Stern tot op heden nog niet hersteld is, laat staan dat de aantallen van de jaren '30 weer bereikt zijn. Dit herstel wordt mogelijk gedeeltelijk bemoeilijkt door een gebrek aan jonge Haring in de kuikenfase. In tegenstelling tot

bijvoorbeeld Visdief en Noordse Stern eten Grote Sterns nauwelijks platvisjes, krabben en Garnalen maar vrijwel alleen rondvis, wat deze voedselspecialist extra kwetsbaar maakt (Veen 1977; Veen & van de Kam 1988).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Grote Stern:

- Waar overwintert het merendeel van de Grote Sterns, hoe geconcentreerd komen ze in de winter langs de westkust van Afrika voor, en welke prooidieren zijn daar van belang?
- In hoeverre beïnvloedt de grootschalige visserij langs de Afrikaanse kusten de Grote Stern?
- In hoeverre is variatie in het broedsucces het gevolg van variatie in voedselbeschikbaarheid (geschikte vis) en welke rol speelt visserij op de Noordzee (zandspieringvisserij voor vismeel) en garnalenvisserij hierin een rol?
- Hoe groot is de rol van helderheid van het zee-water op de vangkansen van Grote Sterns, en welke factoren bepalen met name het doorzicht (baggerwerkzaamheden, eutrofiëring, aanwezigheid mosselbanken)?
- Welke onderlinge relaties tussen vissoorten zijn er en wat is het effect van het selectief overbevissen van bepaalde vissoorten, en hoe beïnvloedt dit de voedselbeschikbaarheid van Grote Sterns?
- Hoeveer beïnvloedt het voorkomen van Kokmeeuwen in een kolonie het broedsucces van Grote Sterns?
- Het is aan te bevelen jaarlijks in de bekende kolonies onderzoek te doen naar de aan de jongen gevoerde vissoorten (Haring/Sprot, Zandspiering/Smelt) omdat bekend is dat Haring geprefereerd wordt vanwege de hogere energetische waarde en vanwege het feit dat Haring minder makkelijk door Kokmeeuwen geïmagineerd wordt dan de langere Zandspiering. Daarnaast bestaat er veel variatie in de tijd van intrek van Haring in de Waddenzee en beïnvloedt dit waarschijnlijk in grote mate het broedsucces.

### Visdief

Visdieven broeden in West-Europa langs vrijwel de gehele kust van de Oostzee, de Noordzee en de Atlantische Oceaan tot noordelijk in Scandinavië, en overwinteren langs de westkust van Afrika. De Europese broedpopulatie wordt geschat op ongeveer 150.000 broedparen (Stienen & Brenninkmeijer 1992), waarvan in 1991 er 14.000 in de Waddenzee broedden

(Rösner et al. 2000). In de twee belangrijkste kolonies in de Duitse Waddenzee, Wangerooge en Neuwerk, broedden in 1979 respectievelijk 1200 en 1700 broedparen (Glutz von Blotzheim & Bauer 1982). Uit een gereconstrueerd historisch aantalsverloop van het aantal broedparen in de Nederlandse Waddenzee blijkt dat de aantallen Visdieven sinds de jaren '50 van ongeveer 17.000 broedparen (met in sommige jaren uitschieters naar 30.000) drastisch daalde naar ongeveer 2-5.000 sinds de jaren '60. De snelle daling van het aantal broedparen in het begin van vorige eeuw was te wijten aan jacht en het rapen van eieren. Later kwam daar nog een ineenstorting van de populatie door landbouwgif overheen (Stienen & Brenninkmeijer 1992). Tegenwoordig zijn de aantallen in de Nederlandse Waddenzee weer wat hoger; van de naar schatting 17.700 broedparen in Nederland in 2002 broeden bijna 6400 (36%) in het Waddengebied (van Dijk et al. 2003; Dijkse & Koks 2003).

Het reproductief succes in 2002 was op Griend uitzonderlijk slecht met slechts 40 jongen (0,03 per paar; Lutterop & Kasemir 2003). Een slechte voedselsituatie, mede verslechterd door het slechte weer, was hier debet aan. Ook in eerdere jaren was het van jaar tot jaar sterk verschillende broedsucces van Visdieven op Griend en Engelsmanplaat gemiddeld lager vergeleken met buitenlandse broedkolonies in Duitsland, Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten (Stienen & Brenninkmeijer 1992). Het broedsucces is van allerlei weersomstandigheden afhankelijk, maar ook van het prooiaanbod. Visdieven eten vooral Haring, Sprot, Zandspiering en Smelt, evenals een heel scala aan andere kleine vis die ze vanuit de lucht kunnen vangen (Stienen & Brenninkmeijer 1992).

Zoals voor meer kwelderbroedende vogelsoorten geldt betekent vegetatiesuccessie vaak een verminderd aantal broedende Visdieven (zoals in de Duitse kolonies Wangerooge, Scharhorn, Minsener Oldeoog). Vroeger werd vegetatiesuccessie tegengegaan door overstromingen met zout water, maar door huidige kustbescherming komt dit steeds minder voor (Stienen & Brenninkmeijer 1992). Net als Grote Sterns zouden Visdieven ook te lijden kunnen hebben van de omvangrijke industriële visserij in de overwinteringsgebieden voor de kust van West-Afrika, maar hier ontbreekt momenteel elk inzicht in door gebrek aan onderzoek. In de overwinteringsgebieden vangen Visdieven vooral ansjovis (*Engraulis*

*aurita*) en Mugilidae in Sierra Leone, terwijl in Ghana op de tegenwoordig zwaar overbeviste *Sardinella* gefoerageerd wordt (Stienen & Brenninkmeijer 1992).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Visdief:

- In hoeverre beïnvloedt de grootschalige visserij in West-Afrika en de visserij in Noordwest-Europa (inclusief garnalenvisserij) dieetkeuze, uitwijkmogelijkheden en overleving en broedsucces van Visdieven? Betere kennis over foerageergebieden (afstand van de kolonie) en voedsel (vissoorten, -afmetingen) is vereist.
- Welke factoren beperken het herstel van de broedpopulatie?



De Visdiefpopulatie in de Waddenzee is nog steeds niet hersteld van het overmatige eierrapen en gifstoffen in de vorige eeuw.

### Noordse Stern

Het Waddengebied behoort tot de zuidelijkste broedplaatsen van de Noordse Stern. Het broedgebied van deze soort strekt zich in een brede gordel uit rond de Noordpool. Van de Nederlandse broedparen komt ca. 95% in het Waddengebied voor (Bijlsma et al. 2001). De aantallen broedende Noordse Sterns in Nederland kunnen van jaar tot jaar behoorlijk fluctueren, maar na een goed jaar in 1998 namen de broedparen sindsdien jaarlijks af tot ca. 1.550 in 2002. Deze afname kwam vooral op conto van Griend waar in 2002 nog slechts een derde van de aantallen van enkele jaren eerder broedde (van Dijk et al. 2003). Na een late start liet een deel van de aanwezige Noordse Sterns verstek gaan bij het broeden en was bij de weinige vogels die wel broedden, kwam geen enkel jong groot (Lutterop & Kasemir 2003). Slechte weersomstandigheden in combinatie met een slecht

prooiaanbod zijn hier waarschijnlijk voor verantwoordelijk. Van een broedkolonie Noordse Sterns op de Shetland Eilanden is bekend dat er in ieder geval tussen 1984 en 1990 geen enkel jong werd grootgebracht, door afwezigheid van jonge Zandspiering. Hoewel Zandspiering in grote mate wordt geëxploiteerd door de vismeelindustrie, en het broedsucces in 1991 weer fors steeg toen er rondom de eilandengroep een vangstverbod voor Zandspiering gold, is een oorzakelijk verband tussen de hoge visserijdruk en het lage broedsucces van Noordse Sterns nog niet aangetoond (Stienen & Brenninkmeijer 1992). In ieder geval maakt dit voorbeeld duidelijk dat kennis over visserij, ook op de Noordzee in de foerageergebieden van in de Waddenzee broedende sterns, dringend nodig is.

Specifieke kennisleemte t.a.v. Noordse Stern:

- In hoeverre beïnvloedt de grootschalige visserij in West-Afrika en in Noordwest-Europa (inclusief garnalenvisserij) dieetkeuze, uitwijkmogelijkheden en overleving en broedsucces van Visdieven? Betere kennis over foerageergebieden (afstand van de kolonie) en voedsel is vereist.

### Dwergstern

Dit kleine sterntje is een schaarse broedvogel in het Waddengebied. In 1991 broedden er naar schatting 650 broedparen in het hele Waddengebied (ongeveer 18% van de hele Noordwest Europese broedpopulatie; Rösner et al. 2000). In Nederland broedden in 2002 450 paren waarvan 180 in het Waddengebied (van Dijk et al. 2003). In het verleden zijn dit er maximaal 1000 geweest in de eerste helft van de vorige eeuw (Arts & Meininger 1993 in Bijlsma et al. 2001). Het voedsel van Dwergsterns bestaat uit Garnaal, en kleine visjes (Zandspiering, Sprot, en jonge platvis) die vlak langs de kust van de Waddeneilanden en in de geulen al duikend vanuit de lucht gevangen worden. Via dit voedsel kregen Dwergsterns net als de andere toppredatoren in de vele landbouwgifstoffen binnen wat in de jaren '60 tot een populatie-inzinking leidde van hooguit 100 broedpaar in Nederland. Herstel treedt maar langzaam op, mede doordat de soort gevoelig is voor verstoring door recreanten en er maar weinig rustige schelpenstrandjes in Nederland zijn waar de soort kan broeden. Op Texel wist de soort zich tot voor kort op het strand redelijk te handhaven dankzij beschermende maatregelen (Witte 1996).

Toch bieden deze maatregelen niet altijd voldoende bescherming, in 2003 vond er veel verstoring van nesten plaats door honden en crossbrommers (Dijksen 2003). In 2004 werden broedende Dwergsterns door een huiskat verorberd, en op Ameland, ondanks de plaatsing van waarschuwbordjes werden ze verstoord door strandzeilwagens (Dijksen 2004). Elders in Nederland broedt de soort op onbewoonde zandplaten, waar de kans op menselijke verstoring veel kleiner is.

Specifieke kennisleemte t.a.v. Dwergstern:

- Welke maatregelen bieden het beste soelaas tegen verstoring van broedende Dwergsterns?

### Zwarte Stern

Het Waddengebied wordt voor deze zoetwatersoort pas van belang als er grote concentraties ruiende Zwarte Sterns in de nazomer gezamenlijke slaapplekken gebruiken. In deze periode wordt het IJsselmeer en de Randmeren gebruikt om te foerageren. Het Balgzand speelt dan een belangrijke rol als slaapplek. Op een voorverzamelpaats bij Den Oever bevinden zich in deze periode 50-70.000 Zwarte Sterns, en in sommige jaren (zoals in 1990) kan dit aantal oplopen tot zelfs 120.000 vogels (Schouten 1982; Karman et al. 1995). Het IJsselmeer als foerageergebied en het Balgzand als slaapplek herbergen in de nazomer vrijwel de gehele broedpopulatie Zwarte Sterns uit Oost-Europa, de Baltische Staten en Wit-Rusland (Karman et al. 1995). Deze vogels overwinteren in langs de West-Afrikaanse kust van Mauritanië tot Zuid-Afrika (Karman et al. 1995; van der Winden 2004). Gezien deze aantallen slapende vogels op het Balgzand is al gauw duidelijk dat dit gebied van uitzonderlijk groot belang voor de Zwarte Stern is. Naast een voldoende hoog voedselaanbod (van Spiering) in het IJsselmeer tijdens de ruiperiode is een gegarandeerde rust op de slaapplek van groot belang voor de bescherming van de soort (van der Winden 2002).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Zwarte Stern:

- Waar worden Zwarte Sterns het meest bedreigd? In de broedgebieden (verslechtering en versnippering habitat), tijdens de doortrek (onvoldoende rust op de slaapplekken) of in de winter (grootschalige visserij voor Afrikaanse kust, vangst van sterns)?

### Bruine en Blauwe Kiekendief

Met zo'n 120 broedparen Blauwe Kiekendieven is het internationale Waddengebied van redelijk groot belang voor deze soort, waarvan zo'n 1.800 – 2.800 broedparen in Noordwest Europa broeden (Rösner et al. 2000). Blauwe Kiekendieven broeden vooral in vochtige duinvalleien, terwijl Bruine Kiekendieven een voorkeur hebben voor grote rietvelden. Zo'n 90% van de Blauwe Kiekendieven die in Nederland broeden, doen dat op de Waddeneilanden. Het eerste broedgeval van Blauwe Kiekendieven op de Nederlandse waddeneilanden vond in 1940 plaats waarna de soort als broedvogel op de waddeneilanden, vooral na 1960, sterk toenam (Bekhuis & Zijlstra 1991). Wat dit aanvankelijk succes van de Blauwe Kiekendief op de waddeneilanden verklaart is onduidelijk, maar zou met de vegetatiesuccessie van de duinen te maken kunnen hebben (Bekhuis & Zijlstra 1991). Door een tekort aan woelmuizen in de duinen, o.a. door te intensieve begrazing, zijn de broedresultaten van de Blauwe Kiekendieven de laatste tijd echter aan de lage kant. Door vegetatiesuccessie in de duinvalleien gaat het slecht met de dagactieve Veldmuis (*Microtus arvalis*) terwijl de Blauwe Kiekendief (die 's nachts niet actief is) niet profiteert van de toename van de nachttactieve Rosse Woelmuizen (*Clethrionomys glareolus*) en Bosmuizen (*Apodemus sylvaticus*) (van Beusekom et al. 2005). Blauwe Kiekendieven overwinteren in Europa, soms zelfs in het broedgebied, terwijl Bruine Kiekendieven Afrikagangers zijn. Met de Bruine Kiekendief gaat het in Nederland beter dan de Blauwe, en dit zorgt ook voor een toegenomen concurrentie om de beste nestel- en foerageergebieden, ten nadele van de Blauwe Kiekendief (van Beusekom et al. 2005).

### Velduil

Op Europees niveau is het Waddengebied niet van uitzonderlijk groot belang voor de Velduil. In 1991 broedden er maximaal 70 paar op een totale Noordwest Europese populatie van 5.000 – 25.000 broedparen (Rösner et al. 2000). In Nederland daarentegen zijn de duinen op de waddeneilanden de laatste bolwerken van broedende Velduilen. Vooral door een minder gunstige situatie in het binnenland voor broedende Velduilen (vanwege ontginningen, minder braakliggend agrarisch gebied en ontwatering), werden de waddeneilanden steeds belangrijker. Het voor-

komen van voldoende woel- en veldmuizen is hierbij van groot belang. In muizenpiekjaren komen veel meer Velduilen tot broeden (bijvoorbeeld Dijkse 1996) dan buiten dergelijke piekjaren. Toch is niet alleen het voorkomen van muizen belangrijk. Op het belangrijkste Velduilenwaddeneiland van Nederland, Ameland, waar in tegenstelling tot andere waddeneilanden ook Veldmuizen voorkomen is het aantal broedparen gezakt tot minder dan 5 sinds 1999. De komst van Aardmuizen (*Microtus agrestis*) op het eiland hebben hier niks aan kunnen veranderen, en evenmin de introductie van Aardmuizen en Rosse Woelmuizen op Texel hebben een dalende trend in het aantal broedparen niet gekeerd (Bijlsma et al. 2001). Op een atypische broedplek voor Velduilen, op het eiland Griend midden in de Nederlandse Waddenzee, aten de Velduilen voor een groot aandeel steltlopers (46-69% van de gevonden prooiresten bestond uit Bonte Strandlopers; Stienen & Brenninkmeijer 1997; Brenninkmeijer et al. 1998). In het najaar en de winter kunnen er soms meerdere Velduilen pleisteren, vanwege de goede Bosmuizenstand op het eiland. Dit maakt de belangrijke hoogwatervluchtplaats bij Griend waarschijnlijk minder aantrekkelijk voor steltlopers. De overwinterende Velduilen zijn waarschijnlijk uit Fenno-Scandinavië afkomstig, maar kunnen voor een deel ook lokale broedvogels zijn (Speek & Speek 1984). Net als de Blauwe Kiekendief heeft de Velduil te lijden van de achteruitgang van Veldmuizen door duinbeheer door middel van (te) intensieve begrazing of juist doordat de duinen te veel zijn dichtgegroeid (van Beusekom et al. 2005).

### Grauwe Klauwier

Op Europees niveau speelt de Waddenzee een zeer geringe rol in het voorkomen van Grauwe Klauwieren. In Nederland broedden ze al enkele decennia niet meer in de duinen. De soort broedt in het binnenland wel nog in heidegebieden, maar in de Nederlandse populaties vestigen zich geen eigen jongen van voorgaande jaren. De binnenlandse broedpopulaties in aangrenzend gebied in Duitsland (Niedersachsen) nemen ook sterk af (Zang 2003), dus het is de vraag in hoeverre het te verwachten is dat hervestiging uit het buitenland plaats zal vinden. Door verruiging, verdroging en ongunstig beheer van de duinen van de Waddeneilanden zijn de voornaamste

prooidieren (grote insecten) niet meer in voldoende mate aanwezig voor succesvolle reproductie.

Specifieke kennisleemte t.a.v. Grauwe Klauwier:

- Heeft een ander duinbeheer, bijvoorbeeld het afplaggen van vegetatie, een positief effect op insecten en broedresultaten van de Grauwe Klauwier?

### Tapuit

Tapuiten broeden in een groot gebied in Europa, waarvan de op de Waddeneilanden broedende populatie relatief gezien van slechts van klein belang zijn (Hagemeijer & Blair 1997). Wel is het zo dat deze soort als broedvogel in Nederland in hoog tempo achteruitgaat, terwijl op de Nederlandse Waddeneilanden de soort zich nog enigszins weet te handhaven. Toch betrof de broedpopulatie op de Nederlandse Waddeneilanden eind jaren '90 van de vorige eeuw nog maar zo'n 10% van die in de beste broedjaren in de vorige eeuw (van Beusekom 2005). In 2002 broedden op deze eilanden zo'n helft van de Nederlandse broedparen (bijna 160; van Dijk et al. 2003). De voornaamste oorzaak van de achteruitgang van de soort als broedvogel op de Waddeneilanden is de vergevorderde vegetatiesuccessie. Door verstruweling verdwijnen open zandige plekken in de duinen waar Tapuiten graag hun voedsel (insecten) zoeken. Voor een deel komt dat door zure regen (bemesting van de duinen) en ook door een afname van het Konijn (*Oryctolagus cuniculus*) in de duinen die door begrazing deze verruiging tegengaat. Daarnaast moet niet uitgesloten worden dat het ook mogelijk is dat droogte in de Afrikaanse overwinteringsgebieden de soort parten speelt (van Beusekom 2005).

Specifieke kennisleemte t.a.v. Tapuit:

- Heeft een ander duinbeheer, bijvoorbeeld het afplaggen van vegetatie, een positief effect op insecten en broedresultaten van de Tapuit?
- Heeft de soort, net als andere in tropisch Afrika overwinterende zangvogels, te lijden van droogte in de overwinteringsgebieden?

### Duinpieper

Duinpiepers broeden in heel Europa, met name in het Mediterrane gebied (Hagemeijer & Blair 1997). Ze broeden in stuifzandgebieden en, zoals de naam doet vermoeden, in duingebieden. In de duinen van de Waddenzee is de soort echter uit-

gestorven en waarschijnlijk nooit erg algemeen geweest (van Turnhout 2005). Het enige bekende broedgeval in de Nederlandse duinen op de Waddeneilanden betreft een nest met 3 eieren op Vlieland en stamt uit 1906 (Vlek 2005). De hele Europese populatie Duinpiepers is versnipperd geraakt en de verspreiding ingekrimpt door vermindering van geschikte habitats, afname van de kwaliteit van stuifzandgebieden door vegetatiesuccessie en de daarmee gepaard gaande verlies aan (diversiteit in) prooidieren. Daardoor is de kans op hervestiging van de soort als broedvogel in de duinen van de Waddeneilanden op het moment erg klein.

## 6. SAMENVATTING TRENDS, BEDREIGINGEN EN KENNIS

Van de hier besproken vogelsoorten neemt een groot aandeel ernstig in aantal af. Van 34 door Blew et al (2005) bestudeerde wadvogels die de Waddenzee vooral tijdens de trek en als overwinteringsgebied gebruiken, nemen 15 soorten (44%) significant af sinds 1992. Van deze soorten zijn er verschillende waarvan meer dan 50% van de wereldpopulatie gebruikt maakt van de Waddenzee, zoals Kanoet, Scholekster, Kluut, Bonte Strandloper, Rotgans, Smient, Wulp en Rosse Grutto. Daarbij moet worden opgemerkt dat er bovendien nog zeven andere vogelsoorten zijn die weliswaar afnemen, maar niet significant. Aangezien deze negatieve trends in andere Europese delen van de Oost-Atlantische trekroute (Frankrijk en Engeland) niet worden teruggevonden, lijkt het aannemelijk dat de problemen zich voordoen in de Waddenzee zelf (Davidson 2003). Het feit dat ook de lokaal broedende Eidereenden en Scholeksters die vrijwel het gehele jaar in de Waddenzee aanwezig zijn sterk in aantal achteruit gaan bevestigt dat beeld. Vergeleken met de vele in aantallen dalende wadvogelpopulaties staan slechts enkele groeiende populaties zoals die van Aalscholver, Lepelaar en Brandgans (Blew et al. 2005; Wetlands International 2002).

### Dieet gerelateerde aantalsontwikkelingen

De trends in de aantallen van de genoemde soorten bekijkend valt ten eerste de dichotomie op tussen schelpdiereters en wormeneters, onafhankelijk van het trekgedrag van de vogelsoorten (van Roomen et al. 2005). De populatietrends

van vogelsoorten die gespecialiseerd zijn in het eten van schelpdieren, zowel standvogels (Scholeksters en lokaal broedende Eidereenden) als extreme trekvogels (Kanoet), zijn negatief. Hetzelfde geldt voor de Zilvermeeuw waarvan zowel de broedvogels als de overwinteraars sinds 1990 in aantal achteruit gaan (van Roomen et al. 2005) en de Topper, die naast een dalende populatietrend ook een veranderde verspreiding in het Noordwest-Europese overwinteringsgebied vertoont waarbij de Waddenzee steeds vaker gemeden wordt. In figuur 10 staan de jaarlijkse procentuele aantalsveranderingen van alle watervogelsoorten in heel Nederland over de afgelopen tien jaar. Opvallend is dat op de schaal van heel Nederland, de schelpdieretende wadvogels de sterkste dalingen laten zien. Tegenover deze afnamen van de schelpdiereters staan de toenames van de wormeneters (zoals Rosse Grutto, Drieteenstrandloper, en Bonte Strandloper). Deze trends hangen samen met de veranderingen in de bentische gemeenschap. Maar wat veroorzaakt de afname van schelpdieren en toename van wormachtigen op het wad, en daaraan gerelateerd de verschillende populatietrends van wormen- of schelpdieretende vogels?

