

Voedseleecologie van een zestal schelpdieretende vogels

Brinkman A.G., De Leeuw, J.J., Leopold M.F., Smit C.J.,
Tulp I.Y.M

Rapport C078/07



Wageningen IMARES, vestiging Texel

Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies

Wageningen **IMARES**

Opdrachtgever: Ministerie van LNV
Postbus 20401
2500 EK 's-Gravenhage

Publicatiedatum: Augustus 2007

- Wageningen IMARES levert kennis die nodig is voor het duurzaam beschermen, oogsten en ruimte gebruik van zee- en zilte kustgebieden (Marine Living Resource Management).
- Wageningen IMARES is daarin de kennispartner voor overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties voor wie marine living resources van belang zijn.
- Wageningen IMARES doet daarvoor strategisch en toegepast ecologisch onderzoek in perspectief van ecologische en economische ontwikkelingen.

© 2007 Wageningen **IMARES**

Wageningen IMARES is een samenwerkingsverband tussen Wageningen UR en TNO. Wij zijn geregistreerd in het Handelsregister Amsterdam nr. 34135929, BTW nr. NL 811383696B04.



A_4_3_1-V2

De Directie van Wageningen IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen IMARES; opdrachtgever vrijwaart Wageningen IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing. Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets van dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Voedseleecologie van een zestal schelpdieretende vogels

Dr. ir A.G. Brinkman *)

bert.brinkman@wur.nl

Dr. J.J. de Leeuw

joep.deleeuw@wur.nl

Drs M.F. Leopold

mardik.leopold@wur.nl

Drs C.J. Smit

cor.smit@wur.nl

Drs I.Y.M. Tulp

ingrid.tulp@wur.nl

*) voor correspondentie

Project in kader van Ecologische Hoofdstructuur
Helpdeskvraag HDV-16
Ministerie van LNV

Projectnr IMARES 439.62107.01

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	5
Inleiding	5
Algemeen overzicht van kennis, kennisleemte en bedreigingen	5
Meest relevante aandachtsthema's in de Nederlandse Waddenzee en Noordzeekustzone.....	7
Aanpak.....	8
Leeswijzer	8
Hoofdrapport	9
Kennisvragen	9
Kennis, lacunes, bedreigingen: Algemeen samengevat.....	9
Kennislacunes met betrekking tot de voedselbeschikbaarheid.....	12
Kennislacunes per soort benoemd.....	13
Toppereend.....	13
Zwarte Zee-eend	13
Eidereend.....	13
Scholekster	14
Steenloper.....	14
Kanoet.....	14
Noodzakelijke condities van de foerageergebieden	14
Onderzoekprioriteiten	15
Welke mogelijke thema's zijn niet benoemd?	16
Overige soorten	16
Auteurs en geraadpleegde personen	16
Referenties.....	17
Bijlage: Bespreking van de zes vogelsoorten	19
Inleiding	21
Topper <i>Aythya marila</i>	23
Zwarte Zee-eend <i>Melanitta nigra</i>	31
Eidereend <i>Somateria mollissima</i>	47
Scholekster <i>Haematopus ostralegus</i>	67
Steenloper <i>Arenaria interpres</i>	91
Kanoet <i>Calidris canutus</i>	105

Samenvatting

Inleiding

Er is bij zittingen van Raad van State met betrekking tot de vergunningverlening van schelpdiervisserij regelmatig sprake van verschil in wetenschappelijk inzicht over wat de voedselpreferentie is van schelpdieretende vogels in Waddenzee, Delta en Noordzeekustzone die genoemd worden in N2000-doelendocument. Het blijkt ook dat onduidelijk is wat de kennislacune is in deze materie.

Door een quick-scan te houden zijn de bovengenoemde verschillen in wetenschappelijke opinies en de kennislacune in kaart gebracht. Op basis hiervan zijn specifieke onderzoekswensen geformuleerd en is een prioritering aangebracht voor het vervolgonderzoek (via WUR-kaderbrief 2008 of de open programmering 2008).

De opdracht was: "Uitvoeren van een 'state of the art' studie naar hetgeen reeds bekend is op dit gebied, het in kaart brengen van de verschillen in wetenschappelijke opvattingen van vaak geraadpleegde Nederlandse onderzoekers, een schets van de kennislacune en het aangeven van een prioritering (vanwege belang voor vergunningverlening en beperkte onderzoeksmiddelen)".

We hebben ons op verzoek van de opdrachtgever beperkt tot de schelpdieretende vogels die genoemd zijn in het doelendocument Natura 2000. Het gaat hierbij om: Zwarte Zee-eend, Topper, Eider, Scholekster, Kanoet en Steenloper. Voor dit zestal vogelsoorten is samengevat wat hun status is, hun trekstrategie, hun voedsel生态学 en energiebehoefte en eventuele bedreigingen, en is aangegeven op welke terreinen er wezenlijke kennisleemtes liggen.

In het algemeen menen we dat er vrij veel bekend is over de energiebehoefte van de vogels, zowel 's zomers als 's winters, tijdens de trek, en ook wat de behoefte kort vóór de trek betreft. Belangrijke onderzoeksthema's betreffen naar onze mening in Nederland de voedselbeschikbaarheid, de menselijke activiteiten die daarop van invloed zijn en de mate van verstoringen in het foerageergebied.

Algemeen overzicht van kennis, kennisleemte en bedreigingen

Het is van groot belang te beseffen dat de hier beschreven vogels het IJsselmeer, het Waddengebied, de Delta en de Nederlandse kustzone nodig hebben voor hun voedselvoorziening, én dat op de cruciale momenten, zoals vlak voor de wegtrek in voor- én najaar, de vogels in korte tijd een grote vetvoorraad moeten kunnen aanleggen. Dit is om enerzijds in de energiebehoefte tijdens de trek te kunnen voorzien en anderzijds om in voldoende goede conditie in het broedgebied te kunnen aankomen. Een slechte conditie verslechtert de reproductie. Dit geldt ook voor de lokaal broedende Eidereenden.

Tijdens de opvetperiode is de foerageeractiviteit van de vogels maximaal, en zullen verstoringen en problemen als gevolg van een slechte voedselbeschikbaarheid gevolgen hebben voor de conditie van de vogels als ze met de trek of de eileg beginnen. In de opvetperiode bestaat er weinig speelruimte.

Dit geldt met name voor Kanoet en Steenloper, omdat dat de meest uitgesproken lange-afstandstrekkingen zijn. Zij zijn het meest gevoelig voor minder optimale foerageercondities in Delta en Waddengebied. Van de Kanoet gebruikt een groot deel van de Euraziatische populatie het Nederlandse Waddengebied korter of langer als foerageergebied, zowel tijdens de najaars- en voorjaarstrek, als gedurende de wintermaanden.

Voor alle soorten is ook de voedselbeschikbaarheid cruciaal. De eendensoorten en de Scholekster hebben tijdens hun trek zonnig nog alternatieven om extra te foerageren, maar dat geldt niet voor dat deel van de Steenloper en Kanoet dat de hele trektocht over zee aflegt en het zich dan niet kan veroorloven uitgeput te raken.