#### *Afname schelpdieren*

De meest waarschijnlijke verklaring voor de afname van schelpdieren op het (Nederlandse) wad is de overmatige schelpdiervisserij, in combinatie met een reeks jaren met een natuurlijke schaarste aan schelpdieren (het achterwege blijven van een goede broedval). Eidereend en Scholekster hebben zwaar te lijden gehad van de mosselvisserij (Ens et al. 2004; Leopold et al. 2004; Camphuysen et al. 2002) en mechanische kokkelvisserij (Ens et al. 2004; Verhulst et al. 2004; Kats in voorbereiding). Voor de Kanoet, die vooral Nonnetjes en kleine kokkeltjes preferiert is vooral het indirecte effect van mechanische kokkelvisserij op de *non-target* soorten (Nonnetje, kleine Kokkels) funest geweest. Dit wordt mogelijk veroorzaakt doordat deze bodemberoerende visserijvorm de sedimentsamenstelling van het wad veranderd en op kortere en langere termijn het sediment ongeschikt maken voor vestiging van schelpdierbroed (Kraan et al. 2004; Piersma & Koolhaas 1997; Piersma et al. 2001a; Hiddink 2003; Ens et al. 2004). De Toppereend en de Zilvermeeuw zijn veel minder goed bestudeerde wadvogels die in het plaatje van afnemende schelpdiereters passen. Zilvermeeuwen zullen ook lijden onder het minder goed beschik-

baar zijn van vuilnisbelten om te foerageren. Het ligt echter voor de hand dat deze twee soorten ook lijden onder een gebrek aan voldoende geschikte schelpdieren, maar meer en beter onderzoek naar beide vogelsoorten is van groot belang.

De mechanische kokkelvisserij is sinds 1 januari 2005 verboden in de Nederlandse Waddenzee en de mosselvisserij zal, zowel litoraal als sublitoraal, in de toekomst waarschijnlijk aan strengere eisen moet voldoen (Ministerie voor LNV 2004). Het is nog de vraag hoe snel en in hoeverre het ecosysteem kan herstellen van jarenlange wadbodemberoering en het op grote schaal verwijderen van cruciale elementen uit het ecosysteem zoals schelpdieren waaronder stabiele mosselbanken. Het sediment van met name de lager gelegen wadplaten is de afgelopen jaren grover (minder slibrijk) geworden (Zwarts et al. 2004; Beukema & Dekker 2005). Dit is waarschijnlijk het gevolg van het wegvissen van mosselbanken begin jaren '90, maar waarschijnlijk ook nog een naijl effect van het aanleggen van de Afsluitdijk en de daarmee gepaard gaande verandering in sedimenttransport. Mosselbanken vangen slib en organisch materiaal in en verhogen tot op een afstand van 1 km van de betreffende mosselbank de hoeveelheid slib en organisch materiaal op een wadplaat (Zwarts et al. 2004; Essink 2005). Het is dus niet ondenkbaar dat door de afwezigheid (zeker in de westelijke Waddenzee) van mosselbanken het herstel van de schelpdierdichtheden vanwege een blijvend achterblijvende broedval lang op zich kan laten wachten. Op veel plaatsen in de Waddenzee toonde de bodemgemeenschap tot 10 jaar na een eenmalige bevissing door kokkelvisserij nog geen tekenen van herstel, en de meeste van de rond 1990 weggeviste mosselbanken zijn ook niet teruggekeerd. Versteegh et al (2004) maken duidelijk dat een dergelijk herstel lang op zich kan laten wachten, hoewel de litorale mosselbanken in de oostelijke (Nederlandse) Waddenzee, na enkele jaren afwezigheid van kokkel- en mosselvisserij, weer langzaam toenemen (Ens et al. 2004).

Hoge schelpdierdichtheden en stabiele mosselbanken zijn niet alleen een onmisbare en voorspelbare voedselbron voor vogels. Ze beïnvloeden de sedimenthuishouding van de Waddenzee, en vormen een habitat voor veel verschillende organismen (vis, krabben, garnalen en zeesterren) die ook weer een belangrijke voedselbron voor andere vogels zijn. Een herstel

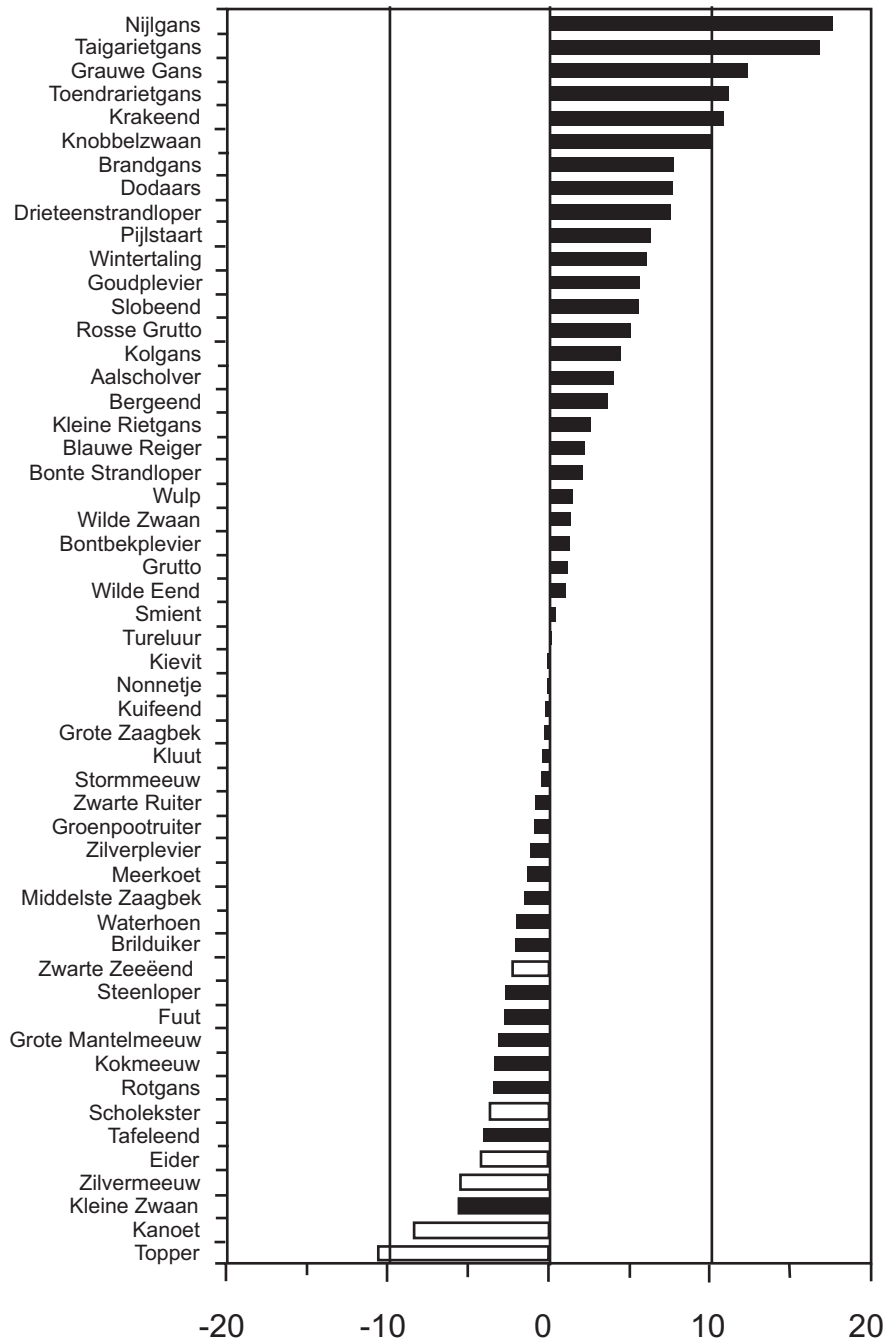


Fig. 10. Jaarlijkse aantalsverandering (%) van watervogelsoorten in Nederland, berekend over de afgelopen tien jaar (naar van Roomen et al. 2004). Opvallend is dat van alle in Nederland voorkomende watervogels juist de in de Waddenzee voorkomende schelpdieretende vogels (witte balkjes) de grootste achteruitgang laten zien. Daarnaast laat ook de Rotgans, een typische wadvogelsoort, waarvoor Nederland een speciale verantwoordelijkheid heeft, een significante achteruitgang zien.

van de schelpdierbestanden, en vooral van een voldoende groot oppervlakte van mosselbanken in de Waddenzee, zal veel wadvogelpopulaties ten goede komen en vooral de schelpdieretende vogels die geen uitwijkmogelijkheden hebben. Het permanent afsluiten van grote oppervlakten van de Waddenzee voor elke vorm van (bodemberoerende) visserij is waarschijnlijk de beste garantie voor herstel van de schelpdierbestanden in de (Nederlandse) Waddenzee.

#### *Toename wormachtigen*

Met een afname van de voor de Waddenzee zo karakteristieke schelpdieren en schelpdieretende vogels, nam de dichtheid aan wormen en wormenetende vogels toe (Essink 2005; van Roomen 2005; van Roomen et al. 2005; Figuur 11 en 12). Er zijn duidelijke aanwijzingen dat op plekken waar schelpdieren, in dit geval Kokkels, mechanisch uit het wad verwijderd werden, de niche werd overgenomen door wormachtigen (Kraan et al. 2004). Deze toename van wormen in de Waddenzee verklaart de toename van wormenetende vogels ten koste van de schelpdieretende vogels. Het feit dat twee wormenetende wadvogels, de Bonte Strandloper en Rosse Grutto, in de Nederlandse Waddenzee wel, maar in de Duitse Waddenzee niet in aantal toenamen (van Roomen 2005) is een verdere aanwijzing dat de mechanische kokkelvisserij de 'verworming' van de wadplaten heeft veroorzaakt aangezien mechanische kokkelvisserij wel in Nederland, maar niet in Duitsland plaatsvond. Klimaatverandering kan hier dus geen volledige verklaring zijn voor de gevonden patronen. Andere mogelijke verkla-

ringen zoals klimaatverandering, veranderingen in predatiedruk op schelpdierbroed door Garnalen ten gevolge van zachte winters (Phillipart et al. 2003) of veranderingen in nutriëntenhuishouding zouden immers een effect op de schelpdieren (en schelpdieretende vogels) in de hele Waddenzee moeten hebben. Bovendien eten wormen net als schelpdieren plankton en veranderingen in nutriëntenhuishouding kan de dichotomie tussen wormen en schelpdieren dus ook niet verklaren. Blijkbaar heeft het Duitse Waddengebied, in tegenstelling tot het Nederlandse, voldoende veerkracht gehad om veranderingen in klimaat op te vangen, en het is goed mogelijk dat de samenstelling van de gemeenschap van bodemorganismen daar mee te maken heeft.

Directe bewijzen zijn dit echter niet en een direct verband tussen aantalsontwikkelingen van vogels en schelpdierbestanden op deze schaal zijn zonder de juiste gegevens moeilijk te geven. Een meer gedetailleerd onderzoek aan wadvogels (aantalsontwikkelingen, dieet en verspreiding) en bestanden van bodemdieren in alle drie de waddenlanden met verschillend schelpdiervisserijbeleid zou meer inzicht kunnen verschaffen in het mechanisme dat de verschuivingen in de benthosgemeenschap kunnen verklaren.

#### *Afname vis*

Een andere ingrijpende verandering die gaande is in de Waddenzee is de sterke achteruitgang van platvis, zoals de Schol. Hoewel dit niet blijkt uit de aantalsontwikkelingen van bijvoorbeeld de Aalscholver, kan dit een serieuze bedreiging voor

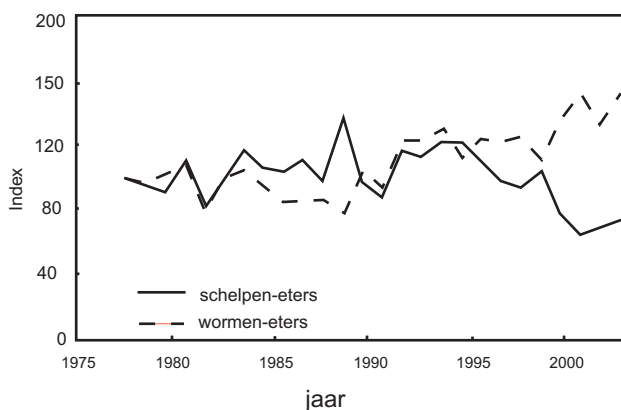


Fig. 11. Index van de aantallen wormenetende wadvogels en schelpdier-etende wadvogels in de Nederlandse Waddenzee sinds 1978. De toename in wormen-eters en de afname van de schelpdiereters is evident (bron: van Roomen 2005).

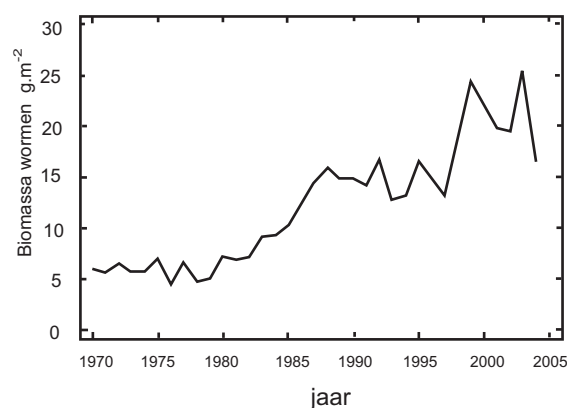


Fig. 12. Toename van de biomassa van polychaeten op het Balgzand sinds 1970 (uit: Quality Status Report Wadden Sea 2004).



de rijkdom van het voedselweb betekenen en verklaart mogelijk deels het moeizame herstel van sterns na de sterke populatiedaling begin jaren '60 veroorzaakt door landbouwgif in het Waddenzeewater. Naar de oorzaak van de achteruitgang van de visstand in de Waddenzee blijft het echter gissen. Een betere monitoring van verschillende vissoorten in de hele Waddenzee en wetenschappelijk onderzoek naar de populatiedynamiek en mogelijk oorzaken van de dalende visstand in de Waddenzee is noodzakelijk. Inzicht in de omvang van bijvangst van o.a. platvis door garnalenvisserij en Noordzeevisserij en het aandeel hiervan op de achteruitgang van de visstand dienen hierbij ook in ogenschouw genomen te worden. Een soort als de Kleine Mantelmeeuw kan profiteren van overboord geworpen bijvangst (Spaans 1998). Meer zoet-zoutovergangen die vis toegang verschaffen tot zoetwaterpaaiplaatsen zal de voedselbeschikbaarheid voor Lepelaars en Visdieven vergroten (Wintermans 2003).

#### *Beheer: kansen voor wadvogels*

Verschillende soorten zullen zeker kunnen profiteren van een beter beheer van de Waddenzee. Onvoldoende rust leidt nog steeds tot verstoring van broedende Dwergsterns en Strandplevieren. De grotere hoogwatervluchtplaatsen op hoge kale zandplaten, zijn lang niet altijd gegarandeerd van rust, zeker in de zomerperiode niet. Ook de grote concentraties ruiende eenden (Eider-, Berg- en Zwarte Zeeëend) zullen profiteren van een voldoende grote gebieden waar ze zonder verstoring in de nazomer kunnen ruien. Een ander beheer van de vasteland-kwelders zal een aantal typische wadvogelsoorten ten goede komen. Het is aannemelijk dat de teruglopende reproductie bij de Rotgans veroorzaakt is door de veranderde omstandigheden in het Waddengebied, namelijk de verruiging van de kwelders waardoor de Rotganzen niet met voldoende reserves in het broedgebied arriveren (Ebbinge & Spaans 1995). Rotganzen zullen ze-



Rotganzen hebben een grote voorkeur voor goed begraasde kwelders en zijn daardoor afhankelijk van een afdoende kwelderbeheer. Foto door Bernard Spaans.

ker profiteren van een goed beheer van binnendijkse graslanden en ganzenreservaten. Bos et al. (2005) concluderen dat het aantal Rotganzen op de kwelders van de Waddenzee vier keer hoger zou kunnen zijn als deze begraasd zouden worden. In Sleeswijk-Holstein zijn veel hoogwater-tervluhtplaatsen door verruiging van de kwelders verdwenen. Daarnaast zal een verbeterde rust op de kwelders die zowel als hoogwater-tervluhtplaats en als foerageergebied voor ganzen de vogels ten goede komen. Hierbij moet ook gekeken worden of er in een zone rondom de kwelders niet gejaagd mag worden (ook niet op Hazen) om de rust te handhaven. Een jachtverbod op Eidereenden en Wulpen in Denemarken zal de populatie-ontwikkeling van beide soorten, maar vooral ook de rust en het habitatgebruik van wadvogels in het algemeen, aanzienlijk ten goede komen. De concentraties landbouwgif in het Waddenzeewater zijn de afgelopen decades aanzienlijk gedaald maar nog steeds kunnen xenobiotische stoffen teruggevonden worden in de eieren van in de Waddenzee broedende vogels.

*Kennis over wadvogels; weten we genoeg als we de populatietrends kennen?*

Uit de verschillende trends in de populaties van de in dit rapport beschreven vogelsoorten komt duidelijk naar voren dat het verschillende soorten slecht vergaat en maatregelen nodig zijn om deze soorten te beschermen. Het probleem is dat deze trends meestal pas zichtbaar worden als een populatiedaling al meerdere jaren gaande is. Het is daarom van groot belang om de processen die deze trends veroorzaken zo vroeg mogelijk (onder aan de voedselketen) opmerken en begrijpen. Daarnaast bestaan er bedreigingen die zeer acuut kunnen zijn, zoals bijvoorbeeld een olieramp. Dergelijke bedreigingen zijn zeer reëel maar worden pas opgemerkt als er al grote schade geleden is. Een enkele lokale olie- of giframp kan een groot deel van de populatie Zwarte Zeeëenden om zeep helpen als deze plaatsvindt in de buurt van een ruigebied.

Bedreigingen die juist geleidelijk plaatsvinden, zoals bijvoorbeeld klimaatverandering, worden pas na verloop van (lange) tijd en doelgericht wetenschappelijk onderzoek zichtbaar. Bovendien moet opgemerkt worden dat een aantal soorten



Onze wadvogels overwinteren in Mauritanië aan de rand van de Sahara.

significant in aantal achteruitgaan zonder dat duidelijk is wat de oorzaak hiervan is. Vaak worden negatieve trends pas na enkele jaren duidelijk als het kwaad al meerdere jaren gaande is. Meer en sneller inzicht in oorzaken van de populatie-ontwikkelingen (veranderingen in voedselaanbod en sturende factoren die dit voedselaanbod beïnvloeden) in de Waddenzee en de wadvogels is vereist om wadvogels adequaat te kunnen beschermen. De aantallen vogels in het Waddengebied zijn niet alleen afhankelijk van het beheer in het Waddengebied zelf. Voor verschillende gebieden langs de Oost-Atlantische trekroute is meer kennis nodig die de bescherming van wadvogels ten goede zou komen. Dit neemt overigens niet weg dat in de eerste plaats gestreefd moet worden naar een zo weinig mogelijk door menselijke activiteiten verstoord, zelfregulerend Wadden-ecosysteem.

*Kennisleemten met betrekking tot West-Afrikaanse getijdengebieden*

Voor de West-Afrikaanse Waddengebieden is naast een goede beschrijving van het terreinge-

bruik (plaatstrouw en dieet), vooral inzicht nodig in de aantalsontwikkelingen van soorten en de omvang (en oorzaken) van de wintersterfte in Afrika.

Het lijkt er op dat voor veel (schelpdieretende) wadvogelsoorten de draagkracht van de West-Afrikaanse Wadden bereikt is (Meltofte 1996; Piersma & Spaans 2004) waardoor er in het voorjaar maar net genoeg voedsel voor deze vogels beschikbaar lijkt om op te vetten en de noordwaartse trek te voltooien. Onduidelijk is nog of dit ook voor de wormenetende vogels geldt, en in hoeverre de voedselbeschikbaarheid in West-Afrika een probleem is als de aantallen schelpdieretende vogels dalen en de druk op de voedselbron minder is. Met andere woorden; spelen er dichtheidafhankelijke processen (conform Boyd & Piersma 2001)? In hoeverre zijn krabben een voedselconcurrent van schelpdieretende steltlopers? Er is dringende behoefte aan kennis over de mogelijke effecten van de grootschalige industriële visserij voor de West-Afrikaanse kust op het ecosysteem van de getijdengebieden.



Met uitzondering van kennis over de Kanoet, is er nog weinig bekend over de manier waarop wadvogels zich vanaf de hoogwatervluchtplaatsen over de droogvallende wadplaten verspreiden.

*Kennisleemten met betrekking tot de Waddenzee*

In de Waddenzee worden de aantalsontwikkelingen van wadvogels steeds beter geteld, maar vaak ontbreekt de kennis over de oorzaak van bepaalde populatietrends. Hoewel de locaties van hoogwatervluchtplaatsen bekend zijn en de wadvogels daar voldoende betrouwbaar geteld worden bestaat er nog vrij weinig kennis over het terreingebruik van wadvogels. Hoe verspreiden de wadvogels zich met laagwater over het wad? Hoe lang foerageren ze waar en op welke prooidieren? Hoe gaan wadvogels om met variatie in het voedselaanbod? Degelijke basale kennis over de verspreiding en dieet van wadvogels is naast een goede jaarlijkse en gedetailleerde inventarisatie van de benthos en onderzoek naar de populatiedynamiek van het benthos (zoals die door het Koninklijk NIOZ in de westelijke Waddenzee wordt uitgevoerd) noodzakelijk om (voedselgerelateerde) populatietrends te kunnen begrijpen. De kennis over de ontwikkelingen van vis in de Waddenzee blijft ver achter en we hebben nauwelijks een idee in hoeverre bijvoorbeeld de garnalenvisserij en de Noordzeevisserij hier een invloed op heeft. Hoe komt het dat veel visevende vogelsoorten het (nog?) niet slecht doen, gegeven de achteruitgang van hun voornaamste voedselbron? De onderwaterecologie (vis en sublitorale mosselbanken bijvoorbeeld) verdient veel meer aandacht in de toekomst.

*Kennisleemten met betrekking tot de Arctische broedgebieden*

Het is van belang de link tussen Waddengebied en broedgebied beter te kunnen leggen. Hoe bepalen opvetmogelijkheden in het Waddengebied het broedsucces van wadvogels? Wat zijn de optimale vertrekdata om in het (veranderde) noordelijke broedgebied niet te vroeg (besneeuwde toendra) of te laat (territoria zijn al bezet, broedseizoen te kort) te arriveren? Hebben slechtere voedselomstandigheden in de Waddenzee een effect op het vertrekgewicht of de vertrekdatum van trekkende wadvogels? Leidt dit tot hogere sterfte tijdens trek of tot meer vogels die een broedseizoen overslaan en in de Waddenzee overzomeren? Hoe groot is het risico van verhongering van broedvogels die met te weinig vetreserves in de broedgebieden arriveren? Wat is het relatieve belang van verschillende insecten op de toendra in het dieet van strandlopers, en in hoeverre veranderen de aantallen, timing en gepiektheid van deze insecten onder invloed van kli-

maatverandering? Heeft klimaatverandering een effect op het broedsysteem, en zit daar enige flexibiliteit? Hoe verandert de kans op een tweede legsel, en hoe groot is de reproductieve output van tweede legsels ten opzichte van eerste legsels (en wat zijn de, energetische/fysiologische, consequenties voor beide ouders van een tweede legsel?). In hoeverre zullen toenemende kansen op ziektes in de tot dusverre 'schone' Arctische toendra, en de relatief lage (door weinig genetische variatie opgelegde) investering in immuunsysteem een belangrijke bottleneck voor wadvogels vormen?



Onderzoek naar de reproductie van steltlopers op de toendra is nodig om beter de consequenties van Waddenzee-beheer te begrijpen.

## 7. INTEGRATIEVE MONITORING

Om sneller veranderingen in de omvang van wadvogelpopulaties te verkrijgen en bovendien meer inzicht te krijgen in waar en wanneer de oorzaken van deze veranderingen spelen, stellen we een 'integratieve monitoring' van wadvogels voor.

### Integratief monitoren

Vogels kunnen verhalen van omstandigheden duizenden kilometers verderop. Zo is bijvoorbeeld het relatieve aantal juveniele Krombekstrandlopers in Zuid-Afrika gecorreleerd met de fase van de lemmingcyclus op de Siberische toendra 15.000 duizend kilometers noordelijker (Summers & Underhill 1987) en met de gemiddelde zomertemperatuur in de Siberische broedgebieden (Piersma & Lindström 2004). Eenzelfde correlatie met de lemmingcyclus werd gevonden voor meerdere Arctisch broedende steltlopers die in Zuid-Zweden, vanuit de Siberische toendra op zuidwaartse reis naar de Waddenzee, werden gevangen (Blomqvist et al. 2000). Ook uit deze studie bleek een sterke correlatie tussen het aantal lemmingen (en dus relatieve predatiedruk op steltlopers) en het aantal vliegvlugge jongen. Op die manier kunnen we dus door wadvogels in de Waddenzee te bestuderen achterhalen of de omstandigheden in noordelijke broedgebieden en in zuidelijke overwinteringgebieden goed of slecht zijn. Belangrijk daarbij is onderscheid te maken tussen de overleving van vogels van jaar op jaar en de omvang van de jaarlijkse aanwas van de populatie (jongenproductie). Het voordeel van dit onderscheid is dat als blijkt dat een populatie daalt vanwege achterblijvende jongenproductie, we dan weten dat de problemen waarschijnlijk in het broedgebied en het broedseizoen spelen. Als we alleen de aantalsontwikkelingen volgen weten we weliswaar of het een vogelpopulatie goed vergaat maar we weten niet waar de problemen zitten. Zowel overleving en reproductie van wadvogels kunnen in de Waddenzee bestudeerd worden, ook al reproduceren de vogels hier niet.

Voor langlevende soorten bepaalt met name de overleving van adulte vogels de populatie-omvang, zo is de algemene gedachte. De jaarlijkse aanwas is variabel maar bij stabiele populaties is ze gemiddeld over verschillende jaren voldoende om de jaarlijkse sterfte te compenseren. Bij dergelijke langlevende soorten varieert de jaarlijkse



Zal klimaatverandering ertoe leiden dat door een verbeterd insectenaanbod Drieteenstrandlopers vaker twee legfels per broedseizoen kunnen bebroeden?

aanwas van jonge vogels juist. Bekijk het als volgt: als jaarlijks 90% van een vogelpopulatie overleeft, en in een bepaald jaar zou er helemaal geen reproductie zijn, dan vermindert de populatie dat jaar met 10%. Bij kortlevende soorten, met een veel lagere jaarlijkse overleving (bijvoorbeeld 60%), zou een jaar zonder reproductie dus veel grotere gevolgen hebben voor de populatie-ontwikkeling (afname van 40%). Verschillen in jongenproductie worden als het ware gebufferd door de hoge jaarlijkse overleving.

In een stabiele populatie hoeven wadvogels zich zelf gedurende hun hele leven slechts eenmaal "te vervangen" met jongen. Een Eidereendenpaar dat 40 jaar kan worden, hoeft in hun hele leven samen dus slechts twee jongen groot te brengen voor een stabiele populatie. Het is dan ook niet meer dan gebruikelijk dat het jaarlijks reproductief succes van een dergelijke langlevende populatie variabel is; slechte jaren worden gecompenseerd met goede jaren waardoor op de langere termijn de populatie-omvang redelijk constant blijft. Bij kortlevende soorten geldt natuurlijk ook dat ze netto eenmaal in hun leven een jong moeten grootbrengen dat uiteindelijk zelf zal broeden. Een vogelsoort die gemiddeld slechts twee jaar leeft heeft gemiddeld dus maar twee broedseizoenen om succesvol te broeden. Twee jaren met weinig reproductie, door welke omstandigheden ook, hebben dan een groter effect op de populatie-ontwikkeling dan bij langerlevende vogels.

### Het meten van overleving en reproductie

Om de Waddenzee en andere essentiële (Wadden)gebieden langs de gehele Oost-Atlantische trekroute adequaat te beschermen, en om het relatieve belang van de West-Europese Waddenzee voor vogelpopulaties aan te tonen, zijn accurate gegevens nodig over veranderingen in populatiegroottes van de meest kenmerkende soorten. Veranderingen in populatie-omvang zijn het resultaat van overleving van individuen en van de productie van jonge vogels. Veranderingen in overleving of productiviteit kunnen aan de orde zijn voordat dit meetbare effecten op populatie-omvang heeft. Niet-broedende individuen in een populatie kunnen bijvoorbeeld een bufferende werking hebben op de omvang van de broedpopulatie (Piersma & Baker 2000; Bruinzeel 2004) doordat de plekken van gestorven broedvogels simpelweg vervangen worden door vogels die tot dan toe nog niet broedden. Dit heeft als gevolg dat een populatie afneemt, maar dat dit nog niet meetbaar is aan de omvang van deze broedpopulatie. Demografische metingen kunnen dan als een vroegtijdig "alarmsysteem" fungeren. Beide parameters dienen, naast de populatie-omvang, voor lange tijd gemeten te worden om succesvol de vinger aan de pols van het Waddenecosysteem te blijven houden (Robinson et al. 2005).

### Verspreiding

Emigratie en immigratie in lokale populaties spelen geen directe rol op het niveau van de totale populatie van vogels, maar hebben hiermee doorgaans wel een verband. Een verplaatsing

van vogelconcentraties, of een verschuiving van het verspreidingsgebied, leiden immers niet tot meer of minder vogels. Toch is inzicht in de verspreiding van vogels van belang, omdat het een belangrijke indicator kan zijn voor de geschiktheid van de Waddenzee voor verschillende wadvogels. De verspreiding van vogels verandert onder invloed van competitie of voedselbeschikbaarheid. Als een populatie groeit kan dit leiden tot een uitbreiding van het verspreidingsgebied, bijvoorbeeld bij Lepelaars, waarvan vooral de jonge vogels steeds noordelijker overwinteren (Overdijk 2003; 2004). Als bepaalde vogelsoorten niet uit kunnen wijken naar geschikte alternatieve gebieden, zal een afwijkende verspreiding meestal tijdelijk zijn en uiteindelijk leiden tot een afname van de populatie, of tot stabilisatie wanneer de draagkracht van een gebied bereikt is. Trekvogels die jaarlijks op dezelfde locatie in de Waddenzee in voor- of najaar bijtanken, of op dezelfde locatie overwinteren, gedijen blijkbaar goed op de betreffende locatie. Als de plaatstrouwe vogels onder bepaalde omstandigheden andere plekken verkiezen zal dat meestal betekenen dat de (relatieve) kwaliteit van de gebruikelijke locatie achteruitgegaan is. Een afwijkende verspreiding gaat vaak vooraf aan een veranderende overleving, en is om die reden van belang.

Een voorbeeld van een ongebruikelijke verspreiding die indicatief was voor een verslechterde kwaliteit van de Waddenzee was die van foeragerende Eideereenden langs de Noordzeekust in plaats van de gebruikelijke overwintering in de Waddenzee (Camphuysen et al. 2002). In dit ge-



De Eideereend is als algemeen voorkomende predator van onderwater-mosselbanken een belangrijke indicatorsoort.

val bleek de voedselsituatie op de Waddenzee ongeschikt voor Eiders, die vervolgens hun toevlucht zochten tot het ondiepe Noordzeekustwater waar een voor Eiders relatief slechte prooi, de strandschelp *Spisula subtruncata*, voorhanden was (Camphuysen et al. 2002).

Een ander voorbeeld is een studie aan vijf individueel gekleurde Steenlopers in Noordoost Engeland. Deze vogels zijn normaalgesproken erg trouw aan hun overwinteringsgebied, zowel binnen als tussen jaren. Een plotselinge verschuiving naar een plaats zo'n 70 km van de gebruikelijke overwinteringslocatie van deze individuen, volgend op een lokale afname van de overwinterende Steenlopers, was waarschijnlijk het gevolg van lokaal verslechterde foerageeromstandigheden (Burton et al. 2005).

Niet alleen op gebiedsniveau kan de verspreiding van vogels ons informatie verschaffen, ook de detailverspreiding van vogels geeft veel inzicht in de processen die in de Waddenzee spelen. Het is bijvoorbeeld interessant om te constateren dat veel Topper- en Eiders op natuurlijke mosselbanken of juist op de mosselpercelen voorkomen. Of bijvoorbeeld dat Rotganzen in agrarisch gebied of op de kwelders foerageren. Uit de detailverspreiding van vogels kunnen we ook afleiden of de voorkeur voor bepaalde hoogwatervluchtplaatsen gerelateerd is aan recreatiedruk en militaire oefeningen of dat vogels kiezen voor hoogwatervluchtplaatsen met rijke voedselgronden in de buurt. Dit geldt zeker als er informatie bestaat over de verspreiding van het voedsel en het dieet van vogels op verschillende plekken. De beschikbaarheid van bepaalde voedselbronnen en de voorkeur die vogels hebben voor verschillend voedsel (Kokkels of Mosselen, bijvoorbeeld) leiden tot een bepaalde verspreiding van vogels binnen de Waddenzee. Goede kennis van voedselkeuze, dieet, en voedselkwaliteit maken de interpretatie van verspreidingspatronen van vogels binnen de Waddenzee makkelijker. Begrip van lokale verspreiding van wadvogels is een (eerste) stap in het begrijpen van de verspreiding op het niveau van de populatie.

Door jarenlang onderzoek van het Koninklijk NIOZ is er veel bekend over ruimtegebruik van Kanoeten in de Waddenzee en daarbuiten. De belangrijkste trekwegen van de twee Kanoetenpopulaties die in de Waddenzee voorkomen zijn

begin jaren'90 (Piersma & Davidson 1992) in detail beschreven. Het ruimtegebruik van Kanoeten in de Waddenzee is met behulp van kleurringen en van radiozenders voorziene vogels bestudeerd waardoor duidelijk is geworden welke interne (fysiologie, zoals de grootte van de spiermaag) en externe (getijdenwerking, mechanische kokkelvisserij, voorkomen van (rust op) hoogwatervluchtplaatsen) factoren in de Waddenzee deze verspreiding verklaren (Nebel et al. 2000; van Gils 2004). Dergelijk onderzoek wordt tegenwoordig ook uitgevoerd in Mauritanië, waar aan het licht kwam dat Kanoeten een veel kleiner oppervlakte wadplaat gebruiken en hier zowel binnen als tussen jaren erg trouw aan zijn (Leyrer et al. in druk). Dergelijk vergelijkend onderzoek leert het relatieve belang van de Waddenzee kennen.

#### Overleving

Het meten van overleving van wadvogels jaar op jaar, dat wil zeggen berekenen hoe groot de kans was dat een wadvogel het volgende jaar nog leefde, kan erg informatief zijn en duidelijk maken of er een hoger dan gemiddelde sterfte plaatsvindt en een vogelpopulatie dus achteruitgaat. Bij de populatie Kanoeten die in Zuid-Amerika overwinteren en via Delaware Baai aan de oostkust van de Verenigde Staten naar de broedgebieden in Noord-Canada trekken (de *rufa*-populatie) werd aan de hand van kleurringaflezingen in Delaware Baai duidelijk dat de gemiddelde overleving van 86,4% in de periode 1994-1998 in zeer korte tijd snel afnam naar een gemiddelde jaarlijkse overleving van 56,4% in de drie daaropvolgende jaren. Deze lage overleving kon gerelateerd worden aan (ernstig) verslechterde voedselsituatie in Delaware Baai, ten gevolge van overbevissing op Degenkrabben (*Limulus polyphemus*), waarvan de voedzame eitjes gegeten worden door Kanoeten. Individuele Kanoeten die het best in staat waren op te vetten hadden een grotere kans het daaropvolgende jaar weer in Delaware Baai teruggezien te worden, vergeleken met soortgenoten die minder makkelijk vetreserves aanlegden (Baker et al. 2004).

De overleving van trekvogels kan sterk verschillen van seizoen tot seizoen. Met het bepalen van de jaarlijkse overleving wordt niet duidelijk gedurende welke periode van het jaar de vogels de grootste kans hebben om te sterven. Voor een Noord-Amerikaans zangvogeltje, de Blauwe Zwartkeelzanger (*Dendroica caerulescens*), vonden Sillett & Holmes (2002) dat de meeste sterfte



plaatsvond tijdens de trekfasen. Het kunnen aanwijzen van deze verschillen, en veranderingen in seizoensspecifieke overleving kan duidelijkheid geven over de meest kritische perioden en gebieden voor de overleving van populaties en over mogelijke oorzaken van populatieveranderingen. Voor een effectievere bescherming van wadvogels is dat essentiële informatie. Degelijke basis-kennis over variatie in jaarlijkse overleving krijgt een meerwaarde voor beschermingsdoeleinden als de ecologische context begrepen wordt en er dus ook kennis aanwezig is over bijvoorbeeld opvetsnelheden, habitatgebruik en dieet.

#### *Reproductie*

De sterfte van vogels in een populatie moet gecompenseerd worden met de aanwas van jonge vogels. Net als de jaarlijkse overleving varieert het reproductief succes van jaar tot jaar onder invloed van allerlei factoren. Het aantal grootgebrachte jongen van in de kwelder broedende vogelsoorten kan in bepaalde jaren bijvoorbeeld erg laag zijn als door een storm in het voorjaar veel nesten wegspoelen. Als naast de jaarlijkse over-

leving ook de reproductie gemeten wordt, is duidelijk of de vogelpopulatie groeit (hogere reproductie dan sterfte) of krimpt (lagere reproductie dan sterfte).

Het is erg nuttig om naast tellingen van (broed)vogelpopulaties ook het jaarlijks reproductiesucces te bepalen, omdat een afname van een broedpopulatie pas na enkele jaren zichtbaar kan worden. De normaal gesproken hoge jaarlijkse overleving van wadvogels zorgt ervoor dat een verminderde reproductie niet meteen heel duidelijk wordt in een populatie-afname. Ook kan er een bufferwerking uitgaan van niet-broedende vogels in een wadvogelpopulatie. Doordat deze niet-broedende vogels een broedterritorium overnemen zodra een broedvogel sterft, verandert de omvang van de broedpopulatie niet, maar is er wel al een negatieve ontwikkeling gaande (Durell & Clarke 2004). Zo werd er in Friesland pas een afname van de populatie Scholeksters waargenomen zes jaar nadat het broedsucces van Scholeksters veranderde (Hulscher & Verhulst 2003).





Het reproductief succes wordt meestal gemeeten aan de hand van het aantal groot gebrachte, van hun ouders onafhankelijke, jongen na het broedseizoen. Hier wordt voor gekozen omdat vaak een groot deel van de nog jonge kuikens sterft voordat ze vliegvlug zijn. Bij Rot- en Brandganzen is het jaarlijks reproductief succes goed vast te stellen doordat de soort in een beperkt aantal vrij overzichtelijke gebieden overwintert en de jonge vogels in hun eerste winter bij hun ouders blijven en hiervan goed te onderscheiden zijn. Van de meeste andere wadvogels is het veel minder makkelijk om het reproductief succes van een populatie te bepalen. De hoeveelheid broedparen en het reproductief succes van broedende steltlopers is op de toendra bijvoorbeeld bijzonder lastig vast te stellen omdat de vogels uiterst cryptisch in een zeer uitgestrekt en slecht toegankelijk broedgebied verblijven. Dat wil echter niet zeggen dat het onmogelijk is. Ook Arctisch broedende steltlopers verblijven 's winters geconcentreerd in getijdengebieden zoals de Waddenzee. Van gevangen vogels in de hand kan de leeftijd (eerste wintervogel of ouder) bepaald worden. In tegenstelling tot de ganzen moeten steltlopers gevangen worden om het aandeel jonge vogels in de (gevangen) populatie te meten. Het is daarbij van belang dat er jaarlijks een voldoende grote hoeveelheid vogels gevangen wordt die een goede afspiegeling van de populatie geven. Dat laatste kan een probleem zijn omdat van sommige steltlopersoorten bekend is dat de jonge vogels een andere verspreiding hebben dan oude vogels (Nebel et al. 2002; van der Have et al. 1984).

Bij Kanoeten van de *islandica* populatie werd vastgesteld dat de jaarlijkse aanwas van jonge vogels kleiner was als de totale populatie-omvang in de winter relatief groot was (Boyd & Piersma 2001). Dit zou duiden op dichtheidsafhankelijke processen. Dat zijn processen die optreden als door de groeiende populatie aan vogels, de beschikbare voedselbronnen of broedlocaties met meer vogels gedeeld moet worden waardoor er tekorten ontstaan. Boyd & Piersma (2001) doen verschillende suggesties over wanneer die dichtheidsafhankelijkheid zou optreden. Ze komen tot de conclusie dat het onwaarschijnlijk is dat deze in de broedgebieden op de Arctische toendra plaatsvinden aangezien de dichtheid van territoria er erg laag is en er genoeg ruimte en voedsel (insecten) lijkt te zijn voor meer territoria dan er daadwerkelijk bezet wor-

den. Waarschijnlijk vinden de dichtheidsafhankelijke processen plaats in de overwinteringgebieden waar de concurrentie om voedsel veel groter is dan in de broedgebieden. In het geval van de door Boyd & Piersma bestudeerde Kanoeten van de *islandica*-ondersoort is dat dus in de Waddenzee. Bij het hierboven al genoemde voorbeeld van de bedreigde *rufa*-ondersoort van de Kanoet bleek een voedselgebrek in Delaware Baai behalve ernstige gevolgen op de jaarlijkse overleving van volwassen vogels te hebben (zie hierboven), ook het reproductief succes (gemeeten aan de hand van jonge vogels in Delaware Baai) ten negatieve te beïnvloeden (Baker et al. 2004). Voor Kanoeten, en waarschijnlijk de meeste Arctisch broedende wadvogels, hebben de omstandigheden in de Waddenzee dus effect op de populatie-omvang.



Door het vangen van wadvogels met mistnetten wordt belangrijke informatie verkregen die essentieel is voor een effectieve bescherming.

*Tellingen zeevogelstrandings*

Naast het intensief bestuderen van vogelpopulaties door het lot van levende vogels te bestuderen, kan ook het aantal dood aan de kust aangespoelde vogels in kaart worden gebracht. Door een uitgebreid vrijwilligersnetwerk dat systematisch op gezette tijden en op bepaalde trajecten de kust afspeurt op dode vogels kan gauw en systematisch een indruk gekregen worden van sterfte van bepaalde zeevogelsoorten, tijdens bepaalde perioden van het jaar en op verschillende locaties. Omdat onduidelijk blijft welk aandeel gestorven vogels er simpelweg niet op de stranden teruggevonden wordt, is dit geen bruikbare methode om jaarlijkse sterfte te bepalen. Voor overlevingsschattingen is kennis over het lot van individueel herkenbare vogels nodig, en daar zijn deze tellingen dus niet nuttig voor. Een uitzondering hierop zijn situaties waarin veel geringde vogels stranden. Aan de hand van geringde Zeekoeten die strandden tijdens de olieramp met de *Erika* (Frankrijk, december 1999), kon bijvoorbeeld achterhaald worden welke broedkolonies het zwaarst getroffen waren, en wat de leeftijdsamenstelling was (Grantaham 2004). Een der-

gelijke analyse had ook gedaan kunnen worden bij de massale Eidereendensterfte in de Waddenzee in de winter van 1999/2000 als het vele ringen van Eidereenden in de broedkolonie op Vlieland op een systematische manier was gebeurd (Kees Camphuysen mondelinge mededeling).

Het grote voordeel van tellingen van zeevogelstrandings is dat acute rampen snel zichtbaar zijn en de omvang en locatie van de ramp nauwkeurig bepaald kan worden en vergeleken met 'normale' omstandigheden. Bovendien kan door bestudering en dissectie van de gestrande vogels de oorzaak van (massale) sterfte onderzocht worden (parasieten, olievervuiling, conditie van de vogels op moment van sterven). Zodoende dienen gestrande vogels als indicatoren voor voedselgebrek, vervuiling en vergiftiging van (wad)vogels. Een dergelijk monitor programma voor zeevogelstrandings bestaat voor alledrie de Waddenzeelanden en werkt bijzonder effectief (Camphuysen 1989; Camphuysen & van Franeker 1992; Furness & Camphuysen 1997).