Voor alle soorten gaat het naast opvetten voor de terugtrek naar noordelijker gelegen broedgebieden óók om de overleving tijdens de winter.

Vooral die perioden waarin de vogels moeite hebben aan hun dagelijkse voedselbehoefte te voldoen zijn ze gevoelig voor verstoring.

Voor de eendensoorten is door hun wijze van foerageren de energiebehoefte 's winters extra groot. Van al de drie soorten gebruikt een substantieel deel van de Euraziatische populatie de Nederlandse wateren als overwinterings- en opvetgebied.

Een belangrijke rol speelt hierbij de teruglopende eutrofiëring. Dit heeft een negatief effect op de *maximale* hoeveelheid secundaire producenten in de Waddenzee, Delta en ook de kustzone, en daarmee ook op de te verwachten actuele hoeveelheid prooidieren.

Voor de Scholekster vormt de Nederlands-Duitse laagvlakte, met de Britse eilanden, een van de belangrijkste delen van het verspreidingsgebied. Voor deze soort is het Waddengebied plus Delta van groot belang als overwinteringsgebied. De grote plaatstrouw onder adulte dieren heeft tot gevolg dat de vogels zwaar worden getroffen als zich lokaal een ernstige verslechtering van het voedselaanbod voordoet. Een onvoldoende goede voedselvoorraad op de juiste locaties leidt tot een slechte conditie gedurende de winter, soms hoge sterfte en/of een slecht broedresultaat.

Voor broedende Scholeksters en voor broedende Eidereenden is een goede voedselvoorraad in de nabijheid van de broedlocaties van groot belang.

Verstoring tijdens het foerageren is een thema dat een rol kan spelen bij de Kanoet, maar over het algemeen komen Kanoeten voor op locaties waar weinig verstoring is. Scholeksters en zeker Steenlopers zijn in mindere mate verstoringgevoelig. De drie eendensoorten kunnen lokaal last van verstoring hebben, waardoor hun voedselopname niet de maximale snelheid kan bereiken. Zwarte Zee-eenden en Toppereenden zijn daarbij gevoeliger voor verstoring dan Eidereenden.

Kanoeten en Scholeksters overvliegen op hoogwatervluchtplaatsen (hvp's), vaak in grote groepen. Met name Kanoeten gebruiken daarvoor een beperkt aantal locaties in de Waddenzee, waar ze gemakkelijk verstoord worden door recreatie en (kleine) luchtvaart.

Voor steltlopers zijn de Nederlandse getijdengebieden van groot belang, zowel Waddenzee, als Delta. Voor de drie eendensoorten zijn Waddenzee, IJsselmeer, en kustzone van belang.

Vooral de eendensoorten zijn gevoelig voor calamiteiten zoals olievervuiling.

Meest relevante aandachtsthema's in de Nederlandse Waddenzee en Noordzeekustzone

In het hoofdrapport is een groot aantal kennislacunes en onderzoeksprioriteiten benoemd. Per vogelsoort kan daar weer een aantal meest wenselijke onderzoeksonderwerpen uit gedestilleerd worden.

Toppereend: genoemd wordt in het rapport dat Toppers in de Waddenzee verblijven. Niet duidelijk is óf ze er ook foerageren. Zoja, waarop wordt er gevoerageerd, en hoe profijtelijk is de prooi? Zonee, waarom niet? Thema's: voedselpreferentie (wat heeft de voorkeur), voedselkeuze (wat wordt gebruikt (relatie tot voedselvoorkomen), en profijtelijkheid (in hoeverre kan in de voedselbehoefte voorzien worden). De vraag richt zich vooral op de functie van sublitorale mosselvoorkomens in de Waddenzee.

Zwarte Zee-eend: de verspreiding lijkt erg met het voedselaanbod samen te hangen. De vraag is: waarop wordt gevoerageerd, hoe verhoudt die prooidierkeuze zich tot de voedselvoorkeur, en hoe profijtelijk is de prooi? De vraag richt zich op elk type schelpdieren in de Noordzeekustzone en in de Waddenzee, en specifiek op de rol die Ensis als (mogelijk) voedsel daarbij speelt. Een bijkomend thema is de verstoring van Zwarte Zee-eenden: in hoeverre beïnvloedt scheepvaartverkeer (en : wélk scheepvaartverkeer) de foerageeractiviteiten van de eenden.

Eidereend: de hoeveelheden sublitorale mosselen in de Waddenzee lijken niet voldoende om al de Eidereenden te voeden. Dat houdt in dat andere prooien ook een (belangrijk) bestanddeel van het voedsel zullen uitmaken. De vraag is: welk deel van het voedsel, welke keuze wordt gemaakt, ook in relatie tot het aanbod, en wat is de profijtelijkheid van die prooien. In verband met de mosselweek is het van belang nog beter de groottekeuze van Eiders experimenteel te onderbouwen.

Scholekster: de hoeveelheid litorale schelpdieren in de Waddenzee lijkt niet voldoende om de aanwezige Scholeksters te voeden. De vraag is: welke alternatieve prooien worden genomen en wat is de voedingswaarde. Kortom, wat is het tegenwoordige dieet van Scholeksters en hoe voorziet dat in de voedselbehoefte van de vogels.

Steenloper: naast verheldering van de trekroutes van de soort is het van belang te weten in hoeverre algenmatten met gerelateerde fauna een belangrijke voedselbron vormen voor de soort, en zoja, in hoeverre het voorkomen ervan zich in de loop der tijden heeft ontwikkeld. Een relatie met eutrofiëring ligt voor de hand, maar daarover is nog weinig bekend.

Kanoet: de voedselkeuze van de soort wordt elders al uitgebreid onderzocht, en extra inspanning in die richting heeft ons inziens geen eerste prioriteit. Wat wel aandacht verdient is de vraag waaróm het meest passende voedsel voor Kanoeten (nonnetjes en evt andere kleine schelpdieren) nog zo weinig aanwezig is, en waarom er zo'n groot verschil is tussen de westelijke Nederlandse Waddenzee en het oostelijke deel.

In het algemeen is er een drietal aandachtspunten, waarbij per soort het zwaartepunt wat anders ligt: wat is de voedselpreferentie, wat is de voedselkeuze in relatie tot het voorkomen van het voedsel, en wat is de reden dat een prooidiersoort in de betreffende dichtheden voorkomt (en niet in veel hogere dichtheden). Eutrofiëring, klimaat en visserij kunnen sturend zijn bij het laatste thema.

Aanpak

Door de auteurs is elk een of meerdere vogelsoorten voor zijn of haar rekening genomen, per soort is ook een literatuurlijst opgenomen. Aan een aantal derden is een concept van het rapport voorgelegd ter becommentariëring. De strekking van de commentaren is weergegeven en/of verwerkt in de tekst.

Leeswijzer

Het rapport is opgebouwd uit een hoofdrapport met daarin een overzicht van kennis-, kennisleemtes en onderzoekprioriteiten en een aantal bijlagen waarin per vogelsoort een overzicht gegeven wordt van wat er bekend is over onder meer gedrag, voedselbehoefte, aantallen in Nederland en in de wereld en bedreigingen en kennislacunes.