**BOX 6****Het schatten van de populatiegrootte door op een voorjaarspleisterplaats de dichtheid te bepalen van gekleurringde vogels die in het overwinteringsgebied gemerkt zijn.**

Een veel toegepaste methode om populatiegroottes te schatten van bijvoorbeeld vispopulaties is de merk-terugvang methode (Petersen methode, Krebs 1989). Als je weet hoeveel gemerkte dieren er in de populatie zijn en er vanuit gaat dat deze dieren zich "at random" over de populatie verdelen, dan kun je aan de hand van het aantal gemerkte dieren in een monster uit de populatie, de totale populatiegrootte schatten. Bij vogelpopulaties werd deze methode tot nu toe nooit toegepast. Ons kleurringprogramma op de Banc d'Arguin aan de in West Afrika overwinterende Kanoeten (*Calidris canutus canutus*) lijkt echter goede mogelijkheden te bieden voor deze benadering. Dit is vooral van belang omdat het tellen van deze populatie zeer moeilijk is en er weinig te zeggen valt over de betrouwbaarheid van deze tellingen. Praktisch gezien is het onmogelijk om in heel West Afrika simultaan alle Kanoeten te tellen. Daarbij komen de vogels vaak in zeer grote concentraties voor, meestal gemengd met andere kleinere steltlopers (kleine, Bonte en Krombekstrandloper) waardoor zeer grote telfouten mogelijk zijn. Tenslotte verdwijnen in een belangrijk overwinteringsgebied als Guinee Bissau de vogels rond hoogwater in en tussen de mangroves wat tellen tijdens hoogwater eenvoudigweg onmogelijk maakt.

De principes van onze aanpak zijn de volgende. We weten hoeveel Kanoeten we op de Banc d'Arguin gekleurringd hebben. Vanuit onze zichtwaarnemingen aldaar kunnen we de jaarlijkse overleving berekenen. We kunnen dus berekenen hoeveel gekleurringde Kanoeten er op een bepaald moment nog in leven zullen zijn. Deze Kanoetenpopulatie gebruikt het Waddengebied van Sleeswijk-Holstein als het belangrijkste tussenstop en opvetgebied op de trek naar het Siberische broedgebied in mei. In die tijd zijn in Sleeswijk-Holstein vrijwel alle adulte Kanoeten van de *islandica*-ondersoort verdwenen. Door nu in de laatste 10 dagen van mei in Sleeswijk-Holstein zoveel mogelijk groepen Kanoeten af te speuren en nauwkeurig te tellen hoeveel er bekeken worden en de gevonden gekleurringde vogels af te lezen, kan de "ringdichtheid" van Banc d'Arguin Kanoeten nauwkeurig worden bepaald. De aanname hierbij is dus wel dat de Banc d'Arguin vogels zich gelijkmatig over het voorjaarsgebied zullen verdelen. De jonge vogels (geboren in de voorafgaande zomer) blijven in Afrika, terwijl de jongen van de ander ondersoort (*islandica*) in het Waddengebied blijven en deze dieren mengen lokaal met de adulte *canutus*-vogels. Deze jongen zijn in mei goed te onderscheiden van de oudere dieren; ze hebben meestal volledig winterkleed, slechts een klein deel ruit tot hoogstens halverwege het zomerkleed terwijl de oudere vogels in mei in volledig zomerkleed zijn. Naast de ringdichtheid moet dus ook de fractie jonge vogels bepaald worden om hiervoor te kunnen corrigeren. Mocht blijken dat er tussen de afgelezen adulte vogels toch nog *islandica* Kanoeten zitten, doen moeten we het totaal aantal bekeken adulte vogels ook nog corrigeren voor de aanwezigheid van deze ondersoort. Omdat we relatief veel *islandica* hebben gekleurringd weten we wat de gemiddelde ringdichtheid is van deze dieren in de tijd dat er geen *canutus* aanwezig is en is er dus een correctie mogelijk.

In mei 2005 hebben we geprobeerd deze metingen te doen in Sleeswijk-Holstein. De hier gepresenteerde getallen dienen als illustratie en zijn gebaseerd op een voorlopige ruwe bewerking van de verkregen data.

In totaal werden op de mei-pleisterplaatsen 6850 (C, de steekproefgrootte) adulte *canutus* Kanoeten bekenen, hierbij is al gecorrigeerd voor de fractie jongen en 4 gekleurringde *islandica*. In deze 6850 vogels vonden we 14 (R, het aantal gemerkte dieren in de steekproef) Kanoeten van de Banc d'Arguin.

Met behulp van MARK vonden we een jaarlijkse overleving van 70% voor *canutus* (zie box 5) en hiermee kunnen we berekenen dat het aantal nog in leven zijnde gekleurringde, adulte Banc d'Arguin-Kanoeten in mei 2005 330 (M, totaal aantal gemerkte dieren) bedraagt. De schatting voor de totale populatie (N) wordt dan:

$$N = (C \times M)/R, \text{ dus } (6850 \times 330)/14 = 161.464$$

Ook kunnen we een 95% betrouwbaarheidsinterval rond deze schatting berekenen. R volgt een Poissonverdeling en de 95% interval waarden van  $R = 14$  kunnen we uit een tabel halen (Krebs 1989). Het 95% betrouwbaarheidsinterval rond de schatting van 161.464 wordt dan 98.518 tot 279.005. Tenslotte moeten de jonge vogels er weer bij optellen om tot een schatting van de totale populatie te komen. Gemiddeld was de fractie jonge Kanoeten in onze vangsten op de Banc d'Arguin in de winter van 2002, 2003 en 2004 gelijk aan 30%. Onze schatting van de totale *canutus*-populatie in mei 2005 zou daarmee komen op:

230.663 individuen, 95% betrouwbaarheidsinterval: 140.740 tot 398.579.

De meest recente populatieschatting van *canutus*, gebaseerd op tellingen bedraagt 350.000. Onze schatting ligt dus aanzienlijk lager maar deze telling-schatting ligt wel binnen ons 95% betrouwbaarheidsinterval. Vanuit de tabel met de betrouwbaarheid van R (aantal teruggevonden gekleurringden) blijkt dat als we bijvoorbeeld 2 keer zoveel vogels zouden kunnen terugvinden op de voorjaarspleisterplaatsen, de betrouwbaarheid van de schatting een stuk groter wordt. Dit lijkt door het inzetten van meer waarnemers op meer plaatsen een zeer reële mogelijkheid.

Op deze manier zijn we dus in staat een vinger aan de pols van deze populatie te houden. Gegeven de geringe jaarlijkse survival van *canutus* (70%, zie box 5), zou er binnen enkele jaren een dramatische populatieverkleining kunnen plaatsvinden zonder dat dit op tijd tot ons doordringt. Het feit dat onze schatting aanzienlijk lager uitvalt dan de op tellingen gebaseerde schatting is al voldoende reden voor maximale alertheid ten opzichte van deze populatie.

### Welke wadvogelsoorten zouden we intensief moeten volgen?

Het is duidelijk dat vogels zich uitstekend lenen als indicatoren voor de staat van ecosystemen omdat ze hoog in het voedselweb staan en dus de informatie over het gehele voedselweb integreren, mits we kennis hebben over de eisen die vogels stellen aan hun omgeving, en hoe veranderingen in de kritieke omgevingsfactoren vogelpopulaties beïnvloeden. Veranderingen in het voedsel zijn vaak moeilijk te constateren, maar resulteren wel in duidelijk merkbare verschillen in specifieke vogelpopulaties. Het is erg lastig, zo niet onmogelijk, om alle wadvogels zo gedetailleerd te bestuderen dat we weten welke veranderingen er plaatsvinden en wat daar de oorzaken van zijn. We zullen enkele karakteristieke en representatieve wadvogelsoorten moeten kiezen die ons vertellen over bepaalde delen van de Oost-Atlantische trekroute, bepaalde prooisorten en bepaalde perioden, en waar Nederland, Duitsland en Denemarken, vanwege het voorkomen van een grote deel van een vogelpopulatie in de Waddenzee, een speciale verantwoordelijkheid voor hebben. Wij denken dat geschikte indicatorsoorten in ieder geval aan een aantal van onderstaande criteria moeten voldoen:

- Exclusieve Waddensoort (als een groot deel van de populatie in andere biotopen voorkomt is interpretatie van aantalsontwikkelingen moeilijk).
- Vogelsoort waarvoor een Waddenzeelidstaat een speciale verantwoordelijkheid heeft, bijvoorbeeld doordat een (zeer) groot deel van de populatie van de Waddenzee gebruikt maakt tijdens een bepaalde periode van het jaar of een wadvogelsoort die wereldwijd uniek is en een zeer speciale rol speelt in het ecosysteem (zoals Scholeksters die op litorale mosselbanken foerageren).
- Een relatief algemene soort is relatief makkelijk en betrouwbaar te monitoren en gedetailleerd, toegespitst onderzoek is mogelijk. Bovendien zijn vergelijkend studies tussen gebieden mogelijk als een soort algemeen is.
- Simpel eenduidig dieet, zodat aantalsveranderingen of veranderde verspreiding van vogelsoorten duidelijk aan veranderingen in bepaald voedsel toegeschreven kan worden.
- Eenduidig plaatsgebruik, bijvoorbeeld vogelsoorten die vrijwel alleen in het sublitoraal of litoraal foerageren.

- Trekvogels met duidelijke trekroutes langs de Oost-Atlantische trekroute die informatie uit verschillende gebieden integreren, of juist standvogel zijn.
- Soorten waarvan verschillende populaties temporeel en/of spatieel een andere jaarritmiek hebben leveren een groot voordeel in het maken van strategische vergelijkingen. Dat wil zeggen, ondersoorten die in andere tijden en op een andere manier het Waddengebied gebruiken (doortrekken of broeden). Vergelijkingen in bijvoorbeeld aantalsontwikkelingen tussen deze ondersoorten kunnen duidelijk maken in welke periode en/of gebied er mogelijk knelpunten zijn.

Vogelsoorten waar een groot aantal van bovenstaande criteria op van toepassing zijn, zijn: Lepelaar, Eidereend, Scholekster, Grote Stern, Kanoet (*canutus* en *islandica*), Rosse Grutto (*lapponica* en *taimyrensis*), en Rotgans.

Hieronder werken we voor deze soorten uit waarom ze volgens ons geschikt zijn als indicatorsoort en welk onderzoek ons in staat zou stellen om optimaal gebruik te maken van de soort als indicator voor de staat waarin de Waddenzee zich bevindt.

#### Lepelaar

Op Europees niveau heeft Nederland (maar in veel mindere mate Duitsland en Denemarken) een grote verantwoordelijkheid omdat naast Spanje, Portugal en in mindere mate Frankrijk, alleen hier grote broedkolonies voorkomen. De kolonies op de Waddeneilanden behoren tot de belangrijkste in Nederland. Lepelaars worden al jarenlang intensief gekleurdingd en er bestaat een omvangrijk gegevensbestand van terugmeldingen van individuele vogels zowel in de overwinteringsgebieden als tijdens het verblijf in de Waddenzee (O. Overdijk et al. ongepubliceerde waarnemingen). Een gedetailleerde analyse van de beschikbare gegevens met moderne software (zoals MARK) zal informatie opleveren over bijvoorbeeld leeftijdsspecifieke overleving in relatie tot overwinteringsgebied en/of broedkolonie-eigenschappen. Met behulp van de dataset zou het relatieve belang van de Waddenzee onderzocht kunnen worden. Wanneer foerageren de vogels waar (binnendijkse polderslootjes of Waddenzee?), en indien mogelijk op welke prooidieren? Tot nog toe bestaat er weinig informatie over ver-

anderingen in dieet gedurende een broedseizoen. In de loop van een broedseizoen wordt de Waddenzee steeds belangrijker ten opzichte van de binnendijkse polderslootjes, waarschijnlijk doordat Garnalen in het vroege voorjaar nog teruggetrokken leven in de diepe geulen in de Noordzee. Heeft een eerder verschijnen van de Garnaal in het voorjaar (door zachte winters) een positief effect op de Lepelaar, en wint de Waddenzee in belang ten opzichte van de polderslootjes? Verandert het jaarlijkse dieet van Lepelaars met variatie in het voorkomen van Garnalen, en heeft dat een effect op de jaarlijkse reproductie?

#### *Eidereend*

Eidereenden zijn talrijke vogels in de Waddenzee en zijn veruit de belangrijkste predatoren van sublitorale schelpdieren. Naast kleine aantallen op de Noordzee komen de vogels exclusief in de Waddenzee voor waar zowel overwinterd als gebroed wordt.

Aangezien de vrouwtjes Eidereenden erg trouw zijn aan hun broedplek en ook lokaal overwinteren, zullen veranderingen in de Nederlandse broedpopulatie geheel te wijten zijn aan veranderingen in de Nederlandse Waddenzee. De vogels kunnen erg oud (>40 jaar) worden, en daardoor kan een kleine verandering in jaarlijkse adulte overleving relatief grote gevolgen hebben op populatiegrootte. Wat dat betreft is de Eidereend een erg geschikte indicatorsoort die met zijn specifieke dieet van voornamelijk sublitorale Mosselen ons kan vertellen hoe de toestand van het waddenecosysteem er voor staat. Doordat de voornaamste voedselbronnen in de winter (sublitoraal) en tijdens het broedseizoen (litoraal; Kats in voorbereiding) verschillen, kunnen gegevens over winteroverleving en reproductie duidelijk maken welke specifieke voedselbron op een bepaald moment de grootste problemen oplevert. Daarnaast kunnen de winteraantallen en -verspreiding in de Nederlandse Waddenzee, in combinatie met ontwikkelingen in het buitenland, ons duidelijk maken of problemen lokaal in Nederland, elders, of populatiebreed optreden. Ook zou het de moeite waard zijn om van individueel gezenderde Eidereenden het foerageergedrag te bekijken, zowel in de winter als tijdens de voorbereiding op het broedseizoen, door bij Mosselpercelen, natuurlijke sublitorale Mosselbanken (voor zover die er zijn) en enkele Kokkelbanken drijvende automatische peilsta-

tions te plaatsen die gezenderde vogels continueren. In combinatie met dieetanalyses van faeces kan ook het relatieve belang van verschillende voedselbronnen met verschillend jaarlijks voedselaanbod worden gevolgd.

#### *Scholekster*

Hoewel Scholeksters de afgelopen jaren steeds vaker ook in binnenlands agrarisch gebied zijn gaan broeden vind de overwintering van Scholeksters nog steeds vrijwel uitsluitend in de Waddenzee plaats. Als indicatorsoort is deze vogel geschikt vanwege de gevoeligheid voor strenge winters, grote plaatstrouw en het dieet van met name grote schelpdieren die alleen op de droogvallende wadplaten bemachtigd worden. In het verleden is veel onderzoek verricht aan de Scholekster, met name gericht op foeragegedrag, voedselvoorkeur en broedstrategieën (Goss-Custard 1996; Blomert et al. 1996; Ens, 1992). In het verleden zijn vogels slechts op kleine schaal gekleurringd voor doelgericht onderzoek. Het zou zeer de moeite waard zijn om meer vogels jaarlijks te kleurringen op verschillende locaties in de Waddenzee om op lange termijn overleving, reproductie en verspreiding (de mate van plaatstrouw) te bestuderen in relatie tot bijvoorbeeld voedselomstandigheden en predatie. Hier zou duidelijk kunnen worden wanneer jaarlijkse overleving of juist de aanwas van Scholeksters in de knel komen en in hoeverre de aanwezigheid van Mosselbanken en voldoende dichtheden aan Kokkels voor deze in aantal dalende soort van relatief belang zijn. In de broedperiode is het daarbij interessant om vogels die op kwelders broeden te vergelijken met broedvogels in het binnenland om te kijken of de typische weidevogelproblemen ook een rol spelen bij de achteruitgang van deze soort. De winterperiode is een belangrijke periode omdat dan de meeste sterfte optreedt en plaatstrouw een belangrijke rol hierin speelt.

#### *Grote Stern*

Als viseter is de Grote Stern een belangrijke indicatorsoort die ook in de Afrikaanse overwinteringgebieden vis eet (Brenninkmeijer et al. 2002). Hoewel de aantalsontwikkelingen van deze soort in de Waddenzee en de jaarlijkse reproductie over een aantal jaren redelijk goed bekend was (Brenninkmeijer & Stienen 1992), zou het goed zijn ook een goede schatting te krijgen van de jaarlijkse overleving die iets over de situatie in de

overwinteringsgebieden zou kunnen zeggen. Net al de meeste sterns, voeren de vogels in de Waddenzee hun jongen voor een groot deel kleine pelagische vis (Brenninkmeijer & Stienen 1992). We weten echter nauwelijks hoe deze vissoorten zich in de Waddenzee ontwikkelen en verspreiden. Hoe ver moeten de vogels van de kolonie vliegen om hun jongen te voeren, en bepaalt dat het al dan niet slagen van nieuwe vestigingen van broedkolonies? Waar hangt het voorkomen van deze prooidieren van af?

#### *Kanoet*

De Kanoet is een uitstekende indicatorsoort omdat deze een ruime verspreiding heeft en lange trekwegen waarmee gegevens langs deze hele trekweg worden geïntegreerd. Kanoeten komen uitsluitend in waddengebieden voor, behalve in de korte zomer wanneer ze begin juni tot in augustus in de broedgebieden op de hoog-Arctische toendra zijn. De Kanoet staat als indicatorsoort voor een schelpdiereter, gespecialiseerd in de kleinere schelpdieren zoals Nonnetjes en kleine Kokkels en Mosselen. Het dieet van deze schelpdierspecialist is zowel in Afrika als in de Waddenzee goed te documenteren (Dekinga & Piersma 1993). Het vergelijken van jaarlijkse reproductie en overleving van beide ondersoorten zou duidelijk kunnen maken in welke tijd van het jaar voor beide ondersoorten zich de grootste problemen voordoen. Is de *canutus* ondersoort bijvoorbeeld kwetsbaarder dan de *islandica* ondersoort door de veel langere trekvluchten? Als de jaarlijkse overleving van *canutus* Kanoeten bijvoorbeeld lager is dankzij de langere trekvluchten, wordt dit dan gecompenseerd door groter reproductief succes? Een dergelijke negatieve terugkoppeling tussen de omvang van de winterpopulatie en de jaarlijkse reproductie, die een dichtheidsafhankelijke populatie-ontwikkeling suggereert is erg de moeite waard. Dit kan met behulp van kleurringprogramma's veel effectiever en gedetailleerder bestudeerd worden dan met de gebruikelijke metalen ringen (zoals in de studie van Boyd & Piersma 2001) omdat de terugmeldkans velen malen hoger is. Dat zou aan in het licht kunnen brengen wanneer deze populatieafhankelijk processen een rol spelen (tijdens de trekvluchten, in de overwinteringsgebieden of in het broedgebied?).

We weten nog erg weinig van het broedsysteem van Kanoeten en wat het jaarlijkse broedsucces bepaalt. Het verband tussen de op-

vetcondities in de Waddenzee en IJsland en het broedsucces moet beter gelegd worden. Ook zouden we nog veel kunnen leren over de toestand van de Waddenzee en de Kanoetenpopulatie door beter inzicht te krijgen in Kanoeten die een bepaald jaar niet besluiten te broeden en in de Waddenzee overzomereren. Waarom besluiten deze vogels in de Waddenzee te blijven? Als hun opvetsnelheid onvoldoende bleek te zijn rijst de vraag welke oorzaken hier aan ten grondslag liggen. Het is daarnaast bijzonder interessant om naar alternatieve opvetlocaties langs de Atlantische kust te kijken om inzicht te krijgen wat de kosten en baten (effecten op overleving, opvetsnelheden) van opvetten op die locaties is voor Kanoeten. Zijn deze gebieden volwaardige alternatieven voor de Waddenzee voor de *canutus*-Kanoeten die zich in het voorjaar voorbereiden voor een trekvlucht naar de Siberische broedgebieden.

#### *Rosse Grutto*

Ook van de Rosse Grutto komen er twee populaties in de Waddenzee voor. Door zijn lange poten is deze grote steltloper wellicht nog beter geschikt voor kleurringonderzoek dan de Kanoet, hoewel Rosse Grutto's met mistnetten over het algemeen wat lastiger te vangen zijn (zie box 4). Tot nog toe is er door het kleurringprogramma van het Koninklijk NIOZ in samenwerking met vele vogelringers en ringlezers, vooral veel aandacht besteed aan de ondersoort die in West-Afrika overwintert en in voor- en najaar door de Waddenzee trekt. Er zou meer aandacht besteed moeten worden besteed aan de in West-Europa overwinterende populatie. Een belangrijk aspect dat aandacht verdient is te kijken hoe het komt dat de aantallen in de Nederlandse Waddenzee stijgen terwijl die in Duitsland lijken te dalen. Is er sprake van een verschuiving van overwinteringsgebied, en wordt dat door het groeiend aantal wormen in de Nederlandse ten opzichte van de Duitse (en Deense) Waddenzee veroorzaakt of spelen andere factoren een rol? Geldt deze ontwikkeling voor beide ondersoorten? Met uitgebreid kleurringonderzoek, zoals al opgestart vanwege de succesvolle voorjaarsvangst met behulp van het wilsternet (Jukema et al 2001), zijn dergelijke vragen op termijn te beantwoorden.

Meer aandacht zou besteed kunnen worden aan terreingebruik van beide ondersoorten in de Waddenzee, hoe plaatstrouw zijn vogels aan hun tussenstopgebied en welke implicaties heeft dat





Een net gekleuringde Rosse Grutto.

als de voedselsituatie vermindert (vergelijk Scholekster)? Welke rol spelen de binnenlandse weidegebieden waar op emelten wordt gevoerd? Is dit een extra voedselbron tijdens hoogwater, bestaan er specialisten die ook tijdens laagwater op emelten foerageren, hoe gaan de vogels om met variatie in het emeltenaanbod, etc?

Ook leent de Siberische broedpopulatie van de Rosse Grutto zich prima voor bestudering van gedetailleerde ecologische vraagstukken tijdens de tussenstop in de Waddenzee in het voorjaar. De rol van windcondities, opvetsnelheden, de link tussen parasieten, hoeveelheid lichaamsreserves en mate van rui naar een broedkleed (zie box 7) is goed te bestuderen.

#### *Rotgans*

Van deze soort is de populatiedynamica erg goed te bestuderen doordat kleurringen goed zichtbaar zijn en veel afgelezen worden en doordat de jaarlijkse aanwas van jonge vogels eenvoudig in het veld te meten is zonder de vogels te hoeven vangen (Madsen et al. 1999, Spaans & Postma 2001). Bovendien komt vrijwel de gehele wereldpopulatie van de Zwartbuikrotgans in het late

voorjaar geconcentreerd in de Waddenzee voor. Er is veel bekend over het terreingebruik van de Rotgans en de relatie met het beheer van kwelders. Belangrijk is dat er onderzocht wordt waarom het reproductief succes de laatste jaren zo laag is, ligt dit uitsluitend aan de verminderde draagkracht van de opvetgebieden (door verruiging van de kwelders) of spelen factoren in het broedgebied ook een rol (verhoogde predatie bijvoorbeeld)?

#### *Bonte Strandloper en Aalscholver*

De Bonte Strandloper en Aalscholver hebben we niet als indicatorsoort voorgesteld omdat ze aan verschillende criteria die een soort een geschikte indicatorsoort maken niet voldoen. Toch gaan we nog kort in op de onderzoeksmogelijkheden die voor beide soorten bestaan omdat beide talrijk in de Waddenzee voorkomen en momenteel de aantallen in het Waddengebied groeien.

#### Bonte Strandloper

Aangezien de Bonte Strandloper de meest talrijke wadvogel is, is het een soort die onderzoeksaandacht verdient. Het nadeel van Bonte Strandlopers is dat ze relatief klein zijn en



Bepaalt de vossenstand op de Arctische toendra de Rotganspopulatie of hebben opvetcondities en kwelderbeheer in de Waddenzee een groter effect op het reproductief succes?

daardoor gedragsobservaties lastig zijn en verspreidingspatronen moeilijk te bestuderen. Bovendien heeft deze soort geen eenduidig dieet. Bonte Strandlopers eten weliswaar vooral wormpjes, maar schelpdierbroed wordt ook gegeten, maar een gedetailleerde studie hiervan is lastig omdat de faeces, in tegenstelling tot schelpdiereters, geen resten bevatten waarmee een betrouwbare reconstructie van het dieet mogelijk is. Aan de andere kant wordt deze talrijke wadvogel veel gevangen met mistnetten en bestudeerd. Er bestaan erg veel gegevens over rui, lichaamsgewicht, leeftijd en ondersoort van deze soort die nooit geanalyseerd zijn. Het is de moeite waard deze verzamelde gegevens alsnog te analyseren. In het verleden zijn interessante patronen ontdekt die ook voor bescherming van wadvogels relevant zijn. Zo ontdekten Van der Have et al (1984) dat de verspreiding van jonge Bonte Strandlopers op het wad anders is dan die van volwassen vogels. De verschillende in de Waddenzee voorkomende ondersoorten van de Bonte Strandloper bleken ook verschillende trekstrategieën te gebruiken met populatiespecifieke opvetsnelheden (de Goede et al. 1990).

#### Aalscholver

De aantallen broedparen van deze viseter nemen snel toe in de Waddenzee. Dat is opvallend omdat het met de visstand in de Waddenzee niet goed lijkt te gaan. Bovendien worden Aalscholwers door vissers vaak aangewezen als concurrent om vis. In het voorjaar en in de zomer zijn Aalscholwers vrijwel de enige "onderwatervissers" die ook grote platvis eten, naast de Lepelaar die op kleine platvisjes jaagt in ondiep water. Het zou de moeite waard zijn om te bestuderen waarom deze soort de laatste jaren als broedvogel zo hard toeneemt in het Waddengebied, terwijl er duidelijke aanwijzingen zijn dat de visstand, en vooral platvis, er dramatisch aan toe is. In hoeverre foerageren Aalscholwers uit de broedkolonies op de eilanden en bijvoorbeeld bij De Hond (Eemshaven) in de Waddenzee, en hoeveel elders (Noordzee, zoetwatergebieden)? En wat eten ze en in hoeverre wijkt dat af van eerdere dieetstudies? Simpele dieetstudies zouden al een hoop interessante informatie aan het licht kunnen brengen.

### Wetenschappelijke aandacht voor indicatorsoorten

Door nauwgezet de populatie-ontwikkelingen (aantalsontwikkeling, overleving en reproductie) van bovengenoemde soorten op lange termijn te volgen, zullen veranderingen van het Waddenecosysteem relatief snel aan het licht komen. Deze soorten zijn voedselspecialisten die verschillende voedselbronnen (vis, garnalen, gras, schelpdieren en wormen) benutten en onder hen vinden we zowel standvogels als trekvogels die de gehele Oost-Atlantische trekweg benutten.

We stellen voor om van deze zeven soorten terreingebruik (verspreiding en dieetkeuze), populatie-ontwikkeling (overleving en reproductie) te volgen. Aan al deze voorgestelde soorten is in het verleden al het nodige onderzoek verricht. In veel gevallen betrof het echter kortlopend onder-

zoek, onderzoek toegespitst op een specifiek toegepaste vraagstelling of zijn in het verleden verzamelde gegevens nooit (in voldoende mate) geanalyseerd. Voor alle zeven hierboven genoemde soorten is het de moeite waard om op lange termijn de jaarlijkse overleving en reproductie te meten. Voor veel soorten kan dit gedaan worden door bestaande (kleur)ringprogramma's voor langere tijd te handhaven en waar nodig uit te breiden. Voor Eidereenden is een kleurringprogramma waarschijnlijk niet weggelegd omdat de vogels meestal in het water zwemmen en hun poten dus niet te zien zijn. Bij deze soort kan er wel meer aandacht besteed worden aan het ringen van broedvogels met metalen ringen. Het jaarlijks vangen van de broedvogels en het reproductief succes in verschillende kolonies te bepalen geeft inzicht in de ontwikkeling van kolonies, eventueel in combinatie met voedselonderzoek.

#### BOX 7

#### Het broedkleed als maat voor de conditie van vogelpopulaties.

Tijdens de partnerkeuze beoordelen mannetjes en vrouwtjes elkaar om te bepalen of een toekomstige partner van goede kwaliteit is en waarschijnlijk goed voor het nageslacht kan zorgen en goede genen bezit die overgegeven worden aan de jongen, alvorens een paartje te vormen. De individuele kwaliteit van Rosse Grutto's en waarschijnlijk meerdere wadvogels wordt geïntegreerd in de mate waarin een vogel een broedkleed heeft geruid. De hoeveelheid zomerkleed is sterk gecorreleerd met het relatieve lichaamsgewicht, en dus een maat voor hoe goed een individu in zijn reisschema zit (Piersma & Jukema 1993) en met de lokale overleving (Drent et al. 2003). Rosse Grutto's met veel darmparasieten hadden ook een minder ver gevorderd broedkleed (Piersma et al. 2001b). Deze studies tonen aan dat de mate waarin individuen in staat zijn geweest in het voorjaar een volledig broedkleed te ruïen een goede indicatie zijn voor de gezondheid van het betreffende individu. Dat is een bruikbaar signaal, niet alleen voor een mogelijk toekomstige partner, maar ook voor wadvogelbeschermers. In tegenstelling tot bijvoorbeeld een voldoende vetvoorraad is een volledig zomerkleed niet essentieel om een trekvlucht te voltooien en om te overleven. Het zou zo kunnen zijn dat bij een gebrek aan voedsel vogels minder investeren in een niet per se noodzakelijke rui naar een broedkleed. In dat geval zou de mate van een broedkleed een goede indicatie kunnen zijn dat er, op de locaties langs de trekroute waar geruid wordt, omgevingsfactoren de 'gezondheid van een populatie' beïnvloeden.



### Extra conditie-parameters

Om vogels te ringen moeten ze worden gevangen. De vogels kunnen dan ook in detail bestudeerd worden op verschillende conditie-parameters, zoals gewicht en mate van rui. Eventueel kunnen ook nog andere conditie-parameters gemeten worden, zoals de hoeveelheid rode bloedcellen (haematocrit), of de grootte van de maag bij Kanoeten met behulp van echoscopie. Door het percentage jonge vogels (dat bij steltlopers bijvoorbeeld in het veld lastig vast te stellen is) in de vangsten te meten kunnen we ook van soorten die verspreid en verstopt broeden (Arctische broedvogels) een goede indruk krijgen van de jaarlijkse reproductie.

### Strategische vergelijkingen: enkele mogelijke voorbeelden

#### *Vergelijkingen binnen een soort met verschillende trekpopulaties*

Kanoeten van zowel de *islandica* als de *canutus* ondersoort broeden op de hoog-Arctische toendra terwijl overwintering op heel verschillende breedtegraden plaatsvindt (grotweg West-Afrika of de Waddenzee). Vergelijkingen tussen beide ondersoorten kan duidelijkheid verschaffen over welke periode in het jaar en in welk gebied langs de Oost-Atlantische trekroute er factoren een rol spelen die invloed hebben op beide populaties (cf. Piersma & Spaans 2004). Als het de *canutus* ondersoort slecht vergaat, terwijl de aantallen *islandica*-Kanoeten stabiel zijn of stijgen, ligt het voor de hand te concluderen dat er iets ten negatieve is veranderd ten zuiden van West-Europa. Als het daarentegen beide populaties slecht vergaat, ligt de oorzaak waarschijnlijk in de Waddenzee. Het Arctische broedgebied is erg omvangrijk en negatieve veranderingen in het gebied als geheel zijn op korte-termijn niet te verwachten. Maar door van beide ondersoorten jaarlijks de reproductie (aanwas van de populatie met eerstejaars vogels) te bepalen is het mogelijk om eventuele verschillen tussen Arctische gebieden, bijvoorbeeld ten gevolge van verschillende lemmingcycli of weersomstandigheden in de zomer, te bestuderen.

#### *Vergelijkingen tussen twee soorten met dezelfde trekwegen maar een ander dieet*

Kanoet en Rosse Grutto zijn bijzonder geschikt voor het maken van strategische vergelijkingen, omdat beide soorten in twee ondersoorten verdeeld zijn die op dezelfde manier gebruik ma-

ken van overwintering in West-Afrika en de Waddenzee, met het verschil dat Kanoeten schelpdiereters zijn terwijl Rosse Grutto's vooral wormen eten. Op dit moment is bekend dat schelpdieretende wadvogels en wormenetende wadvogels verschillende populatietrends hebben (van Roomen et al. 2005). Het is dan gauw duidelijk dat ontwikkelingen in de prooidieren de reden voor deze dichotomie zijn. Met behulp van kleurringschema's kan de jaarlijkse overleving van beide soorten veel sneller en met grotere betrouwbaarheid berekend worden dan tot nu toe.

#### *Vergelijkingen tussen trekkende en honkvaste populaties binnen een soort.*

De Eidereend is een derde voorbeeld waarbij het de moeite waard is om populatie-ontwikkelingen tussen de jaarrond honkvaste broedvogels en de Eidereenden uit noordelijker gebieden die in de Waddenzee overwinteren te vergelijken.

### Dankwoord

Het schrijven van dit rapport werd begeleid door Manon Tentij en Floris van Kuijk (Vogelbescherming Nederland). We bedanken onze NIOZ-collega Kees Camphuysen voor advies en vooral voor het mogen gebruiken van zijn persoonlijke bibliotheek met rapporten en tijdschriften die anderszins moeilijk beschikbaar waren. Jan Drent (Koninklijk NIOZ) voorzag een manuscript van dit rapport van commentaar. Henk van de Veer, eveneens Koninklijk NIOZ, stelde fuikgegevens beschikbaar. Ingrid Tulp (RIVO) droeg literatuur en ongepubliceerde gegevens over vis en garnaal aan, waarvoor dank. Jan Blew stuurde de omvangrijke drukproeven van een nog niet gepubliceerd rapport over de aantalsontwikkelingen van wadvogels in de hele Waddenzee. Romke Kats (Alterra) stelde twee nog ongepubliceerde manuscripten over Eidereenden beschikbaar. Norbert Kempf deelde zijn ervaringen met betrekking tot de ruiconcentraties van Bergeenden in de Duitse Waddenzee. Hermann Hötker (NABU) stuurde zijn omvangrijk proefschrift over Kluten op. Marc van Roomen (SOVON) voorzag ons van figuur 10 en van nog ongepubliceerde aantaltrends van Kanoeten en internationale aantalsontwikkelingen van wadvogels. Hulp bij het zoeken naar geschikte literatuur kregen we bovendien van Martijn de Jong (Stichting Wilde Kokkels). Nelleke Krijgsman (Koninklijk NIOZ) verzorgde de lay-out van het rapport en Henk Hobbelink hielp met het drukwerk.

## LITERATUUR

- van Aken, H.M. 2003. 140 years of daily observations in a tidal inlet (Marsdiep). *ICES Marine Science Symposium* **219**, 359-361.
- Altenburg, W., M. Engelmoer, R. Mes, & T. Piersma. 1982. *Wintering waders on the Banc d'Arguin, Mauritania*. Stichting Veth tot Steun aan Waddenonderzoek, Leiden.
- Altenburg, W., S. Dirksen, M. Engelmoer, M.W.J. van Roomen, J. van der Winden & V.M. van den Berk. 1997. *De status van niet-broedende watervogels in Nederland. Voorstel tot uitbreiding van de doelsoortenlijst voor het Nederlandse natuurbeleid*. Werkdocument W-107. Informatie- en KennisCentrum Natuurbeheer, Wageningen.
- Arbouw, G.J. & C. Swennen. Het voedsel van de Stormmeeuw op Texel. *Limosa* **58**, 7-15.
- Arts, F.A. & P.L. Meininger. 1997. *Ecologisch profiel van de Kluut Recurvirostra avosetta*. Rapport 97.24/Werkdocument OS-97-861X. Bureau Waardenburg/RIKZ, Culemborg/Middelburg.
- Atkinson, P.W., N.A. Clark, M.C. Bell, P.J. Dare, J.A. Clark & P.L. Ireland. 2003. Changes in commercially fished shellfish stocks and shorebird populations in the Wash, England. *Biological Conservation* **114**, 127-141.
- Austin, G. & M.M. Rehfisch. 2003. The likely impact of sea level rise on waders (Charadrii) wintering on estuaries. *Journal of Nature Conservation* **11**, 43-58.
- Baker, A.J., P.M. Gonzales, T. Piersma, L.J. Niles, I. de Lima Serrano do Nascimento, P.W. Atkinson, N.A. Clark, C.D.T. Minton, M.K. Peck & G. Aarts. 2004. Rapid population decline in red knots: fitness consequences of decreased refuelling rates and late arrival in Delaware Bay. *Proceedings of the Royal Society of London: Biological Sciences* **271**, 875-882.
- Baptist, H.J.M., R.H. Witte, P. Duiven & P.A. Wolf. 1997. Aantallen Eidereenden *Somateria mollissima* in de Nederlandse kustwateren en de Waddenzee in de winters 1993-97. *Limosa* **70**, 113-118.
- Battley, P.F. & T. Piersma. 2005. Adaptive interplay between feeding ecology and features of the digestive tract in birds. In: J.M. Starck & T. Wang (eds.). *Physiological and Ecological Adaptations to Feeding in Vertebrates*. Science Publishers, New Hampshire.
- Becker, P.H., R.W. Furness & M.L. Tasker. 2003. Seabirds as monitors of marine pollution. In: Furness, R.W. & M.L. Tasker (eds.) *Seabirds as monitors of the marine environment*. ICES Cooperative Research Report **258**, 3-25.
- Becker, P.H. & J. Muñoz Cifuentes. 2005. Contaminants in bird eggs. In: K. Essink, C. Dettmann, H. Farke, K. Laursen, G. Lürßen, H. Marencic & W. Wiersinga (eds.) *Wadden Sea Quality Status Report 2004. Wadden Sea Ecosystem* **19**, 123-134, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- Beets, D.J., van der Spek, A.J.F. & L. van der Valk. 1994. *Holocene ontwikkeling van de Nederlandse kust*. Rapport 40.016. Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- Bekhuis, J. & M. Zijlstra. 1991. Opkomst van de Blauwe Kiekendief *Circus cyaneus* als broedvogel in Nederland. *Limosa* **64**, 143-153.
- van den Berg, A.B. & C.A.W. Bosman. 1999. *Zeldzame vogels van Nederland. Avifauna van Nederland 1*. GMB Uitgeverij & KNNV Uitgeverij, Haarlem/Utrecht.
- van den Bergh, L.M.J. 1989. De uitbreiding van de Wulp als weidevogel. *Limosa* **62**, 49.
- van den Bergh, L.M.J., Spaans, A.L. & N.D. van Swelm, 2002. Lijnopstellingen van windturbines geen barrière voor voedselvluchten van meeuwen en sterns in de broedtijd. *Limosa* **75**, 25-32.
- Berrevoets, C.M. & F. A. Arts. 2003. *Midwintertelling van zee-eenden in de Waddenzee en de Nederlandse kustwateren, januari 2003*. Rapport RIKZ/2003.008. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.
- Beukema, J.J. 1979. Biomass and species richness of the macrobenthic animals living on a tidal flat area in the Dutch Wadden Sea: effects of a severe winter. *Netherlands Journal of Sea Research* **13**, 203-223.
- Beukema, J.J. 1989. Long-term changes in macrozoobenthic abundance on the tidal flats of the western part of the Dutch Wadden Sea. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* **43**, 405-415.
- Beukema, J.J. 1991. The abundance of Shore Crabs *Carcinus maenas* (L.) on a tidal flat

- in the Wadden Sea after cold and mild winters. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **153**, 97-113.
- Beukema, J.J. 1992. Dynamics of juvenile shrimp *Crangon crangon* in a tidal-flat nursery of the Wadden Sea after cold and mild winters. *Marine Ecology Progress Series* **83**, 157-165.
- Beukema, J.J. 1993a. Successive changes in distribution patterns as an adaptive strategy in the bivalve *Macoma balthica* (L.) in the Wadden Sea. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* **47**, 287-304.
- Beukema, J.J. 1993b. Increased mortality in alternative bivalve prey during a period when the tidal flats of the Dutch Wadden Sea were devoid of mussels. *Netherlands Journal of Sea Research* **31**, 395-406.
- Beukema, J.J. 1995. Long-term effects of mechanical harvesting of lugworms *Arenicola marina* on the zoobenthic community of a tidal flat in the Wadden Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* **33**, 219-227.
- Beukema, J.J. 2002. Expected changes in the benthic fauna of Wadden Sea tidal flats as a result of sea level rise or bottom subsidence. *Journal of Sea Research* **47**, 25-39.
- Beukema, J.J. & R. Dekker. 2005. Decline of recruitment success in cockles and other bivalves in the Wadden sea: possible role of climate change, predation on postlarvae and fisheries. *Marine Ecology Progress Series* **287**, 149-167.
- Beukema, J.J., K. Essink, H. Michaelis & L. Zwarts. 1993. Year-to-year variability in the biomass of macrobenthic animals on tidal flats of the Wadden Sea: how predictable is this food source for birds? *Netherlands Journal of Sea Research* **31**, 319-330.
- Beukema, J.J., R. Dekker, K. Essink & H. Michaelis. 2001. Synchronized reproductive success of the main bivalve species in the Wadden Sea: causes and consequences. *Marine Ecology Progress Series* **211**, 143-155.
- van Beusekom, R., P. Huigen, F. Hustings, K. de Pater & J. Thissen, 2005. *Rode Lijst van de Nederlandse broedvogels*. Tirion Uitgevers b.v., Baarn
- Bijlsma, R.G. 1993. *Ecologische atlas van de Nederlandse roofvogels*. Schuyt & Co, Haarlem.
- Bijlsma, R.G., F. Hustings & C.J. Camphuysen. 2001. *Algemene en schaarse vogels van Nederland. Avifauna van Nederland 2*. GMB Uitgeverij/ KNNV, Haarlem/Utrecht.
- Blew, J., K. Günther, K. Laursen, M. van Roomen, & P. Südbeck. 2004. Overview on trend and numbers of migratory waterbirds in the Waddensea 1992/1993-1999/2000. In: J. Blew & P. Südbeck (eds) *Migratory waterbirds in the Waddensea 1992/1993 – 1999/2000*. Wadden sea Ecosystem No. 17, Common Wadden sea Secretariat, Wilhelmshaven.
- Blew, J., K. Günther, K. Laursen, M. van Roomen, P. Südbeck, K. Eskildsen, P. Potel & H-U. Rösner. 2005. Overview on numbers and trends of migratory waterbirds in the Wadden Sea 1980-2000. In: J. Blew & P. Südbeck (eds.) 2005. *Migratory waterbirds in the Wadden Sea 1980-2000*. Wadden Sea Ecosystem No. 20, Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshaven, FRG.
- Blomert, A.-M., M. Engelmoer & Y. Ntiamao-Baidu. 1990. The Banc d'Arguin, Mauritania, as a meeting point for Avocets during spring migration. *Ardea* **78**, 185-192.
- Blomert, A.-M., B.J. Ens, J.D. Goss-Custard, J.B. Hulscher & L. Zwarts (eds.). 1996. *Oystercatchers and their estuarine food supplies*. *Ardea* **84A**, themanummer.
- Blomqvist, S., N. Holmgren, S. Åkesson, A. Hedenström & J. Pettersson. 2002. Indirect effects of lemming cycles on sandpiper dynamics: 50 years of counts from southern Sweden. *Oecologia* **133**, 146-158.
- de Boer, P., Koks, B.J., van Roomen, M.W.J. & E. van Winden. 2001. *Watervogels in de Nederlandse Waddenzee in 1997/98 en 1998/99*. SOVON monitoringsrapport 2001/04. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- Bos, D., M.J.J.E. Loonen, M. Stock, F. Hofeditz, A.J. van der Graaf & J.P. Bakker. 2005. Utilization of Wadden Sea salt marshes by geese in relation to livestock grazing. *Journal for Nature Conservation* **13**, 1-15.
- Boyd, H. & T. Piersma. 2001. Changing balance between survival and recruitment explains population trends in Red Knots *Calidris canutus* wintering in Britain, 1969-1995. *Ardea* **89**, 301-317.