In het hoofdrapport wordt zowel gegroepeerd naar achtergrondkennis over de voedselbeschikbaarheid, als per soort, een samenvatting van de bijlagen gegeven.

Hoofdrapport

Kennisvragen

De specifieke vragen luiden:

1. Welke kennis (in rapporten en beschikbare literatuur) is reeds beschikbaar over de voedsel­ecologie m.b.t. de vogel­soorten Zwarte Zee­eend, Topper, Eider, Scholekster, Kanoet en Steenloper ?
2. Welke specifieke kennis­lacunes omtrent de voedsel­behoefte bestaan er nog ? Belangrijk hierbij is dat de bedreigingen langs de fly­way in kaart worden gebracht; deze kunnen betreffen: voedsel­situatie, jacht, ziektes, predatie, vergif­ting verdrinking in netten, aan­varingen met windmolens.
3. Hoe belangrijk zijn sublitorale mosselen, mosselen op percelen, *Ensis* en kokkels en mogelijke andere schelp­dieren als voedsel­bron? Welke prooi­groottes worden geselecteerd ?
4. Welke prioriteiten kunnen worden aangegeven daar waar het de te onderzoeken kennis­lacunes betreft?
5. In kaart wordt gebracht of en zo ja welke verschillende inzichten er onder onderzoekers bestaan ten aanzien van boven­staande aandachtspunten

Daar waar het het voedsel betreft kunnen de vragen herleid worden tot:

- a- in hoeverre is het benodigde voedsel aanwezig
- b- is het voedsel van de goede kwaliteit
- c- is het voedsel beschikbaar en bereikbaar
- d- krijgen de vogels voldoende gelegenheid het voedsel ook te bemachtigen. Rust is hierbij een belangrijk aspect.
- e- Hoe is de situatie langs de rest van de flyway.

Kennis, lacunes, bedreigingen: Algemeen samengevat

Verspreiding van de soort

Verspreidingsgebied is goed bekend van Scholekster, van de overige soorten vrij goed bekend. Door een aantal blinde vlekken moet het het werkelijke bestand mondiaal en/of Europees geschat worden.

Grootte, massa, variatie in seizoenen

Van de zes soorten is veel gegevens beschikbaar over de individuele massa is, inclusief de seizoens­variaties. Daardoor is meting van de massa (ofwel conditie) een goede mogelijkheid tot monitoring van de 'gezondheid' van een lokale populatie.

Broedsucces

Het broedsucces is geen grootte die voor een populatie genoemd kan worden, maar is wel een variabele die gebruikt kan worden (en gemonitord) om vast te stellen of een lokale populatie wel of geen reproductie­problemen kent. Een laag broedsucces wijst dan op problemen; die kunnen bijvoorbeeld een slechte voedsel­beschikbaarheid of een chronische verstoring betreffen.

Aantallen in Nederland

Door de regelmatige tellingen door vele amateurs en professionals, bestaat een landelijk dekkend beeld van de vogels die in Nederland broeden of verblijven. Daardoor kan

monitoring door middel van broedvogeltellingen, hoogwatertellingen of vliegtuigtelling gebruikt worden om een beeld te geven van het verloop door de jaren heen.

Seizoensdynamiek

Veel tellingen die gedaan worden zijn niet frequent genoeg om binnen elk jaar een goed beeld van het verloop van aantallen te geven. Voor een gemiddeld verloop over meerdere jaren zijn de beschikbare gegevens wél geschikt, en worden ze ook als zodanig gebruikt.

Belangrijke broedgebieden

Bij de Scholekster zijn de broedgebieden vrij goed bekend; de andere soorten broeden in vaak moeilijk toegankelijke gebieden. Daar is wel bij benadering bekend welke regio's belangrijk zijn, maar de detaillering betreft niet een lokaal niveau.

Belangrijke overwinteringsgebieden

De overwinteringsgebieden zijn van de zes soorten vrij goed bekend. De Zwarte Zee-eend is door zijn voorkomen verder uit de kust een relatief lastig te monitoren soort, en verschuivingen in overwinteringsgebieden worden dan niet eenvoudig vastgesteld.

Belangrijke foerageerplaatsen in Nederland

De foerageergebieden zijn van de zes soorten vrij goed bekend, al is dit voor de Zwarte Zee-eend door zijn voorkomen verder uit de kust relatief lastig vast te stellen, evenals voor die Eidereenden die ook op zee verblijven.

Treksnelheid

Er is een beperkt aantal data over treksnelheden, meestal gebaseerd op meerdere ringvangsten kort na elkaar. Een beperkt aantal metingen in experimentele opstellingen is bekend. Treksnelheden zijn belangrijke kenmerken als het gaat om energiebehoefte tijdens de trek en de implicatie van een gehinderde opvetmogelijkheid voorafgaand aan de trek. Belangrijk item om meer kennis over te verkrijgen.

Plaatstrouw

Een belangrijk item als het erom gaat hoe goed vogels in staat zijn de optimale foerageergebieden te vinden en/of te benutten, en hoe goed vogels in staat zijn om te reageren op een verslechterde of verslechterende voedselsituatie. Er is niet veel van bekend; Kanoeten verplaatsen zich veel, en lijken goed in staat verschillende foerageergebieden te vinden of te gebruiken; Scholeksters zijn nogal plaatstrouw wat de soort opbreekt indien de voedselsituatie (lokaal) achteruit gaat.

Voedselkeuze

Belangrijk om te kennen, omdat het informatie verschaft over hoe de kennis over voedselhoeveelheid vertaald moet worden naar voedselbeschikbaarheid. De laatste jaren is hierin veel progressie geboekt. De prooidierkeuze van Scholeksters, Kanoeten, Eidereenden en Toppereenden is steeds beter bestudeerd. Het type prooi, de profijtelijkheid (de hoeveelheid vlees gemeten aan de moeite die gedaan moet worden om de prooi te bemachtigen) en de grootte van de prooi zijn alledrie daarbij belangrijke items. Over preferente prooien bestaat inmiddels redelijke kennis, al staan nog vele vragen open. Er is evenwel weinig bekend over alternatieve prooien: die prooien waarop óók gevoerageerd wordt. Steenlopers zijn omnivoren, maar hun voorkeur voor prooien onder algenmatten verdient eveneens nader onderzoek. Over de dieetkeuze van Zwarte Zee-eenden in de Nederlandse kustzone is weinig bekend anders dan uit waarnemingen wáár de eenden zich bevinden en een klein aantal maagonderzoeken. Evenmin is de prooidierkeuze van Toppers in de Waddenzee bekend.

Voedsel- en energiebehoefte

Van de soorten zijn inmiddels veel gegevens beschikbaar over hun dagelijkse voedselbehoefte is, zowel in de zomer, in de winter, als vóór de trek, al zijn nog heel wat details in te vullen. De energiebehoefte tijdens de trek is veel minder goed in kaart gebracht; en hangt sterk af van het vermogen dat het vliegen kost, en de tijdsduur van en omstandigheden tijdens de trek.

Functionele respons

De functionele respons en de geaggregeerde respons zijn belangrijk om te kennen omdat daarmee bepaald (berekend) kan worden in hoeverre en met welke snelheid geschikt voedsel door een vogel kan worden opgenomen. Hiervoor is voor Scholekster en Kanoet veel onderzoek verricht, en voor Steenloper enig onderzoek, maar voor de eendensoorten is dit nog onontgonnen terrein.

Voedselbeschikbaarheid

De voedselbeschikbaarheid kan alleen vastgesteld worden door surveys die het hele relevante gebied voor een soort omvatten. Deze is in Nederland maar deels bekend, omdat in de Waddenzee eigenlijk alleen kokkels en mosselen integraal geïnventariseerd worden, en in de kustzone tot voor kort *Spisula*'s, en sinds kort *Ensis*. Over andere (mogelijke) voedselbronnen als *Ensis* (Waddenzee), *Mya*'s, Driehoeksmosselen (IJsselmeer) en niet-schelpdieren is geen volledige informatie beschikbaar. Ook over de dynamiek van de voedselhoeveelheden, -kwaliteit en –samenstelling is maar heel beperkt informatie beschikbaar.

Dit is in situaties waarin er geen voedselgebrek optreedt niet zo'n probleem, maar dit lijkt op de Nederlandse situatie niet van toepassing, zie hieronder.

Voedselgebrek

Voor Scholeksters, Kanoeten, Eidereenden en Toppers lijkt het er sterk op dat de beschikbare hoeveelheid voedsel niet of nauwelijks voldoende is voor de huidige bestanden. Hierdoor is het bij deze vier soorten de vraag of instandhoudingsdoelen die uitgaan van een aantalstijging haalbaar zijn als niet tevens de voedselbeschikbaarheid vergroot wordt. Voor Steenlopers lijken er geen problemen te bestaan, maar voor die soort is de verspreiding nogal diffuus, en daardoor is het inzicht in wat de vogel wel of niet nodig heeft en ter beschikking heeft ook niet erg groot. Voor Zwarte Zee-eenden zijn er gewoon te weinig data om een antwoord op de vraag te geven.

Verstoring

In Nederland: lijkt nauwelijks bedreigend voor Steenloper. Kanoeten kunnen makkelijk verstoord worden, maar overtijden op vaak ontoegankelijke locaties. Scholeksters hebben ongetwijfeld in broedseizoen last van landbouwactiviteiten, in overige tijden kan toerisme een rol spelen. Eidereenden kunnen zowel profiteren van als last hebben van mosselkwekers. Alle eendensoorten kunnen in meerdere of mindere mate last hebben van scheepvaart, vooral indien die zich voordoet bij voedselconcentraties of in rust- en/of ruigebieden. Luchtvaart kan voor alle soorten verstorend zijn. Roofvogels zijn vaak ook een belangrijke verstoringbron.

Verstoring kan vooral bedreigend zijn in die perioden waarin de vogels opvetten: in korte tijd grote hoeveelheden voedsel binnenkrijgen om voor de trek voldoende energie op te slaan. Dit zijn perioden waarin de vogels maximaal foerageren en elke verstoring negatief op de hoeveelheid opgeslagen energie kan doorwerken, met als mogelijk gevolg een tekort om de trek te volbrengen, of (in het voorjaar) een te geringe conditie aan het eind van de trek om een goed broedsucces te geven.

Jacht

In Nederland speelt jacht een betrekkelijk kleine rol, maar in internationaal verband is het omgekeerde het geval. We hebben hier in het voorliggende rapport niet veel aandacht aan kunnen geven.

Olie

Vooraf eenden kunnen gevoelig zijn voor olie, omdat ze in de wintermaanden in grote concentraties voor kunnen komen waardoor verontreinigingen grote gevolgen kunnen hebben.

Eutrofiëring/draagkracht

Eutrofiëring en de-eutrofiëring heeft invloed omdat het, via de productie van algen, de productie van schelpdieren en ander benthos als vogelvoedsel kan beïnvloeden, evenals de soortensamenstelling van het voedsel. Dit speelt zeker in het IJsselmeer, de Waddenzee en de Delta, maar ook in de kustzone. In de volgende paragraaf ("kennislacunes voedselbeschikbaarheid") is dit aspect wat verder uitgediept.

Menselijk handelen

Menselijke invloeden spelen een rol voor alle zes vogelsoorten.

Verstoring heeft een directe negatieve invloed, die van groot belang kan zijn wanneer de vogel al de beschikbare tijd nodig heeft om te foerageren of (een deel van) zijn rusttijd moet gebruiken om kort daarvoor opgenomen prooien te moeten verteren. Eenden zijn gedurende de ruitijd vleugellam, en hebben tegelijkertijd rust én voldoende beschikbaar voedsel nodig.

Eutrofiëring en de-eutrofiëring heeft invloed omdat het de productie van voedsel kan beïnvloeden, evenals de soortensamenstelling van het voedsel. Dit speelt zeker in het IJsselmeer, de Waddenzee en de Delta, maar ook in de kustzone.

De invloed van visserij is niet goed bekend; enerzijds kan deze negatief zijn omdat in wezen concurrentie met de vogels plaats vindt om het voedsel, anderzijds kan deze ook positief zijn als hierdoor de groeimogelijkheden voor mosselen verbeterd en de mortaliteit verminderd wordt en de mosselen lang genoeg op de percelen blijven liggen.

Visserij kan ook een indirecte invloed hebben als er sprake is van voedselwebbeïnvloeding. Door het complexe karakter van de voedselwebrelaties is onderzoek ernaar moeilijk realiseerbaar en zijn de beïnvloedingen moeilijk te beschrijven. Toch dient dit soort relaties, waarbij bevissing op één soort (grote) consequenties heeft (of kan hebben) voor andere soorten, serieus genomen te worden, juist omdat ze zo moeilijk traceerbaar zijn en de situatie vaak moeilijk herstelbaar is.

Kennislacunes met betrekking tot de voedselbeschikbaarheid

In het bovenstaande is voor een aantal items aangegeven wat er wel of niet bekend is. Een belangrijk punt hierbij is de voedselbeschikbaarheid, en dat in Nederland in meerdere gevallen een knelpunt betreft voor meerdere van de genoemde vogelsoorten. Naar ons idee is het belangrijk om in die context de volgende vragen te beantwoorden:

1. Wat is de relatie tussen (de mate van) eutrofiëring en de beschikbaarheid van schelpdieren van voldoende kwaliteit (dus met voldoende vlees)?

2. Wat is de oorzaak van de blijvend slechte voedselsituatie (wat betreft mosselen, nonnetjes en kokkels) in de westelijke Waddenzee?
3. Wat is de oorzaak van de slechte voedselsituatie in de Oosterschelde?
4. In hoeverre is de prooiconditie gerelateerd aan eutrofiëring en voedselconcurrentie tussen de verschillende secundaire producenten?
5. Hoeveel invloed heeft de dalende eutrofiëring op broedval van schelpdieren?
6. Hoeveel invloed heeft klimaatverandering (mismatch via temperatuur en minder strenge winters) op broedval?
7. Wat stuurt de garnalenstand; die kan op zijn beurt weer het reproductiesucces van schelpdieren beïnvloeden?
8. De prooibeschikbaarheid kan afhankelijk zijn van eutrofiëring, maar evenzeer van meer complexe voedselwebprocessen waarbij beïnvloeding (door klimaat, visserij, nutriënten) van meerdere soorten organismen in de Waddenzee/Noordzee een rol kan spelen. Hoe spelen dergelijke meer ingewikkelde mechanismen een rol?