- van Brederode, N. & H. Roersma. 2002. Doortrek van Steenlopers aan de Hondsbossche Zeewering. *De Kleine Alk* **20**, 12-14.
- Brenninkmeijer, A. & E.W.M. Stienen. 1992. *Ecologisch profiel van de Grote Stern (Sterna sandvicensis)*. Rapport 92/17. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
- Brenninkmeijer, A., E.W.M. Stienen & P.G.M. van Tienen. 1998. Broedsucces en broedassociatie van Velduilen *Asio flammeus* op Griend. *Limosa* **71**, 89-93.
- Brenninkmeijer, A., Stienen, E.W.M., Klaassen, M. & M. Kersten. 2002. Feeding ecology of wintering terns in Guinea-Bissau. *Ibis* **144**, 602-613.
- Brindley, E., Cook, T., Babbs, S., Brown, C.F., Massey, P., Thompson, R. & R. Yaxley. 1998. The abundance and conservation status of redshank *Tringa totanus* nesting on saltmarshes in Great Britain. *Biological Conservation* **86**, 289-297.
- Brinkman, A.G. & A.C. Smaal. 2003. *EVA II project F7: Onttrekking en natuurlijke productie van schelpdieren in de Nederlandse Waddenzee in de periode 1976-1999*. Alterra rapport 888, Wageningen Alterra.
- Brochard, C., B. Spaans, J. Prop & T. Piersma. 2002. Use of individual colour-ringing to estimate survival in male and female Red Knot *Calidris canutus islandica*: a progress report for 1998-2001. *Wader Study Group Bulletin* **99**, 54-56.
- Bruinzeel, L. 2004. *Search, Settle, Reside & Resign: Territory acquisition in the oyster-catcher*. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.
- Bruinzeel, L. & M. van de Pol. 2003. De afname van de Scholekster op Schiermonnikoog. *Limosa* **76**, 25-26.
- Buhs, F. & K. Reise. 1997. Epibenthic fauna dredged from tidal channels in the Wadden Sea of Schleswig-Holstein: spatial patterns and a long-term decline. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* **51**, 343-359.
- Bult, T.P., M.R. van Stralen, E. Brummelhuis & J.M.D.D. Baars. 2004. *Mosselvisserij en -kweek in het sublitoraal van de Waddenzee*. RIVO rapport **C049/04**, 1-86.
- Burton, N.H.K., Fuller, R.A. & M.A. Eaton. 2005. Between-year changes in the wintering sites of Ruddy Turnstones *Arenaria interpres*: a response to diminished food resources? *Wader Study Group Bulletin* **107**, 1-14.
- Buschbaum, C. & G. Nehls. 2003. Effekte der Miesmuschel- und Garnelenfischerei. In: J. Lozán, E. Rachor, K. Reise, J. Sündermann & H. von Westernhagen. *Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer*. S. 250-255. Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg.
- Cadée, G.C. & J. Hegeman. 1993. Persisting high levels of primary production at declining phosphate concentration in the Dutch coastal zone (Marsdiep). *Netherlands Journal of Sea Research* **31**, 147-152.
- Cadée, G.C. & J. Hegeman. 2002. Phytoplankton in the Marsdiep at the end of the 20th century; 30 years monitoring biomass, primary production, and Phaeocystis blooms. *Journal of Sea Research* **48**, 97-110.
- Camphuysen, C.J. 1989. *Beached bird surveys in the Netherlands, 1915-1988. Seabird mortality in the southern North Sea since the early days of oil pollution*. Technisch Rapport Vogelbescherming 1. Werkgroep Noordzee, Amsterdam.
- Camphuysen, C.J. 1995. Herring Gull *Larus argentatus* and Lesser Black-backed Gulls *Larus fuscus* feeding at fishing vessels in the breeding season: competitive scavenging versus efficient flying. *Ardea* **83**, 365-380.
- Camphuysen, C.J. 1997. *Ecologisch profiel van de Eidereend Somateria mollissima* RIKZ-werkdocument 96.146x. Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Texel.
- Camphuysen, C.J. & J.A. van Franeker. 1992. *The value of beached bird surveys in monitoring marine oil pollution*. Technisch Rapport Vogelbescherming **10**. Vogelbescherming Nederland, Zeist.
- Camphuysen, C.J. & S. Garthe. 1999. Seabirds and commercial fisheries: population trends of piscivorous seabirds explained? In: M.J. Kaiser & S.J. Groot (eds.). *Effects of fishing on non-target species and habitats: Biological, Conservation and Socio-Economic Issues*. Blackwell Science, Oxford.
- Camphuysen, C.J. & M.F. Leopold. 1994. *Atlas of seabirds in the southern North Sea*. IBN onderzoeksrapport 94/6, NIOZ-rapport 1994-8. IBN, NIOZ & Nederlandse Zeevogelgroep, Texel.

- Camphuysen, C.J., S. Hart & H.S. Zandstra. 1988. Zeevogelsterfte na olie-lekkage door de ertscarrier MS Borcea voor de Zeeuwse kust januari 1988. *Sula* **2**, 1-12.
- Camphuysen, C.J., C.M. Berrevoets, H.J.W.M. Cremers, A. Dekinga, R. Dekker, B.J. Ens, T.M. van der Have, R.K.H. Kats, T. Kuiken, M.F. Leopold, J. van der Meer & T. Piersma. 2002. Mass mortality of common eiders (*Somateria mollissima*) in the Dutch Wadden Sea, winter 1999/2000: starvation in a commercially exploited wetland of international importance. *Biological Conservation* **106**: 303-317.
- Clemens, T. & C. Lammen. 1995. Windkraanlagen und Rastplätze von Küstenvogel in ein Nutzungskonflikt. *Seevögel Zeitschrift Verein Jordsand, Hamburg* 34-38.
- Colijn, F. & G.C. Cadée. 2003. Is phytoplankton growth in the Wadden Sea light or nitrogen limited? *Journal of Sea Research* **49**, 83-93.
- CPSL. 2001. *Final Report of the Trilateral Working Group on Coastal Protection and Sea Level Rise*. Wadden Sea Ecosystem No. 13. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- van Damme, C. 1994. *Het dieet van Aalscholvers in de Waddenzee: de Boschplaat Terschelling*. NIOZ-rapport, Texel.
- Dankers, N., K. Koelemaj & J. Zegers. 1989. *De rol van de mossel en de mosselcultuur in het ecosysteem van de Waddenzee*. RIN-rapport 89/9.
- Dankers, N., M. Herlyn, P.S. Kristensen, H. Michaelis, G. Millat, G. Nehls & M. Ruth. 1999. Blue mussels and Blue mussel beds in the littoral. In: F. de Jong et al. (eds) *Quality Status Report Wadden Sea Ecosystem No. 9*. Common Wadden Sea Secretariat: 141-145.
- Davidson, N. 2003. Declines in East Atlantic wader populations: Is the Wadden Sea the problem? *Wader Study Group Bulletin* **101/102**, 19.
- Davidson, N.C. & J.R. Wilson. 1992. The migration system of European-wintering Knots *Calidris canutus islandica*. *Wader Study Group Bulletin* **64, Suppl.**: 39-51.
- Dekinga, A. & T. Piersma, 1993. Reconstructing diet composition on the basis of faeces in a mollusc-eating wader, the Knot *Calidris canutus*. *Bird Study*, **40**, 144-156.
- Dekinga, A., M.W. Dietz, A. Koolhaas & T. Piersma. 2001. Time course and reversibility of changes in the gizzards of red knots alternately eating hard and soft food. *Journal of Experimental Biology* **204**, 2167-2173.
- Dernie, M., Kaiser, M.J. & R.M. Warwick. 2003. Recovery rate of benthic communities following physical disturbance. *Journal of Animal Ecology* **72**, 1043-1056.
- Desholm, M., T.K. Christensen, G. Scheiffarth, M. Hario, Å. Andersson, B. Ens, C.J. Camphuysen, L. Nilsson, C. M. Waltho, S-H. Lorentsen, A. Kuresoo, R.K.H. Kats, D.M. Fleet & A.D. Fox. 2002. Status of the Baltic/Wadden Sea population of the Common Eider *Somateria m. mollissima*. *Wildfowl* **53**, 167-203.
- van Dijk, A.J. & O. Overdijk, 1996. Lepelaars op nazomerpleisterplaatsen in Nederland in augustus 1995. *Limosa* **69**, 175-179.
- van Dijk, A.J., F. Hustings, K. Koffijberg, M.J.T. van der Weide, D. Zoetebier & C.L. Plate, 2003. *Kolonievogels en zeldzame broedvogels in Nederland in 2002*. SOVON-monitoringrapport 2003/02. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- Dijkema, R. 1997. *Molluscan Fisheries and Culture in The Netherlands*. U.S. Dep. Commer., NOAA Technical Report. NMFS 129.
- Dijkens, L.J. 1980. Enige gegevens over broedseizoen en broedsukses bij Scholeksters (*Haemotopus ostralegus*) in de duinen. *Watervogels* **5**, 3-7.
- Dijkens, A.J. 1996. *Vogels op het Gouw Boltje*. Langeveld & de Rooy, Den Burg.
- Dijkens, L. 2003. Enerverend broedseizoen 2003 op de Wadden. *SOVON-Nieuws* **16**, 10-11.
- Dijkens, L. 2004. Waddenbroedvogels: wel en wee 2004. *SOVON-Nieuws* **17**, 10.
- Dijkens, L.J. & B.J. Koks. 2003. *Broedvogelmonitoring in het Nederlandse Waddengebied in 2002*. SOVON-monitoringsrapport 2003/03. SOVON, Beek-Ubbergen.
- Dijkstra, L. & R. Dijkstra-de Vlieger. 1977. *Voedseloecologie van de Rotgans*. Doktoraalverslag Zoölogisch laboratorium RUG, Groningen.



- Durell, S.E.A. Le V. dit & R.T. Clarke. 2004. The buffer effect of non-breeding birds and the timing of farmland declines. *Biological Conservation* **120**, 375-382.
- DUWIND (T.U Delft). 2001. *Offshore wind energy ready to power a sustainable Europe. Concerted action on offshore wind energy in Europe*. Final report, Duwind 2001.06, Delft (www.offshorewindenergy.org).
- Drent, J., 2004. *Life history variation of a marine bivalve (Macoma balthica) in a changing world*. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.
- Drent, R., C. Both, M. Green, J. Madsen & T. Piersma. 2003. Pay-offs and penalties of competing migratory schedules. *Oikos* **103**, 274-292.
- Ebbinge, B.S. 1992. Regulations of numbers of dark-bellied Brent on spring staging areas. *Ardea* **80**, 203-228.
- Ebbinge, B. & T. Boudewijn. 1984. *Richtlijnen voor het beheer van Rotganzen in het Nederlandse waddengebied*. RIN-rapport 84/4. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Ebbinge, B.S. & B. Spaans, 1995. The importance of body reserves accumulated in spring staging areas in the temperate zone for breeding in Dark-bellied Brent Geese *Branta b. bernicla* in the high Arctic. *Journal of Avian Biology* **26**, 105-113.
- Ebbinge, B.S. & K.M. St Joseph, 1992. The Brent Goose Colour-ringing Scheme: unraveling annual migratory movements from High Arctic Siberia to the coast of western Europe. In: B.S. Ebbinge. *Population limitation in arctic-breeding geese*. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.
- Ebbinge, B.S., C. Berrevoets, P. Clausen, B. Gabter, K. Günther, K. Koffijberg, R. Mahéo, M. Rowcliffe, A.K.M. St. Joseph, P. Südbeck & E.E. Syroechkovsky Jr., 1999. Dark-bellied Brent Goose *Branta bernicla bernicla*. In: J. Madsen et al. (eds) *Goose populations of the Western Palearctic. A review of status and distribution*. Wetlands International Publication 48.
- van Eerden, M.R. 1990. Waterfowl movements in relation to food stocks. In: P.R. Evans, J.D. Goss-Custard & W.G. Hale (eds.). *Coastal waders and wildfowl in winter*. Cambridge University Press, Cambridge.
- van Eerden, M.R., J.J. de Leeuw, B. Slager & A. bij de Vaate, 1997. A field test for the carrying capacity concept in wintering divers: do high foraging costs delimit exploitation of Zebra Mussels? In: van Eerden M.R. *Patchwork: Patch use, habitat exploitation and carrying capacity for water birds in Dutch freshwater wetlands*. Van Zee tot Land 65. Rijkswaterstaat, Lelystad.
- van Eerden, M.R., W. Dubbeldam & J. Muller, 1999. *Sterfte van watervogels door visserij met staande netten in het IJsselmeer en Markermeer*. Rapport 99.060. Rijkswaterstaat/RIZA, Lelystad.
- Engelmoer, M., J. Taal, E. Wymenga & R. Kuipers, 2001. Aantalsafname bij de Rotgans *Branta bernicla* langs de Friese Waddenkust. *Limosa* **74**, 41-56.
- Ens, B.J. 1985. *Tussen Sahara en Siberië*. Stichting WIWO, Ewijk.
- Ens, B.J. 1992. *The social prisoner: causes of natural variation in reproductive succes of the Oystercatcher*. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.
- Ens, B.J. 2003. What we know and what we should know about mollusc fisheries and aquacultures in the Wadden Sea. In: W.J. Wolff, K. Essink, A. Kellerman, M.A. van Leeuwe (eds.). *Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Scientific Wadden Sea Symposium*. Ministerie van LNV, Den Haag.
- Ens, B.J. & R.K.H. Kats. 2004. *Evaluatie van voedselreservering Eidereenden in de Waddenzee – rapportage in het kader van EVAII deelproject B2*. Alterra rapport 931. Alterra, Wageningen.
- Ens, B.J., A.C. Smaal & J. de Vlas, 2004. *The effects of shellfish fisheries on the ecosystems of the Dutch Wadden sea and Oosterschelde. Final report on the second phase of the scientific evaluation of the Dutch shellfish fishery policy (EVA II)*. Alterra-rapport 1011, RIVO-rapport C056/04, RIKZ/2004.031. Alterra, Wageningen.
- Essink, K. 2005. Macrozoobenthos. In: K. Essink, C. Dettmann, H. Farke, K. Laursen, G. Lürßen, H. Marencic, W. Wiersinga (eds.) *Wadden Sea Quality Status Report 2004. Wadden Sea Ecosystem* **19**, 123-134, Trilateral Monitoring and Assessment

- Group, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- Exo, K.-M., O. Hüppop & S. Garthe. 2003. Birds and offshore wind farms: a hot topic in marine ecology. *Wader Study Group Bulletin* **100**, 50-53.
- Fox, A.D. in voorbereiding. Diet and habitat use of scoters *Melanitta* in the Western Palearctic- a brief overview.
- Furness, R.W. & C.J. Camphuysen. 1997. Seabirds as monitors of the marine environment. *ICES Journal of Marine Science* **54**, 726-737.
- Ganter, B., K. Larsson, E.V. Syroechkovsky, K.E. Litvin, A. Leito, & J. Madsen, 1999. Barnacle Goose In: J. Madsen, G. Cracknell, T. Fox (eds.) *Goose populations of the Western Palearctic. A review of status and distribution*. Wetlands International Publication 48.
- Garthe, S. 1996. *Distribution and abundance of North Sea seabirds and their feeding ecology in relation to fisheries and hydrography*. Proefschrift, Universiteit van Kiel.
- van Gils, J. A. 2004. *Foraging decisions in a digestively constrained long-distance migrant, the red knot (*Calidris canutus*)*. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.
- van Gils, J., T. Piersma, A. Dekinga & B. Spaans. 2000. Voortdurend in de lucht: zenderonderzoek aan Kanoeten *Calidris canutus* in de westelijke Waddenzee. *Limosa* **73**, 29-34.
- van Gils, J.A., T. Piersma, A. Dekinga & M.W. Dietz. 2003. Cost-benefit analysis of mollusc eating in a shorebird II. Optimizing gizzard size in the face of seasonal demands. *The Journal of Experimental Biology* **206**, 3369-3380.
- van Gils, J., S.R. De Rooij, J. Van Belle, J. Van der meer, A. Dekinga, T. Piersma & R. Drent. 2005. Digestive bottlenecks affects foraging decisions in red knots *Calidris canutus*. I. Prey choice. *Journal of Animal Ecology*, **74**, 105-119.
- Goede, A.A., E. Nieboer, & P.M. Zegers. 1990. Body mass increase, migration pattern and breeding grounds of Dunlins, *Calidris a. alpina*, staging in the Dutch Wadden Sea in spring. *Ardea* **78**, 135-144.
- de Goeij, P. & P.C. Luttikhuisen, 1998. Deep-burying reduces growth in intertidal bivalves: field and mesocosm experiments with *Macoma balthica*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **228**, 327-337.
- de Goeij, P., P.C. Luttikhuisen, J. Van der Meer, & T. Piersma, 2001. Facilitation on an intertidal mudflat: the effect of siphon nipping by flatfish on burying depth of the bivalve *Macoma balthica*. *Oecologia* **126**, 500-506.
- Goss-Custard, J.D (ed.). 1996. *The Oystercatcher: from individuals to populations*. Oxford University Press, Oxford.
- Goss-Custard, J.D., R.T. Clarke, K.B. Briggs, B.J. Ens, K.M. Exo, C.J. Smit, A.J. Beintema, R.W.G. Caldow, D.C. Catt, N.C. Clarke, S.E.A. le V. dit Durell, M.P. Harris, J.B. Hulscher, P.L. Meininger, N. Picozzi, R. Prys-Jones, U.N. Safriel & A.D. West. 1995. Population consequences of winter habitat loss in a migratory shorebird: I. Estimating model parameters. *Journal of Applied Ecology* **32**, 320-336.
- Grantaham, M.J. 2004. Age-structure and origins of British & Irish Guillemots *Uria aalge* recovered in recent European oils spills. *Atlantic Seabirds* **6**, 95-108.
- Green, G.H., J.J.D. Greenwood & C.S. Loyd. 1977. The influence of snow conditions on the date of breeding of wading birds in north-east Greenland. *Journal of Zoology London*. **183**, 311-328.
- Greenwood, J.G. 1986. Geographical variation and taxonomy of the Dunlin *Calidris alpina* (L.). *Bulletin of the British Ornithological Club* **106**, 43-56.
- Grönlund, E. & O. Melander (eds.). 1995. *Swedish-Russian Tundra-Ecolgy-Expedition-94, a cruise report*. Swedish Polar Research Secretariat, Stockholm.
- Groot Bruinderink, G.W.T.A. 1987. *Wilde ganzen en cultuurgrasland in Nederland*. Proefschrift Landbouwuniversiteit Wageningen
- Gudmundsson, G.A. & T. Alerstam. 1992. Spring staging of Nearctic knot in Iceland. *Wader Study Group Bulletin* **63 (Supplement)**, 110-113.
- Gudmundsson, G.A. & A. Gardarsson. 1993. Numbers, geographic distribution and habitat utilization of Waders (Charadrii) in spring on the shores of Iceland. *Ecography* **16**, 82-93.
- Gudmundsson, G.A. & A. Lindström. 1992. Spring migration of Sanderlings *Calidris alba*

- through SW Iceland: wherefrom and where-to? *Ardea* **80**, 315-326.
- Guillemette, M., J.K. Larsen & I. Clausager. 1998. *Impact assessment of an off-shore wind park on sea ducks*. NERI Technical Report No. 227. Miljø- og Energiministeriet Danmarks Miljøundersøgelser.
- Guillemette, M., J.K. Larsen & I. Clausager. 1999. *Assessing the impacts of the Tunø Knob wind park on sea ducks; the influence of food resources*. NERI Technical Report No. 263. Miljø- og Energiministeriet Danmarks Miljøundersøgelser, 1-22.
- Günther, K. 2003. *Rastvogel Monitoring im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer 2001-2002*. WWF, Husum.
- Hagemeijer, E.J.M. & M.J. Blair (eds.). 1997. *The EBCC Atlas of European breeding birds: their distribution and abundance*. T&AD Poyser, London.
- Hagemeijer, W., C. Smit, P. De Boer, A. Van Dijk, N. Ravenscoft, M. Van Roomen & M. Wright. 2004. *Waders and waterbird census at the Banc d'Arguin, Mauritania, January 2000*. WIWO-rapport 81. WIWO, Beek-Ubbergen.
- van de Have, T., E. Nieboer & G.C. Boere. 1984. Age-related distribution of Dunlin in the Dutch Wadden Sea. In: P.R. Evans, G.D. Goss-Custard & W.G. Hale (eds.). *Coastal waders and wildfowl in winter*. Pp. 160-189. Cambridge University Press, Cambridge.
- den Hartog, C. & P.J.G. Polderman. 1975. Changes in the seagrass populations of the Dutch Wadden Sea. *Aquatic Botany* **1**, 141-147.
- van den Heiligenberg, T. 1984. *De ecologische effecten van winning van Wadpieren en andere bodemdieren in het intertijdegebied*. RIN-rapport 84/3.
- van den Heiligenberg, T. 1987. Effects of mechanical and manual harvesting of lugworms *Arenicola marina* on the benthic fauna of tidal flats in the Dutch Wadden Sea. *Biological Conservation* **39**, 165-177.
- Henny, C.J., Seegar, W.S., Yates, M.A., Maechtle, T.L., Ganusevich, S.A. & M.R. Fuller. 2000. Contaminants and wintering areas of Peregrine Falcons, *Falco peregrinus*, from the Kola Peninsula, Russia. In: R.D. Chancellor & B.-U. Meyburg (eds.). *Raptors at risk*. WWGBP, Berlijn.
- Hiddink, J.G. 2003. Effects of suction-dredging for cockles on non-target fauna in the Wadden Sea. *Journal of Sea Research* **50**, 315-323.
- Hiddink, J.G., R.P. Kock & W.J. Wolff. 2002. Active pelagic migrations of the bivalve *Macoma balthica* are dangerous. *Marine Biology* **140**, 1149-1156.
- Hockin, D., M. Ounsted, M. Gorman, D. Hill, V. Keller & M. Barker. 1992. Examination of the effects of disturbance on birds with reference to the role of environmental impact assessments. *Journal of Environmental Management* **36**, 253-286.
- Hoeksema, H.J., H.P.J. Mulder, M.C. Rommel, J.G. de Ronde & J. de Vlas. 2004. *Bodemdelingstudie Waddenzee 2004. Vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd*. Rapport RIKZ/2004.025.
- Holloway, S., G. Austin & M. Rehfisch. 1999. Declines in wintering non-estuarine coastal waders. *BTO News* **225**, 10-11.
- Hötker, H. 1998. *Die Bedeutung energetischer Ausgaben für die Reproduktions- und Überwinterungsstrategien des Säbelschnäbler (Recurvirostra avosetta L.)*. Proefschrift, Wiskundig-Natuurwetenschappelijke Faculteit van de Christian-Albrechts-Universiteit, Kiel.
- Hötker, H. & A. Segebade. 2000. The effect of predation and weather on the breeding success of Avocets *Recurvirostra avosetta*. *Bird Study* **47**, 91-101.
- Hötker, H. & R. West. 2005. Population size, population development and habitat use of Avocets in Western Europe at the end of the 20<sup>th</sup> century. *Wader Study Group Bulletin* **107**, 57-65.
- Huisman, J. & B. Sommeijer. 2002. Population dynamics of sinking phytoplankton in light-limited environments: simulation techniques and critical parameters. *Journal of Sea Research* **48**, 83-96.
- Hulscher, J.B. 1975. De trek van de Scholekster in Friesland aan de hand van ringgegevens. *De Levende Natuur* **78**, 218-230.
- Hulscher, J.B. 1989. Sterfte en overleving van Scholeksters *Haemotopus ostralegus* bij strenge vorst. *Limosa* **62**, 177-181.
- Hulscher, J. 2000. Winterharde wadvogels: over vorstvluchten en elfstedentochten. In: J.M. Tinbergen, J. Bakker, T. Piersma, J. van den broek (eds.). *De onvrije natuur*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.

- Hulscher, J.B. & E.J. Bunscoeke. 2003. De Noord-Hollandse graslanden minder in trek bij de Goudplevier. *Tussen Duin & Dijk* **2**, 16-18.
- Hulscher, J.B. & S. Verhulst. 2003. Opkomst en neergang van de Scholekster *Haematopus ostralegus* in Friesland in 1966-2000. *Limosa* **76**, 11-22.
- Hulscher, J.B., E.J. Bunscoeke & M. Engelmoer. 2001. Het doortrekkpatroon van de Goudplevier langs de Friese kust in het najaar en voojaar tijdens en na het tijdperk Eenhuistra 1948-1999. *Twirre* **12**, 94-100.
- IPCC. 2001. Contribution of working group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: *Climate change 2001: The scientific basis*. In: J.T. Houghton et. al. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, 881 pp.
- de Jong, M.L., B.J. Ens & M.F. Leopold. 2005. Het voorkomen van Zee- en Eidereenden in de winter van 2004-2005 in de Waddenzee en de Noordzee-kustzone. Alterra-rapport 1208. Alterra, Wageningen.
- de Jonge, V.N. 1997. High remaining productivity in the Dutch western Wadden Sea despite decreasing nutrient inputs from riverine sources. *Marine Pollution Bulletin* **34**, 427-436.
- Jukema, J., T. Piersma, J.B. Hulscher, E.J. Bunscoeke, A. Koolhaas & A. Veenstra. 2001. *Goudplevieren en wilsterflappers: eeuwenoude fascinatie voor trekvogels*. Fryske Akademy, Ljouwert/KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Kaiser, M.J., G. Broad & S.J. Hall. 2001. Disturbance of intertidal soft-sediment benthic communities by cockle hand raking. *Journal of Sea Research* **45**, 119-130.
- van de Kam, J., B.J. Ens, T. Piersma & L. Zwarts. *Ecologische atlas van de Nederlandse wadvogels*. Schuyt & Co, Haarlem.
- Kamermans, P., T. Bult, B.J. Kater, D. Baars, J.J. Kesteloo-Hendrikse, J. Perdon, & E. Schuiling. 2003. *EVA II deelproject H4: Invloed van natuurlijke factoren en kokkelvisserij op de dynamiek van bestanden aan kokkels (Cerastoderma edule) en nonnen (Macoma balthica) in de Waddenzee, Ooster- en Westerschelde*. RIVO rapport C058/03. RIVO, Yerseke.
- Kamermans, P., E. Schuiling, D. Baars & M. van Riet. 2003. *EVA II project A1: Visserij-inspanning*. RIVO-rapport C057/03. RIVO, Yerseke.
- Karman, C.C., B. Winter & H.P.M. Schobben. 1995. Slaaptrek van Zwarte Sterns langs de kust van Wieringen. *Vogeljaar* **43**, 257-264.
- Kats, R.K.H., B.J. Ens, T. Bult, C. Swennen, P. Duiven, K. Camphuysen, M. van der Weide, B. Spaans, E. Meesters & R. Drent. In voorbereiding. The history of Common Eiders *Somateria mollissima* breeding in the Netherlands and the role of food, mortality and weather.
- Kempf, N. 2001. Eiderenten und mausernde Brandenten im schleswig-holsteinischen Wattenmeer 2000. In: *Wattenmeermonitoring 2000- Schriftenreihe des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer*, Sonderheft 76S.
- Kersten, M. 1996. De najaarstrek van Steenlopers door de Waddenzee. *Limosa* **69**, 141-142.
- Kersten, M. & C.J. Smit. 1984. The Atlantic coast of Morocco. In: P.R. Evans, J.D. Goss-Custard & W.G. Hale (eds.). *Coastal Waders and wildfowl in winter*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kersten, M., T. Piersma, C.J. Smit & P.M. Zegers. 1983. *Wader migration along the Atlantic coast of Morocco, March 1981. Rapport van de Nederlandse Marokko-expeditie 1981*. RIN-rapport 83/20, Texel.
- Ketzenberg, C. & K.K. Exo. 1996. How attractive are mudflats for Golden Plovers? *Wader Study Group Bulletin* **79**, 25.
- Kleefstra, R., B.J. Koks, M.W.J. van Roomen & E.A.J. van Winden. 2002. *Watervogels in de Nederlandse Waddenzee in 1999/2000*. Sovon-monitoringrapport 2002/01. Sovon, Beek-Ubbergen.
- Koffijberg, K. 2004. Kustbroedvogels langs de Waddenkust in de knel? *SOVON-Nieuws* **17**, 18.
- Koffijberg, K., B. Voslamber, & E. van Winden, 1997.  *Ganzen en zwanen in Nederland: overzicht van pleisterplaatsen in de periode 1985-94*. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- Koffijberg K., J. Beekman, L. van den Bergh, C. Berrevoets, B. Ebbing, T. Haitjema, J. Philippona, J. Prop, B. Spaans & M.

- Zijlstra, 1998. Ganzen en zwanen in Nederland in 1990-1995. *Limosa* 71: 7-31.
- Koffijberg K., J. Blew, K. Eskildsen, K. Günther, B. Koks, K. Laursen, L.M. Rasmussen, P. Potel & P. Südbeck. 2003. *High tide roosts in the Wadden Sea: A review of bird distribution, protection regimes and potential sources of anthropogenic disturbance. A report of the Wadden Sea Plan Project 34.* Wadden Sea Ecosystem No. 16. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Joint Monitoring Group of Migratory Birds in the Wadden Sea, Wilhelmshaven, Germany.
- Koks, B. 1998. Slechtvalken in de Nederlandse Waddenzee. *Slechtvalk Nieuwsbrief* 4, 13-15.
- Koks, B. & F. Hustings. 1998. *Broedvogelmonitoring in het Nederlandse Waddengebied in 1995 en 1996.* Monitoringsrapport 1998/05. SOVON, Beek-Ubbergen
- Koolhaas, A., A. Dekinga & T. Piersma. 1993. Disturbance of foraging Knots by aircraft in the Dutch Wadden Sea in August-October 1992. *Wader Study Group Bulletin* 68, 20-22.
- Kraan, C., T. Piersma, A. Dekinga, J. van der Meer, J.A. van Gils, B. Spaans, A. Koolhaas & C. Raaijmakers. 2004. *Korte termijn effecten van de mechanische kokkelvisserij in de westelijke Waddenzee op bodemfauna.* Koninklijk NIOZ-Intern Rapport, 1-20. Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Texel.
- Kraan, C., B. Fey, A. Dekinga & T. Piersma. In voorbereiding. Bergeenden *Tadorna tadorna* vinden op nieuwe ruiplaats rond Harlingen slijkgarnaaltjes *Corophium volutator* en rust. Manuscript voor *Limosa*.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology.* Harper Collins Publishers, New York.
- Krijgsveld, K.L., S.M.J. van Lieshout, J. van der Winden & S. Dirksen. 2004. *Verstoringsgevoeligheid van vogels. Literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie.* Bureau Waardenburg b.v rapport 03-187, Nijkerk.
- Krüger, T. 2004. Wegzugbestand des Goldregenpfeifers *Pluvialis apricaria* in Niedersachsen: Ergebnisse einer landesweiten Synchronzählung am 11./12. Oktober 2003. *Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen* 36, 35-52.
- Laursen, K. 2004. Curlews in the trilateral Wadden Sea, effect of shooting protection in Denmark. In: J. Blew & P. Südbeck (eds.) *Migratory waterbirds in the Wadden Sea 1992-2000.* Wadden sea Ecosystem No 17. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven.
- Lebret, T., T. Mulder, J. Philippona & A. Timmerman. 1976. *Wilde ganzen in Nederland.* Thieme, Zutphen.
- de Leeuw, J.J. 1997. *Demanding Divers: Ecological energetics of food exploitation by diving ducks.* Van Land tot Zee 61. Rijkswaterstaat, Lelystad.
- van Leeuwen, A., T.A.C. Postma, M.F. Leopold & M.J.N Bergman, 1994. *De ecologie van de kustzone van Ameland tot Borkum.* NIOZ-rapport 1994-4.
- Leopold, M.F. & C.J.G. van Damme, 1999. Nieuwe 'zoute' Aalscholverkolonie op de Wadden in 1999. *Nieuwsbrief NZG* 1, 1-2.
- Leopold, M.F., H.J.B Baptist, P.A. Wolf, & H.R. Offringa. 1995. De Zwarte Zee-eend *Melanitta nigra* in Nederland. *Limosa* 68, 49-68.
- Leopold, M.F., C.J.G. van Damme & H.W. van der Veer, 1998. Diet of cormorants and the impact of cormorant predation on juvenile flatfish in the Dutch Wadden Sea. *Journal of Sea Research* 40, 93-107.
- Leopold, M. F., M.A. van der Land & H.C. Welleman. 1998. *Spisula en zee-eenden in de strenge winter van 1995/1996 in Nederland.* BEON Rapport 98-6.
- Leopold, M.F., C.J. Smit, P.W. Goedhart, M.W.J. van Roomen, A.J. van Winden & C. van Turnhout. 2004. *Langjarige trends in aantallen wadvogels, in relatie tot de kokkelvisserij en het gevoerde beleid in deze. Eindverslag EVA II (Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase) Deelproject C2.* Alterra-rapport 954, SOVON-onderzoeksrapport 2004/07. Alterra, Wageningen.
- Leyrer, J., B. Spaans, M. Camera & T. Piersma. In druk. Small home ranges and high site fidelity in Red Knots (*Calidris c. canutus*) wintering on the Banc d'Arguin, Mauritania. *Journal of Ornithology.*
- Lindström, Å. & J. Agrell. 1999. Global change and possible effects on the migration and

- reproduction of arctic-breeding Waders. *Ecological Bulletins* **47**, 145-159.
- Lutterop, D. & G. Kasemir. 2003. *Griend. Vogels en bewaking 2002*. Rapport Vereniging Natuurmonumenten, 's Graveland.
- Luttikhuisen, P.C., A. Koolhaas, A. Bol & T. Piersma. 2002. Mytilus galloprovincialis-type foot-protein-1 alleles occur at low frequency among mussels in the Dutch Wadden Sea. *Journal of Sea Research*, **48**, 241-245.
- Madsen J., G. Cracknell & A.D. Fox (eds.), 1999. *Goose populations of the Western Palearctic. A review of status and distribution*. Wetlands International publ. No 48, Wetlands International. Wageningen, The Netherlands. National Environmental Research Institute, Rönde, Denmark.
- Marsden, S.J., 2000. Impact of disturbance on waterfowl wintering in a UK dockland re-development area. *Environmental Management* **26**, 207-213.
- Meininger, P.L. Blomert, A.-M. & E.C.L. Marteiijn. 1991. Watervogelsterfte in het Deltagebied, ZW-Nederland, gedurende de koude winters van 1985, 1986 en 1987. *Limosa* **64**, 89-102.
- Meininger, P., Arts, F.A. & B. Koks. 2005. The Avocet as a breeding bird in the Netherlands during the 20<sup>th</sup> century. *Wader Study Group Bulletin* **107**, 78-83.
- van der Meer, G. 2002. Waarnemingen van de Lachstern, *Sterna gelochidon* Kl., in Nederland. *Limosa* **75**, 137-146.
- Meltofte, H. 1994. Numbers and distribution of waterbirds in the Wadden Sea. Results and evaluation of 36 simultaneous counts in the Dutch-German-Danish Wadden Sea 1980-91. *IWRB Publication 34/Wader Study Group Bull.* **74**, special issue.
- Meltofte, H. 1996. Are African wintering waders really forced south by competition from northerly wintering conspecifics? Benefits and constraints of northern versus southern wintering and breeding in waders. *Ardea* **84**, 31-44.
- Meltofte, H., J. Frikke, J. Rösner, H.-U. & C.J. Smit. 1994. Numbers and distribution of waterbirds in the Wadden Sea. Results and evaluation of 36 simultaneous counts in the Dutch-German-Danish Wadden sea 1980-1991. *IWRB Publication 34/Wader Study Group Bulletin* **74**, Special issue.
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. 2004. *Ruimte voor een zilte oogst. Naar een omslag in de Nederlandse schelpdiercultuur*. Beleidsbesluit schelpdiervisserij 2005-2020.
- Nebel, S., T. Piersma, J. van Gils, A. Dekinga & B. Spaans. 2000. Length of stopover, fuel storage and a sex-bias in the occurrence of red knots *Calidris c. canutus* and *C. c. islandica* in the Wadden sea during southward migration. *Ardea* **88**, 165-176.
- Nebel, S., D.B. Lank, P.D. O'Hara, G. Fernandez, B. Haase, F. Delgado, F.A. Estela, L.J. Evans Ogden, B. Harrington, B.E. Kus, J.E. Lyons, F. Mercier, B. Ortego, J.Y. Takekawa, N. Warnock, & S.E. Warnock. 2002. Western Sandpipers (*Calidris mauri*) during the nonbreeding season: spatial segregation on a hemispheric scale. *The Auk* **119**, 922-928.
- Nehls, G., N. Kempf & M. Thiel. 1992. Numbers and distribution of moulting Shelduck (*Tadorna tadorna*) in the German Wadden Sea. *Vogelwarte* **36**, 221-232.
- Neudecker, T. 2001. Winterfischerei auf Garnelen – Die Anteile der europäischen Garnelenflotten an den Anlandungen von *Crangon crangon* im Zeitraum Januar bis März der Jahre 1990 bis 1999. *Inf. Fischwirtsch.* **48**, 62-65.
- Neudecker, T., U. Damm & M. Purps. 1999. *Langzeitreihen – Fischbeifang aus der Garnelenfischerei*. Abschluß, Umweltbundesamt, UFOPLAN-Nr 29425271. Ongepubliceerd rapport.
- de Nie, H.W. 1995. Changes in the inland fish populations in Europe in relation to the increase of the Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Ardea* **83**, 115-122.
- Oost, A.P. 1995. The influence of biodeposits of the Blue Mussel *Mytilus edulis* on fine-grained sedimentation in the temperate-climate Dutch Wadden Sea. *Ultraiectina* **126**, 359-400.
- Oost, A.P., B.J. Ens, A.G. Brinkman, K.S. Dijkema, W.D. Eysink, J.J. Beukema, H.J. Gussinklo, B.M.J. Verboom & J.J. Verburgh, 1998. *Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee*. Hoofdrapport. Nederlandse Arrdolie Maatschappij, Assen, 372 pp.
- Oost, A., G. Becker, J. Fenger, J. Hofstede & R. Weisse. 2005. Climate. In: K. Essink, C.

- Dettmann, H. Farke, K. Laursen, G. Lüerßen, H. Marencic, W. Wiersinga (eds.) *Wadden Sea Quality Status Report 2004. Wadden Sea Ecosystem* **19**, 190-200, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- Oosterhuis, R., 2003. *Broedvogelmonitoring op Schiermonnikoog in 2002. SOVON Inventarisatierapport 2003/10*. SOVON, Beek-Ubbergen.
- Oosterhuis, R. & K. van Dijk. 2003. Effect of food shortage on the reproductive output of Common Eiders *Somateria mollissima* breeding at Griend (Wadden Sea). *Atlantic Seabirds* **4**, 29-38.
- Oosterhuis, R. & J. Kok. 2003. Voedselkeuze van Slechtvalken op Griend. *Twirre* **14**, 105-108.
- Overdijk, O. 2003. More northerly wintering of Dutch breeding Spoonbills. In: Veen, J. & O. Stepanova. (eds.) *Wetland management for Spoonbills and associated waterbirds*. Proceedings of the 68<sup>th</sup> Eurosite workshop – 4<sup>th</sup> workshop of the Spoonbill Working Group. Tilburg.
- Overdijk, O. 2004. De Lepelaar als ambassadeur voor bescherming van internationale trekroutes. *Limosa* **77**, 93-100.
- Overdijk, O. & F. Zwart. 2003. The actual state of the Spoonbill in Europe. In: J. Veen & O. Stepanova. (eds.) *Wetland management for Spoonbills and associated waterbirds*. Proceedings of the 68<sup>th</sup> Eurosite workshop – 4<sup>th</sup> workshop of the Spoonbill Working Group. Tilburg.
- Parker, H. & H. Holm. 1990. Patterns of nutrient and energy expenditure in female Common Eiders nesting in the high Arctic. *Auk* **107**, 660-668.
- Parmesan, C. 1996. Climate and species' range. *Nature* **382**, 765-766.
- Parry, M., 2001. The ACACIA report: assessment of effects and adaptations for climate change in Europe. *Change* **57**, 5-8.
- Percival, S., 2005. Birds and windfarms: what are the real issues? *British Birds* **98**, 194-204.
- Perez-Hurtado, A., 1995. Ecología alimentaria de Limícolas invernantes en la bahía de Cadiz. *Airo* **6**, 15-23.
- Phillipart, C.J.M., H.M. van Aken, J.J. Beukema, O.G. Bos, G.C. Cadée, & R. Dekker. 2003. Climate-related changes in recruitment of the bivalve *Macoma balthica*. *Limnology and Oceanography* **48**, 2171-2185.
- Piersma, T., 1994. *Close to the edge: energetic bottlenecks and the evolution of migratory pathways in Knots*. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen. Het Open Boek, Den Burg.
- Piersma, T., 1997. Do global patterns of habitat use and migration strategies co-evolve with relative investments in immunocompetence due to spatial variation in parasite pressure? *Oikos* **80**, 623-631.
- Piersma, T. & A.J. Baker, 2000. Life history characteristics and the conservation of migratory shorebirds. In: L.M. Gosling & W.J. Sutherland (eds) *Behaviour and Conservation*. Cambridge, Cambridge University Press: 105–124.
- Piersma, T. & G.C. Boere. 1983. Wetlands in West-Afrika: belangrijk voor Nederland. *Vogels* **3**, 220-223.
- Piersma, T. & N. Davidson. 1992. *The migration of Knots*. Wader Study Group Bulletin **64**, Supplement.
- Piersma, T. & J. Jukema. 1990. Budgetting the flight of a long-distance migrant: changes in nutrient reserve levels of Bar-tailed Godwits at successive spring staging sites. *Ardea* **78**, 315-337.
- Piersma, T. & J. Jukema. 1993. Red breasts as honest signals of migratory quality in a long-distance migrant, the Bar-tailed Godwit. *Condor* **95**, 163–177.
- Piersma, T. & A. Koolhaas. 1997. *Shorebirds, shellfish(eries) and sediments around Griend, western Wadden sea, 198801996*. NIOZ-rapport 1997-7, Texel.
- Piersma, T. & Å. Lindström. 1997. Rapid reversible changes in organ size as a component of adaptive behaviour. *Trends in Ecology and Evolution* **12**, 134-138.
- Piersma, T. & Å. Lindström. 2004. Migrating shorebirds as integrative sentinels of global environmental change. *Ibis* **146 (Suppl. 1)**, 61-69.
- Piersma, T. & S. van de Sant. 1992. Pattern and predictability of potential wind assistance for waders and geese migrating from West Africa and the Wadden Sea to Siberia. *Ornis Svecica* **2**, 55-66.
- Piersma, T. & B. Spaans. 2004. Inzicht uit vergelijkingen: ecologisch onderzoek aan wadvogels wereldwijd. *Limosa*, **77**, 43-54.

- Piersma, T., P. Prokosh & D. Bredin. 1992. The migration system of European-wintering Knots *Calidris canutus islandica*. *Wader Study Group Bulletin* **64**, **Suppl.**: 52-63.
- Piersma, T., R. Hoekstra, A. Dekinga, A. Koolhaas, P. Wolf, P.F. Battley, & P. Wiersma. 1993a. Scale and intensity of intertidal habitat use by Knots *Calidris canutus* in the western Wadden Sea in relation to food, friends and foes. *Netherlands Journal of Sea Research*, **31**, 331-357.
- Piersma, T., A. Dekinga, & A. Koolhaas, 1993b. Een kwetsbare keten: modder, nonnetjes en kanoeten bij Griend. *Waddenbulletin*, **28**, 144-149.
- Piersma, T., Koolhaas, A., & Dekinga, A. 1993c. Interactions between stomach structure and diet choice in shorebirds. *Auk* **110**, 552-564.
- Piersma, T., P. de Goeij & I. Tulp. 1993d. An evaluation of intertidal feeding habitats from a shorebird perspective: towards comparisons between temperate and tropical mudflats. *Netherlands Journal of Sea Research* **31**, 503-512.
- Piersma, T., Y. Verkuil, & I. Tulp. 1994. Resources for long-distance migration of knots *Calidris canutus islandica* and *C.c. canutus*: how broad is the temporal exploitation window of benthic prey in the western and eastern Wadden Sea? *Oikos* **71**, 393-407.
- Piersma, T., R. van Aelst, K. Kurk, H. Berkhoudt & L.R.M. Maas. 1998. A new pressure sensory mechanism for prey detection in birds: the use of principles of seabed dynamics? *Proceedings of the Royal Society of London: Biological Sciences* **265**, 1377-1383.
- Piersma, T., G.A. Gudmundsson & K. Lilliendahl. 1999. Rapid changes in the size of different functional organ and muscle groups during refueling in a long-distance migrating shorebird. *Physiological and Biochemical Zoology* **72**, 405-415.
- Piersma, T., A. Koolhaas, A. Dekinga, J.J. Beukema, R. Dekker & K. Essink. 2001a. Long-term indirect effects of mechanical cockle-dredging on intertidal bivalve stocks in the Wadden Sea. *Journal of Applied Ecology* **38**, 976-990.
- Piersma, T., L. Mendes, J. Hennekens, S. Ratiarison, S. Groenewold & J. Jukema. 2001b. Breeding plumage honestly signals likelihood of tapeworm infestation in females of a long-distance migrating shorebird, the Bar-tailed godwit. *Zoology* **104**, 41-48.
- Piersma, T., D.I. Rogers, P. Gonzalez, L. Zwarts, Niles, I. de Lima Serrano do Nascimento, C.D.T. Minton & A.J. Baker. 2004. Fuel storage rates in Red Knots worldwide: facing the severest ecological constraint in tropical intertidal conditions? In: R. Greenberg & P.P. Marra (eds). *Birds of two worlds: the ecology and evolution of migratory birds*. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Piersma, T., H. Meltofte, J. Jukema, J. Reneerkens, P. de Goeij & W. Ekster. In voorbereiding. Comparison of two methods to map breeding red knot and sanderling in High Arctic Greenland. Manuscript voor *Arctic*.
- Piersma, T., K.G. Rogers, H. Boyd, E.J. Buskoeke & J. Jukema. 2005. Demography of Eurasian Golden Plovers in *Pluvialis apricaria* staging in the Netherlands, 1949-2000. In druk voor *Ardea*.
- Poot, M., L.M. Rasmussen, M. van Roomen, H.-U. Rösner & P. Südbeck. 1996. *Migratory waterbirds in the Wadden Sea 1993-1994*. Wadden Sea Ecosystem No 5. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven.
- Prokosch, P. & H. Hötker (eds.). 1995. Faunistik und Naturschutz auf Taimyr. Expeditionen 1989-1991. *Corax* **16**, Sonderheft: 1-264.
- Prop, J. & M.R van Eerden, 1981. Het voorkomen van trekvogels in het Lauwerszeegebied vanaf de afsluiting in 1969 tot en met 1978. *Limosa* **54**, 1-16.
- Prop, J., P. Esselink & J. Hulscher. 1999. Verande ringen in aantallen vogels in de Dollard in relatie met lokaal en regionaal beheer. *De Grauwe Gors* **27**, 27-55.
- Rappoldt, C., B.J. Ens, E. Dijkman, T. Bult, C.M. Berrevoets & J. Geurts van Kessel. 2003. *Scholeksters en hun voedsel in de Waddenzee. Rapport voor deelproject B1 van EVAII, de tweede fase van het evaluatieonderzoek naar de effecten van schelpdiervisserij op natuurwaarden in de Waddenzee en Oosterschelde 1999-2003*. Alterra-rapport **882**. Alterra, Wageningen.
- Rasmussen, L.M., D.M. Flet, B. Hälterlein, B.J. Koks, P. Potel & P. Südbeck. 2000. *Breeding birds in the Wadden Sea in 1996*. Wadden Sea Ecosystem 10. Common Wadden sea Secretariat, Wilhelmshaven.