Voedselbeschikbaarheid en vindbaarheid in een groot gebied is een thema bij Zwarte Zee-eend, de overwinterende en doortrekkende Eidereend, Topper en Kanoet. De soorten kunnen zich over aanzienlijke afstanden verplaatsen om te foerageren.

Voor Scholeksters en broedende Eiders is een goede lokale voedselbeschikbaarheid van belang, vanwege het geringe bereik van deze vogels die plaatstrouw (kunnen) zijn.

Kennislacunes per soort benoemd

De kennisleemtes zoals die hierboven zijn aangegeven zijn per soort nader gespecificeerd:

Toppereend

- 1- Welke voedselbronnen gebruiken Toppers in NW-Europa, en wat is de beschikbaarheid in relatie tot bijvoorbeeld ijsbedekking (met name in de Oostzee).
- 2- In welke mate draagt de Waddenzee bij aan de voedselopname van Toppereenden in Nederland en wat eten ze precies in de Waddenzee?
- 3- Wat is het effect van mosselzaadvisserij en mosselkweek op het voor Toppereenden beschikbare voedselaanbod in de Waddenzee?
- 4- Waar leven Toppereenden van buiten het IJsselmeer en de Waddenzee, met name in de (Voor)delta?

Zwarte Zee-eend

- 1- De rol van *Ensis* als voedsel van zee-eenden is niet goed bekend. Welke (groottes van) *Ensis* is nog geschikt voedsel, hoe gaan de eenden hiermee om en wat is het profijt? Eten de eenden naast *Ensis* thans nog andere prooien en zo ja, welke dan?
- 2- Het belang van mosselen van wilde sublitorale bestanden en/of van mosselpercelen is nauwelijks bekend
- 3- Kennis over het broedsucces is gering
- 4- De ontwikkeling van de Europese populatie is niet goed genoeg bekend.

Eidereend

1. De rol van *Ensis* als voedsel van eidereenden is onbekend. Welke *Ensis* (-grootte) is nog geschikt voedsel en hoe gaan de eenden hiermee om? In de Waddenzee eten Eidereenden *Ensis*, maar doen ze dat in de kustzone ook, en zonee waarom niet?
2. Hoe hoog is de predatiedruk door Eidereenden op de wilde sublitorale mosselen en op de mosselen op de percelen?
3. Wat is het effect van mosselzaadvisserij en mosselkweek op het voor Eidereenden beschikbare voedselaanbod?

4. De ontwikkeling van de Europese populatie is niet goed genoeg bekend.

Scholekster

1. Hoe snel past een Scholekster populatie zich aan wanneer de draagkracht drastisch verandert?
2. Wat is de herkomst van de Scholeksters die in de Waddenzee overwinteren?
3. Wat is het effect van schelpdiervisserij (handkokkelvisserij in de Waddenzee, mechanische kokkelvisserij in de Delta) op het voedselaanbod voor Scholeksters?
4. Is de voortgaande achteruitgang van de Scholekster in Nederland uitsluitend het gevolg van een slechte voedselsituatie in de winter, of spelen ook veranderingen in het agrarische gebied een rol?
5. Welke alternatieve prooien worden genomen en wat is de voedingswaarde ervan? Kortom, wat is het tegenwoordige dieet van Scholeksters en hoe voorziet dat in de voedselbehoefte van de vogels.
6. Wat is het kritische stressniveau (zoals bepaald met het model WEBTICS) waarbij de Scholekster populatie niet verder kan groeien?

Steenloper

- 1- De trekroutes zijn onduidelijk. Zenderonderzoek over grote afstanden is nog nauwelijks mogelijk bij vogels van dit (kleine) formaat.
- 2- De populatiegrootte-ontwikkeling en de oorzaken van de negatieve trend in de aantallen die de Waddenzee bezoeken.
- 3- Het effect van het verdwijnen van droogvallende mosselbanken na 1985 in de Waddenzee kan alleen worden onderzocht d.m.v. een gedetailleerde vergelijking van de aantalsontwikkeling tussen gebieden waar deze wel en niet zijn verdwenen of teruggekeerd. Vergelijking met gebieden zoals Nedersachsen en Schleswig-Holstein is hierbij een optie.
- 4- Steenlopers zijn specialisten bij het foerageren onder matten van macro-algen. Over het voorkomen daarvan zijn weinig kwantitatieve gegevens beschikbaar, maar mogelijk is een kwalitatief beeld te schatten van de ontwikkeling daarvan, eventueel in relatie tot de eutrofiëring.

Kanoet

- 1- Is er een menselijk verstrend effect en zo ja hoe is dat voor elk van de deelgebieden in de Waddenzee?
- 2- Wat is de reden van de verzanding centrale westelijke Waddenzee, het kerngebied van de kanoet, en hoe belangrijk is het verschijnsel?
- 3- Wat is de reden van het lage bestand aan Nonnetjes in de westelijke Waddenzee?

Het bovengenoemde deel van de kennisvragen en –lacunes heeft betrekking op soortspecifieke vragen, een ander deel op vragen die het voedsel van meerdere soorten betreft. In alle gevallen is het zo dat allerlei ontwikkelingen niet los van elkaar kunnen worden gezien; ook trends in Nederland zijn gekoppeld aan algehele populatieveranderingen, of aan populatieverschuivingen tussen verschillende gebieden.

Noodzakelijke condities van de foerageergebieden

Een aantal aandachtspunten is aan te geven waar instandhoudingsdoelstellingen op gericht kunnen en dienen te worden:

- aanwezigheid van voldoende litorale mosselbanken

- goede verspreiding van de litorale mosselbanken over de gehele Waddenzee (oostelijk én westelijk deel van het Nederlandse wad).
- litorale aanwezigheid van andere geschikte schelpdieren, zoals kokkels en/of nonnetjes
- aanwezigheid van voldoende sublitorale voedselbronnen, vooral mosselvoorkomens. Deze vormen tevens omgevingen met een hogere soortenrijkdom
- goede verspreiding van sublitorale voedselbronnen, zowel in Delta, Waddenzee, kustzone als in IJsselmeer
- Voor álle soorten: voldoende rust tijdens foerageren, en bij hvp's Internationaal gezien gelden analoge voorwaarden, plus in elk geval:
- verdwijning van de jachtdruk.

Onderzoekprioriteiten

In lijn met wat hierboven beschreven is lijkt het ons het meest zinvol onderzoek te richten op

- de voedselbeschikbaarheid in relatie tot de voedselpreferentie. Het lijkt erop dat de hoeveelheid geschikt voedsel voor de drie eendensoorten en de drie steltlopers onvoldoende is. Dit is voor Eidereend, Toppereend, Scholekster en Kanoet evident, soms temporeel, soms lokaal, soms systeembreed. Voor de Zwarte Zee-eend en de Steenloper is de voedselbeschikbaarheid in relatie tot hun voorkeur niet goed bekend.
 - o wat is de oorzaak van de voedselsituatie?
 - o welke natuurlijke sturende factoren spelen hierbij een rol? (klimaat, predatie door krabben of zeesterren, etc)
 - o welke directe rol speelt menselijk handelen daarbij, en
 - o in hoeverre zijn restauratieve maatregelen mogelijk of wenselijk?
 - o vindt er voedselconcurrentie tussen de soorten plaats?