- Rehfish, M.M. & H.Q.P. Crick. 2003. Predicting the impact of climate change on Arctic breeding Waders. *Wader Study Group Bulletin* **100**, 86-95.
- Reise, K. 1987. Distribution and abundance of small and juvenile macrofauna on the tidal flats in the Frisian Wadden Sea. In: S. Togaard & S. Asbirk (eds). *Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Wadden Sea Symposium*. Esbjerg, pp 7-25.
- Reise, K., N. Dankers & K. Essink. 2005. Introduced species. In: K. Essink, C. Dettmann, H. Farke, K. Laursen, G. Lüerßen, H. Marencic, W. Wiersinga (eds.). *Wadden Sea Quality Status Report 2004*. Wadden Sea Ecosystem **19**, 155-162. Trilateral Monitoring and Assessment Group, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- Reise, K., Z. Jager, D. de Jong, M. van Katwijk & A. Schanz. 2005. Seagrass. In: K. Essink, C. Dettmann, H. Farke, K. Laursen, G. Lüerßen, H. Marencic, W. Wiersinga (eds.). *Wadden Sea Quality Status Report 2004*. Wadden Sea Ecosystem **19**, 190-200, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- van Rijnsdorp, A.D., M. Stralen & H. van der Veer. 1985. Selective tidal transport of North Sea plaice larvae *Pleuronectes platessa* in coastal nursery areas. *Trans. American Fisheries Society* **114**, 461-470.
- Reneerkens, J. & T. Piersma. 2004. Strandlopers op de toendra. *Natuurwetenschappen & Techniek* **72**, 40-44.
- Robinson, R.A., N.A. Clark, R. Lanctot, S. Nebel, B. Harrinton, J.A. Clark, J.A. Gill, H. Meltofte, D.I. Rogers, K.G. Rogers, B.J. Ens, C.M. Reynolds, R.M. Ward, T. Piersma, & P.W. Atkinson. 2005. Long-term demographic monitoring of wader populations in non-breeding areas. *Wader Study Group Bulletin* **106**, 17-29.
- Rogers, D.I. 2003. High-tide roost choice by coastal waders. *Wader Study Group Bulletin* **100**, 73-79.
- van Roomen, M. 2005. Wormen-etende wadvogels in de Waddenzee. *Sovon-Nieuws* **18**, 5-6.
- van Roomen, M., E. van Winden, K. Koffijberg, R. Kleefstra, G. Ottens, B. Voslamber & SOVON Ganzen- en Zwanenwerkgroep. 2003. *Watervogels in Nederland in 2001/2002*. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- van Roomen, M., E. van Winden, K. Koffijberg, A. Boele, F. Hustings, R. Kleefstra, J. Schoppers, C. van Turnhout, SOVON Ganzen- en Zwanenwerkgroep & L. Soldaat. 2004. *Watervogels in Nederland in 2002/2003*. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- van Roomen, M., C. van Turnhout, E. van Winden, B. Koks, P. Goedhart, M. Leopold & C. Smit. 2005. Trends van benthivore watervogels in de Nederlandse Waddenzee 1975-2002: grote verschillen tussen schelpdiereters en wormeneters. *Limosa* **78**, 21-38.
- Rose, P.M. & D.A. Scott. 1997. *Waterfowl population estimates, Second edition*. Wetlands International Publication **44**, Wageningen.
- Rösner, H.-U., D.M. Fleet, L.M. Rasmussen, M. van Roomen, P. Südbek & R. Vogel. 2000. Vogels. In: *Waddenzee Quality Status Rapport 1999*. Rapport RIKZ/2000.008, pp. 152-158.
- Saier, B. 2002a. Subtidal mussel beds in the Wadden Sea: threatened oases of biodiversity. *Waddensea News Letter* **1**, 12-14.
- Saier, B. 2002b. Subtidal and intertidal mussel beds (*Mytilus edulis* L.) in the Wadden Sea: diversity differences of associated epifauna. *Helgoland Marine Research* **56**, 44-50.
- Schekkerman, H., M.W.J. van Roomen & L.G. Underhill, 1998. Growth, behaviour of broods and weather-related variation in breeding productivity of Curlew Sandpipers *Calidris ferruginea*. *Ardea* **86**, 153-168.
- Schekkerman, H., I. Tulp, T. Piersma & G.H. Visser. 2003. Mechanisms promoting higher growth rate in arctic than in temperate shorebirds. *Oecologia* **134**, 332-342.
- Schouten, C., 1982. *Het IJsselmeergebied als ruiplaats voor de Zwarte Stern (Chlidonias niger)*. Een onderzoek naar de conditie, rui en doortrek van de Zwarte Stern in het IJsselmeergebied. RIJP-rapport 1983-33, Lelystad.
- Schutte, H. & T. de Boer (eds.) 1999. *Lang leve de Iepelaar*. Vogelbescherming Nederland, Zeist.
- Siegel, V., J. Gröger, T. Neudecker, U. Damm & Jansen, S. 2005. Long-term variation in the abundance of the brown shrimp *Crangon*

- crangon* (L.) population of the German Bight and possible causes for its interannual variability. *Fisheries Oceanography* **14**, 1-16.
- Sillet, T.S. & R.T. Holmes. 2002. Variation in survivorship of a migratory songbird throughout its annual cycle. *Journal of Animal Ecology* **71**, 296-308.
- Simmons, K.E.L., D.J. Brooks, N. Collar, E. Dunn, R. Gillmor, P.A.D. Hollom, R. Hudson, E.M. Nicholson, M.A. Ogilvie, P.J.S. Olney, C.S. Rooselaar, K.H. Voous, D.I.M. Wallace, J. Wattel & M.G. Wilson. 1983. *Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. The birds of the Western Palearctic*. Oxford University Press, Oxford.
- Smit, C.J. & W.J. Wolff (eds.). 1982. *Birds of the Wadden Sea*. Stichting Veth tot Steun aan Waddenonderzoek, Leiden.
- 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 (eds.) *Flyways and reserve networks for water birds*. IWRB Special Publication **9**, 24-63, Slimbridge.
- Smit, S.J. & W.J. Wolff. 1982. *Birds of the Wadden Sea*. Report 6. Stichting Veth tot Steun aan Waddenonderzoek, Leiden.
- SOVON. 1987. *Atlas van de Nederlandse vogels*. Jellema Druk b.v., Almelo.
- Spaans, A.L. 1971. On the feeding ecology of the Herring Gull *Larus argentatus* in the northern part of the Netherlands. *Ardea* **59**, 73-188.
- Spaans, A.L. 1998. Breeding Lesser Black-backed Gull *Larus graellsii* in The Netherlands during the 20<sup>th</sup> century. *Sula* **12**, 185-198.
- Spaans, A.L., J. van der Winden, L.M.J. van den Bergh & S. Dirksen. 1998. *Vogelhinder door windturbines. Landelijk onderzoekprogramma. Deel 4: nachtelijke vliegbewegingen en vlieghoogtes van vogels langs de Afsluitdijk*. Bureau Waardenburg rapport 98.015, Culemborg.
- Spaans, B., L. Bruinzeel & C.J. Smit. 1996. *Effecten van verstoring door mensen op wadvogels in de Waddenzee en de Oosterschelde*. IBN-rapport 202. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.
- Spaans B., H.J. Blijleven, I.U. Popov, M.E. Rykhlikova & B.S. Ebbing. 1998. Dark-bellied Brent Geese *Branta bernicla bernicla* forego breeding when Arctic Foxes *Alopex lagopus* are present during nest initiation. *Ardea* **86**, 11-20.
- Spaans, B. & P. Postma. 2001. Inland pastures are an appropriate alternative for salt-marshes as a feeding area for spring-fattening Dark-bellied Brent Geese *Branta bernicla*. *Ardea* **89**, 427-440.
- Speek, B.J. & G. Speek. 1984. *Thieme's vogeltrek-atlas*. Thieme, Zutphen.
- Stienen, E.W.M. & A. Brenninkmeijer. 1992. *Ecologisch profiel van de Visdief (Sternahirundo)*. Rapport 92/18. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
- Stienen, E.W.M. & A. Brenninkmeijer. 1997. Voedsel en groei van kuikens van de Velduil *Asio flammeus* op Griend. *Limosa* **70**, 5-10.
- Summers, R.W. & L.G. Underhill. 1987. Factors related to breeding production of Brent Geese *Branta b. bernicla* and waders (Charadrii) on the Taimyr Peninsula. *Bird Study* **34**, 161-171.
- Suter, W. 1997. Roach rules: shoaling fish are a constant factor in the diet of cormorants *Phalacrocorax carbo* in Switzerland. *Ardea* **85**, 9-27.
- Swennen, C. 1976. Populatiestructuur en voedsel van de Eidereend *Somateria m. mollissima* in de Nederlandse Waddenzee. *Ardea* **64**, 311-371.
- Swennen, C. 1985. Iets over de vogels van het open water van IJsselmeer, Waddenzee en Noordzee. *Vogeljaar* **33**, 208-214.
- Swennen, C. 1991. *Ecology and population dynamics of the common eider in the Dutch Wadden Sea*. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.
- Swennen, C. & T. Mulder. 1995. Ruiende Bergeenden *Tadorna tadorna* in de Nederlandse Waddenzee. *Limosa* **68**, 15-20.
- Swennen, C., G. Nehls & K. Laursen. 1989. Numbers and distribution of Eiders, *Somateria mollissima* in the Wadden Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* **24**, 83-92.
- Teixeira, R.M. (red.) 1979. *Atlas van de Nederlandse broedvogels*. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, 's Graveland.

- Temming, A. & U. Damm. 2002. Life cycle of *Crangon crangon* in the North Sea: a simulation of the timing of recruitment as a function of the seasonal temperature signal. *Fisheries Oceanography* **11**, 45-58.
- Thijssen, J. P. 1907. Eidereenden op Vlieland. *De Levende Natuur* **12**, 80
- Thyen, S. & K.-M. Exo. 2003. Wadden Sea salt-marshes: Ecological trap or hideaway for breeding Redshanks *Tringa totanus*? *Wader Study Group Bulletin* **100**, 43-47.
- Tomkovich, P.S. & M. Soloviev. 1994. Site fidelity in high arctic breeding waders. *Ostrich* **69**, 174-180.
- Trommelen, J., 2005. Kokkelvissers wijken uit naar kust Afrika. Volkskrant 18 maart 2005.
- Tucker, G.M. & M.F. Heath, 1994. *Bird of Europe-Their Conservation Status*. Birdlife International, Cambridge.
- Tulp, I. 1998. Reproductie van Strandplevieren *Charadrius alexandrinus* en Bontbekplevieren *Charadrius hiaticula* op Terschelling, Griend en Vlieland in 1997. *Limosa* **71**, 109-120.
- Tulp, I., H. Schekkerman, T. Piersma, J. Jukema, P. de Goeij & J. van de Kam. 1998. *Breeding waders at Cape Sterlegova, northern Taimyr, in 1994*. WIWO-rapport 61, Zeist.
- Tulp, I., H. Schekkerman, J.K. Larsen, J. van der Winden, R.J.W. van de Haterd, P. van Horssen, S. Dirksen & A.L. Spaans. 1999. *Nocturnal flight activity of sea ducks near the wind farm Tunø Knob in the Kattegat*. IBN-DLO rapport 99.30.
- van Turnhout, C. 2005. Het verdwijnen van de Duinpieper als broedvogel uit Nederland en Noordwest Europa. *Limosa* **78**, 1-14.
- Underhill, L.G., Prys-Jones, R.P., Syroechkovski jr., E.E., Groen, N.M., Karpov, V., Lappo, H.G., M.W.J. van Roomen, A. Rybkin, H. Schekkerman, H. Spiekman & R.W. Summers. 1993. Breeding waders (Charadrii) and Brent geese *Brenta bernicla bernicla* at Pronchischeva Lake, northeastern Taimyr, Russia, in a peak and a decreasing lemming year. *Ibis* **135**, 277-292.
- Urft, A.J., J.D. Goss-Custard & S.E.A. Le V. dit Durell. 1996. The ability of Oystercatchers *Haematopus ostralegus* to compensate for lost feeding time: Field studies on individually marked birds. *Journal of Applied Ecology* **33**, 873-883.
- Veen, J. 1977. Functional and causal aspects of nest distribution in colonies of the Sandwich Tern (*Sterna s. sandvicensis* Lath.). *Behaviour (Suppl.)* **20**, 1-193.
- Veen, J. & J. van de Kam 1988. *Griend, vogeleiland in de Waddenzee*. Natuurmonumenten, 's Graveland.
- Veen, J. & O. Stepanova. 2003. *Wetland management for Spoonbills and associated waterbirds*. Proceedings of the 68<sup>th</sup> Eurosite workshop – 4<sup>th</sup> workshop of the Spoonbill Working Group. Tilburg.
- Verbeek, K. 2003. *De toestand van het klimaat in Nederland 2003*. KNMI, De Bilt.
- Verhulst, S., K. Oosterbeek, A. Rutten & B.J. Ens. 2003. Plaatstrouw van Scholeksters in de winter. *Limosa* **76**, 32-33.
- Verhulst, S., K. Oosterbeek, A. Rutten & B.J. Ens. 2004. Shellfish fishery severely reduces condition and survival of Oystercatchers despite creation of large marine protected areas. *Ecology and Society* **9**, 17. <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss1/art17>
- Versteegh, M., T. Piersma & H. Olf. 2004. Mogelijke implicaties van de verwaarlozing van kennis over zeeboderverstoringen. *De Levende Natuur* **105**, 6-9.
- Verwey, J. 1952. On the ecology of distribution of cockle and mussel in the Dutch Wadden sea, their role in sedimentation and the source of their food supply, with a short review of the feeding behaviour of bivalve mollusks. *Archives of Néerlandic Zoology* **10**, 171-239.
- de Vlas, J., B. Brinkman, C. Buschbaum, N. Dankers, M. Herlyn, P.S. Kristensen, G. Millat, G. Nehls, M. Ruth, J. Steenbergen & A. Wehrmann. 2005. Subtidal Blue mussel beds. In: K. Essink, C. Dettmann, H. Farke, K. Laursen, G. Lüerßen, H. Marencic, W. Wiersinga (eds.) *Wadden Sea Quality Status Report 2004*. Wadden Sea Ecosystem **19**, 190-200, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Group Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- Vlek, R. 2005. Postuum in memoriam : de Duinpieper als Nederlandse kustbroedvogel (1828-1927). *Limosa* **78**, 15-20.
- Vorberg, R. 2005. Subtidal habitat structures. In: K. Essink, C. Dettmann, H. Farke, K. Laursen, G. Lüerßen, H. Marencic, W.

- Wiersinga (eds.). *Wadden Sea Quality Status Report 2004*. Wadden Sea Ecosystem **19**, 208-218, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- Vorberg, R., L. Bolle, Z. Jager & T. Neudecker. 2005. Fish. In: K. Essink, C. Dettmann, H. Farke, K. Laursen, G. Lüerßen, H. Marencic, W. Wiersinga (eds.). *Wadden Sea Quality Status Report 2004*. Wadden Sea Ecosystem **19**, 208-218, Trilateral Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- Voslamber, B. 1994. De ontwikkeling van de broedvogelaantallen van de Lepelaar *Platalea leucordia* in Nederland in de periode 1961-93. *Limosa* **67**, 89-94.
- Voslamber, B., E. van Winden & M. van Roomen. 1999. Midwintertelling van watervogels in Nederland, januari 1998. Monitoringrapport 1999/05, RIZA rapport BM98.09, IKC Natuurbeheer coproductie C22. SOVON, Beek-Ubbergen.
- Wetlands International. 2002. *Waterbird Population Estimates 3<sup>rd</sup> edition. Global Series 12*. Wetland International, Wageningen.
- Walter, U. & P.H. Becker. 1997. Occurrence and consumption of seabirds scavenging on shrimp trawler discards in the Wadden Sea. *ICES Journal of Marine Science* **54**, 684-694. Wetlands International. 2002. *Waterbird population estimates 3<sup>rd</sup> edition. Global Series 12*. Wetlands International, Wageningen.
- Wiersma, P. & T. Piersma. 1994. Effects of microhabitat, flocking, climate and migratory goal on energy expenditure in the annual cycle of knots. *Condor* **96**, 257-279.
- Willems, J. 2003. *Vogels in het Lauwersmeergebied*. Seizoensverslag 2002/2003. Staatsbosbeheer Fryslân, Lauwersoog.
- van der Winden, J. 2002. Disturbance as an important factor in the decline of Black terns *Chlidonias niger* in The Netherlands. *Vogelwelt* **123**, 33-40.
- van der Winden, J. 2004. De interacties tussen Zwarte Sterns en mensen in Afrika. *Limosa* **77**, 101-108.
- van der Winden, J., A. Spaans & S. Dirksen. 1999. Nocturnal collision risk of local wintering birds with windturbines in wetlands. *Bremer Beiträge Naturkundiger Naturschutz* **4**, 33-38.
- Wingfield, J.C. & M. Ramenofsky. 1999. Hormones and the behavioral ecology of stress. In: P.H.M. Balm (ed.) *Stress Physiology*. Sheffield University Press, Sheffield.
- Winkelman, J.E. 1990. *Verstoring van vogels door de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) tijdens bouwfase in half-operationale situaties (1984-1989)*. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, RIN-rapport 9/157, Arnhem.
- Wintermans, G. 2003. Spoonbills and their food. In: Veen, J. & O. Stepanova. (eds.) *Wetland management for Spoonbills and associated waterbirds*. Proceedings of the 68<sup>th</sup> Eurosite workshop – 4<sup>th</sup> workshop of the Spoonbill Working Group. Tilburg.
- Witte, G. 1996. Bescherming van de dwergstern op Texel. *Graspieper* **16**, 135-138.
- Witte, R.H. & S.M.J. van Lieshout. 2003. *Effecten van windturbines op vogels. Een overzicht van bestaande literatuur*. Rapport 03-046. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Wolf, P. & P.L. Meininger. 2004. Zeëen van zee-eenden bij de Brouwersdam. *Nieuwsbrief Nederlandse Zeevogelgroep* **5**, 1-2.
- Wolff, W.J. 1998. *The end of the East-Atlantic Flyway: Waders in Guinea-Bissau*. WIWO-rapport **39**, Zeist
- Wolff, W.J. 1999. Exotic invaders of the meso-oligohaline zone of estuaries in The Netherlands: why are there so many? *Helgoländer Meeresuntersuchungen* **52**, 393-400.
- Worms, J. & O. Overdijk. 2003. The Parc National du Banc d'Arguin and its importance for wintering Spoonbills *Platalea leucordia* from Northern Europe. In: Veen, J. & O. Stepanova. (eds.) *Wetland management for Spoonbills and associated waterbirds*. Proceedings of the 68<sup>th</sup> Eurosite workshop – 4<sup>th</sup> workshop of the Spoonbill Working Group. Tilburg.
- Wymenga, E., M. Engelmoer, C.J. Smit & T.M. van Spanje, T.M. 1990. Geographical breeding origin and migration of waders wintering in West Africa. *Ardea* **78**, 83-112.
- Zang, H. 2003. Veränderungen in der niedersächsischen Vogelwelt im 20. Jahrhundert.

- Vogelkündliche Berichte Niedersachsen* **35**, 1-18.
- Zwarts, L. 1985. The winter exploitation of Fiddler Crabs *Uca tangeri* by waders in Guinea-Bissau. *Ardea* **73**, 3-12.
- Zwarts, L. 1988. Numbers and distribution of coastal waders in Guinea-Bissau. *Ardea* **76**, 42-55.
- Zwarts, L. 1990. Increased prey availability drives pre-migration hyperphagia in Whimbrels and allows them to leave the Banc d'Arguin, Mauritania, in time. *Ardea* **78**, 279-300.
- Zwarts, L. & A.-M. Blomert, 1992. Why knot *Calidris canutus* take medium-sized *Macoma balthica* when six prey species are available. *Marine Ecology-Progress Series*, **83**, 113-128.
- Zwarts, L., J. van der Kamp, O. Overdijk, T. van Spanje, R. Veldkamp, R. West & M. Wright. 1998. Wader count on the Baie d'Arguin, Mauritania, in February 1997. *Wader Study Group Bulletin* **86**, 70-73.
- Zwarts, L., W. Dubbeldam, K. Essink, H. van de Heuvel, E. van de Laar, U. Menke, L. Hazelhoff & C.J. Smit. 2004. *Bodemgesteldheid en mechanische kokkelvisserij in de Waddenzee*. EVA II deelrapport G. RI-ZA, Lelystad.