Het belang van sublitorale mosselbanken voor de voedselvoorziening voor eenden is een van de thema's die hieronder vallen.
- de verstoring:
 - o in hoeverre speelt verstoring een belangrijke rol
 - o in hoeverre is het mogelijk dat te voorkomen?
- de voedselwebrelaties:
 - o in hoeverre spelen indirecte processen mogelijk een rol en kunnen maatregelen genomen worden om die effecten tegen te gaan?
- de externe factoren:
 - o in hoeverre spelen ontwikkelingen buiten onze grenzen een belangrijke rol bij de populatieontwikkeling van de zes soorten?
 - o in hoeverre zijn die ontwikkelingen analoog aan die welke in Nederland worden waargenomen (of juist niet)?
 - o welke internationale maatregelen zijn nodig om de zes soorten beter te beschermen?
- de voegeigenschappen zelf:
 - o trekroutes van de Steenloper en de Scholekster dienen beter bekend te worden
- de resultantes van de processen: voedselbeschikbaarheid, verstoring en alle andere processen hebben uiteindelijk hun invloed op meetbare grootheden. Door deze te volgen kunnen veranderingen als gevolg van bedreigingen eerder op het spoor gekomen worden dan met tellingen alleen. Om overleving, reproductie en verspreiding te monitoren is een geïntegreerde populatiemonitoring nodig:
 - o het tellen van vogels is een manier om een vinger aan de pols te houden van populatieontwikkelingen

- o ringonderzoek
- o onderzoek naar gebiedsgebruik
- o meten van de conditie van de vogels gedurende de seizoenen
- o meten van reproductief succes
- effecten van warmere winters op winterverspreiding
 - o wat is de kwantitatieve invloed van warmere winters op de winterverdeling van de zes soorten?
 - o Wat is de invloed van warmere winters op de voedselbeschikbaarheid in de Nederlandse Waddenzee?

Een deel van de bovengenoemde thema's betreft onderzoek naar processen, een deel betreft de manier waarop er gemonitord zou kunnen worden, en een deel richt zich op maatregelen die getroffen kunnen worden om de condities voor de vogels te verbeteren.

Welke mogelijke thema's zijn niet benoemd?

Met name vervuiling door allerlei organische en anorganische microverontreinigingen is niet behandeld. Een belangrijke reden is vooral dat de het streven er is dergelijke verontreinigingen zo ver mogelijk terug te dringen: het beleid is op een nul-niveau gericht. Over andere typen verontreinigingen zoals die met hormonen en anti-biotica is in wezen dermate weinig bekend dat in dit kader geen zinvolle uitspraken over mogelijke effecten zijn te doen.

Overige soorten

De gestelde vraag betreft zes vogelsoorten, maar dat betekent niet dat voor de overige soorten geen kennisleemtes of bedreigingen bestaan.

Auteurs en geraadpleegde personen

De auteurs en de zwaartepunten van hun bijdragen zijn

A.G. Brinkman	Wageningen-IMARES / Texel	editor, algemene soortinformatie, energetische beschouwingen
J.J. de Leeuw	Wageningen-IMARES / IJmuiden	Topper
M.F. Leopold	Wageningen-IMARES / Texel	Zwarte Zee-eend, Eider
C.J. Smit	Wageningen-IMARES / Texel	Scholekster, Steenloper
I.Y.M. Tulp	Wageningen-IMARES / IJmuiden	Kanoet

Een conceptversie van het rapport is aan een aantal derden ter becommentariëring voorgelegd:

H. Revier	Waddenvereniging, Harlingen
B.J. Ens	SOVON Vogelonderzoek Nederland, Ubbergen/Texel
S. Braaksma	LNV Directie Regionale Zaken / Noord, Groningen
G. Ottens	Vogelbescherming Nederland, Zeist
H. Baptist	Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist, Kruisland/Steenbergen

Hun bijdragen zijn zoveel mogelijk in de tekst verwerkt; anders dan de auteurs zijn zij niet verantwoordelijk voor de inhoud van het rapport. De belangrijkste opmerkingen waren daarnaast:

- het stuk beperkt zich tot deze zes vogelsoorten, maar dat wil niet zeggen dat er bij andere soorten geen nijpende problemen of kennislacunes zouden bestaan

- de zandhonger in de Oosterschelde is een van de belangrijkste problemen die het foerageergebied van steltlopers in het algemeen en Scholeksters in het bijzonder beperkt
- voedseltekorten voor vogels doen zich zeker in de Delta voor
- de effecten van klimaat moeten niet vergeten worden: vooral veranderde windvelden zullen invloed hebben op de trekprestaties van lange-afstandsvliegers
- de voedselsituatie voor schelpdieretende vogels kan veranderen door toenemende competitie tussen eetbare schelpdieren zoals kokkels, mosselen en nonnetjes enerzijds, en exoten als Amerikaanse Zwaardschede en Japanse Oester anderzijds.

Referenties

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. 2006. Natura 2000 doelendocument Duidelijkheid bieden, richting geven en ruimte laten. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag. 228 pp.

Bijlage: Bespreking van de zes vogelsoorten

Inleiding

Allereerst is even kort het waarom van de verschillende aandachtspunten aangegeven.

Algemene kenmerken van de soort

Een aantal algemene onderwerpen voor de beeldvorming over de soort. De leeftijd geeft vaak een indicatie of de soort een hoge reproductiesnelheid moet hebben (kortlevend) of niet (langlevend). De herstelkans na een catastrofe (van welke aard dan ook) is in het laatste geval kleiner dan in het eerste.

Belangrijke gebieden

Een korte weergave van wat de kerngebieden voor de soort zijn, zowel als broedgebied, als overwinteringsgebied, als de trekroutes met de belangrijkste rustgebieden. De treksnelheid geeft een indicatie van de afstanden die een vogel per dag kan afleggen. Plaatstrouw aan broed- en overwinteringsgebieden is een teken voor hoe flexibel een soort is om minder gunstige omstandigheden te ontwijken.

Aantallen

Een overzicht is gegeven van de schattingen van de broedparen in de gebieden die voor (west-) europa van belang zijn, hoeveel vogels van de Oost-Atlantische trekroutes gebruik maken, en in welke mate de Nederlandse en andere kustgebieden gebruiken. Hierbij is ook aangegeven of de soort in aantal achteruitgaat, zowel wat de totale populatie betreft als wat de Nederlandse situatie aangaat.

Voor de Nederlandse situatie is de seizoensdynamiek en de trend met de jaren kort toegelicht.

Voedsel en energieverbruik

Voedselkeuze, voedsel- en energiebehoefte is kort toegelicht. Een belangrijk item is daarbij wat voor voedsel nodig is, hoeveel en van welke grootte.

Functionele respons

Een korte beschrijving hiervan is opgenomen omdat kennis daarover ons iets verteld over de manier waarop vogels van het beschikbare voedsel ook daadwerkelijk gebruik kunnen maken. De *generalized functional response* beschrijft de opnamesnelheid van voedsel als functie van de dichtheid aan prooidieren en de dichtheid aan concurrerende soortgenoten. Om te beginnen kost het een vogel tijd om voedsel te vinden: de zoeksnelheid is van belang. Hoeveel m² kan een individu per tijdseenheid doorzoeken op voedsel.

En vindt het individu dan ook voldoende geschikte prooien, en hoeveel tijd kost het daarna op de prooi te verweken en op te eten? Alleen al op basis van deze data kon tijdens het EVA-II onderzoek (Ens et al, 2004) worden berekend dat het niveau van de voedselreservering voor vogels beneden het niveau lag dat Scholeksters überhaupt nog voldoende voedsel konden vinden. De haalbare snelheid van voedselopname is daarnaast afhankelijk van de prooidichtheid, én van de predatorichtheid (een negatieve relatie). Het eerste is een positieve relatie, wat logisch is omdat de zoektijd vermindert. Het tweede is een negatief verband, omdat een hogere dichtheid meer confrontaties tussen individuen tot gevolg heeft, met een geringere zoektijd als gevolg. Vooral bij Scholeksters is dit laatste een belangrijk proces, maar het speelt ook bij Steenlopers, en in nog wat mindere mate bij Kanoeten.

Onderzoek naar de functionele respons heeft geleid tot de ontwikkeling van meerdere modellen. Onder de aanname dat de dieren zich *ideal free* (Fretwell & Lucas, Jr. 1970; Sutherland 1996) gedragen heeft dit grote gevolgen voor de voorspellingen over de wijze waarop de dieren zich over het voedselgebied verdelen, de zogenaamde *aggregative numerical response* (van der Meer & Ens 1997).

Uiteindelijk kan met behulp van kennis over de functionele respons berekend worden hoeveel prooidieren er nodig zijn opdat een vogelsoort gedurende een langere tijd voldoende kan foerageren in een gebied. Voor Scholeksters vereiste dat een ruim 3* zo grote prooidierhoeveelheid als voorafgaand aan de EVA-II-studie als reservering werd gehanteerd.

Bedreigingen en kennisleemtes

Een opsomming is gegeven van welke bedreigingen er zijn, en waar de belangrijkste kennisleemtes liggen.

Topper Aythya marila

Algemene kenmerken

Verspreiding van de soort

Laag-arctisch en sub-arctische broedvogel over alle breedtegraden. Broedend in IJsland, Noorwegen, Noord-Zweden, Noord-Finland, Botnische kust van Finland, Noord-Rusland en ook in Noord-Amerika. Enkele tientallen paren in Estland, maar daar aan het afnemen (Snow & Perrins, 1998). Af en toe in Schotland. Van de Aythya's de soort die het meest noordelijk overwintert. Overwinteren gebeurt vaak massaal, honderden-duidenden exemplaren bij elkaar, daar waar rijke voedselbronnen aanwezig zijn. Dit kunnen getijdengebieden zijn, maar ook zoete wateren. In Nederland vooral duikend op schelpdieren.

De broedpopulatie kan lokaal lijden onder (zeer) strenge winters, maar het herstel kan ook vrij snel verlopen (Bauer & Glutz von Blotzheim; 1969, bdn 3).

Grootte, massa

Lengte 40-51 cm. Massa 1300-1400 gram in januari in IJsselmeer (vetvoorraad meer dan 300 g) (De Leeuw & Van Eerden 1995). Bij ♀♀ varieert de massa van 700-1250 g, bij ♂♂ van 850-1300 g (Snow & Perrins, 1998). Bauer & Glutz von Blotzheim (1969, bdn 3) noemen dat de massa 's winters het grootst is: 1^e-jaars ♂♂ 930-1330 g (gem 1130), 2^e-jaars ♂♂ 1137-1372 g (gem 1256 g). 1^e-jaars ♀♀ 791-1273 g (gem 1024), 2^e-jaars ♀♀ 1037-1312 g (gem 1182 g). Volledig vermagerd kan de massa tot op 550 g dalen. Oude ♂♂ hebben in mei een massa van 990, in juni van 905-1050 (gem 1000) g. Voor ♀♀ zijn deze waarden 910-1100 g. In september: ♂♂ 840-935 (gem 890) g, ♀♀ 690-1025 (gem 806) g. Voor doortrekkers in augustus: 750-900 (gem 807) g, in september 690-1025 (gem 806) g (♂♂ en ♀♀), in oktober 715-1220 (gem 871) g.

Broedsel en kuikens

Geslachtsrijp in het 2^e levensjaar. Gemiddeld 9 à 10 eieren per nest, van 55-65 g elk. Broeden begint vaak rond midden mei in Fenno-Scandinavië en Noord-Rusland, en eind mei op IJsland.

Maximale leeftijd.

De jaarlijkse overleving werd door Boyd (cit Bauer & Glutz von Blotzheim, 1969) voor de IJslandse populatie op 0.48 geschat, wat een laag getal is. Voor Kleine Toppereenden (*Aythya affinis*) is een jaarlijkse overleving van 0.56-0.57 vastgesteld (Austin et al, 1999); dit is in een periode waarin de populatiegrootte van de soort aan het afnemen is.

Bauer & Glutz von Blotzheim (1969) noemen 13 jaar als hoogst waargenomen leeftijd.

Ondersoorten

De geografische variatie is gering.

Belangrijke gebieden

Broedgebieden

Het zwaartepunt ligt in Rusland; de gebieden in Finland (Lapland, Botnische kust), Noord-Zweden, Noorwegen en IJsland zijn ruwweg van gelijk belang.

Overwinteringsgebieden

Zuidelijke Oostzee, IJsselmeer, Waddenzee, Zwarte Zee, Kaspische Zee.

De soort is sterk nomadisch en daardoor kunnen de aantallen in de verschillende overwinteringsgebieden lokaal sterk fluctueren.

Overigens geven Flint et al (2005) aan dat op basis van populatiedynamische studies het belang van een goed beheer in de overwinteringsgebieden groot is. Een vergrote overleving heeft meer invloed dan een relatief gelijke vergroting van de productiviteit.

Overwinteringshabitats

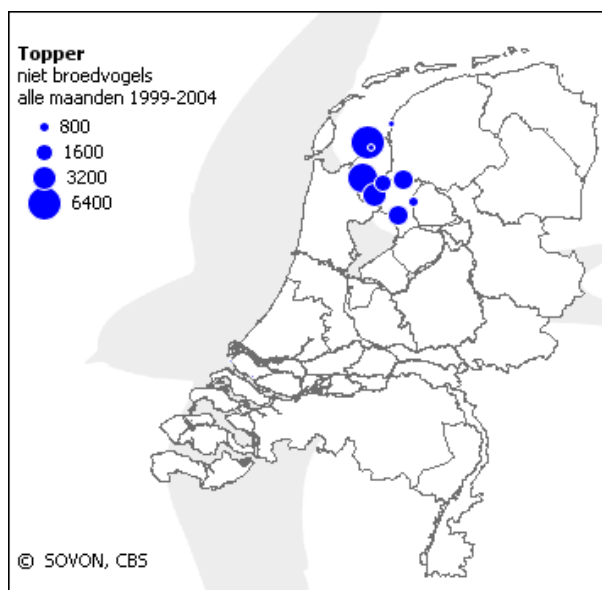
Grote open zoetwatermeren en ondiepe kustzones (maximaal 10 m diep) met hoge dichtheden kleine tot middelgrote schelpdieren.

Trekroutes in NW-Europa

Trekroutes lopen grotendeels N-Z of NO-ZW, vaak langs de kust (overwinteraars Oostzee, IJsselmeer, Waddenzee) of meer Z (naar Zwarte Zee etc).

Wat zijn de hot-spots langs de Europese flyway

Oostzee, IJsselmeer, Waddenzee, Zwarte Zee. In Figuur 1 zijn de belangrijke Nederlandse gebieden aangegeven.



Figuur 1 Belangrijke gebieden in Nederland voor Toppereenden. Bron: SOVON. Periode 1999-2004

Treksnelheid en afstand

Er is weinig van bekend. Vliegsnelheden van 50-70 km/u. De trek verloopt vaak stapsgewijs. Er lijkt een voorkeur te bestaan om dicht langs de vorstgrens de overwinteringsgebieden te zoeken.

Gemiddelde verblijftijd in WZ

Enkele uren tot enkele weken (maar in alle wintermaanden kan de soort worden aangetroffen).

Plaatstrouw aan slaapplek en/of foerageergebied plus omgeving of opportunistische verspreiding over groot potentieel voedselgebied?

Rustgebieden liggen vaak in de buurt van foerageergebieden (afstand meestal < 10 km).

Windluwe gebieden worden geprefereerd, maar vaak rusten Toppereenden op open water nabij de voedselgebieden. Rijke, ondiepe schelpenbanken die als foerageergebied kunnen dienen komen vaak lokaal voor. Deze locaties (locale hotspots) kunnen over reeksen van jaren worden bezocht, waardoor een zekere mate van plaatstrouw optreedt.

Plaatstrouw aan broedgebieden en/of overwinteringsgebieden

Van Kleine Toppereenden (*Aythya affinis*) is bekend dat zij erg plaatstrouw zijn aan geboorte- en broedgebieden, Austin et al (1999) geven aan dat dit voor de Toppereend waarschijnlijk ook het geval is. Dat betekent in het algemeen dat de soort gevoeliger is voor veranderde omstandigheden in het broedgebied dan indien op een meer flexibele manier het broedgebied zou worden gekozen. Voor plaatstrouw aan overwinteringsgebieden zijn geen gegevens gevonden.

Aantallen

Wereldpopulatie

Op basis van www.birdlife.org die ruim 180.0000 broedparen 25-50% van de wereldpopulatie noemt, kan die op 750.000-2.000.000 exemplaren geschat worden. Maar dit is een schatting met een grote onzekerheid.

Eurazische populatie

Een overzicht staat in Tabel 1 vermeld.

Tabel 1 Broedparen van Toppereend in Europa (www.birdlife.org)

Land	Aantal broedparen
Noord-Europa	180.000-190.000
Algehele trend	Stabiel
Broedgebied	> 1.000000 km ²
Deel van de wereldpopulatie:	25-49 %

Hoeveel langs NW Europese flyway

In Tabel 2 is een overzicht gegeven, naar www.birdlife.org.

Tabel 2 Overwinterende Toppereenden in Europa. Naar [ww.birdlife.org](http://www.birdlife.org)+ aantallen schattingen voor de jaren 1990-2003

Land	Aantal overwinteraars
Denemarken	9000-11000
Frankrijk	2000-3000
Duitsland	20000-80000
Ierland	1500-3000
Italië	200-400
Nederland	53000
Noorwegen	500-2000
Oekraïne	20000-100000
Polen	5000-15000
Zweden	1000-1500
UK	9200
Totaal	> 120.000
Waarvan in belangrijke vogelgebieden	>90 %
Algehele trend	Sterke achteruitgang
Deel van de wereldpopulatie:	25-49 %

De www.birdlife.org-tabellen zijn niet helemaal consistent, naar het lijkt. Er zijn minstens 180.000 broedparen, die eenzelfde percentage van de wereldpopulatie vormen als de ruim 120.000 overwintelaars. Nu is opgeteld het aantal overwintelaars 100.000-250.000, waarbij de aantallen in de Oekraïne een groot aandeel in de onzekerheid vormen. Dus óf de aantallen broedparen zijn overschat, of de aantallen overwintelaars onderschat, óf de percentages van de wereldpopulatie kloppen niet.

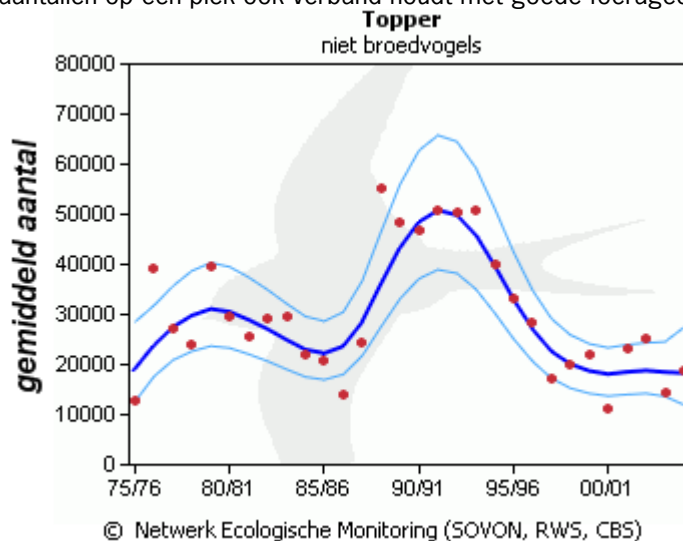
Hoeveel in NL WZ,

De aantallen variëren sterk. Uitwisseling met IJsselmeer is vastgesteld (o.a. radarwaarnemingen bij Afsluitdijk en waarnemingen overdag). Soms dient de Waddenzee als uitwijkplek wanneer IJsselmeer grotendeels dichtvriest (begin jaren 1990 konden de aantallen oplopen tot meer dan 50.000, mogelijk zelfs 100.000). Dergelijke grote aantallen zijn echter uitzonderlijk en de laatste 10 jaar niet meer waargenomen.

Voor de zoete rijkswateren geven Van Roomen et al (2006) aan dat in de jaren '70 10000-15000 Toppers geteld werden (seizoensgemiddelde), welk aantal tussen midden '80 en (ongeveer) 1991 tot 40000-50000 toenam. Daarna volgde een gestage afname tot ongeveer 15000 exx, vanaf 2000 is dat aantal vrij constant. In Figuur 2 is een trend aangegeven voor de Nederlandse situatie.

Ook in de Waddenzee, waar tot voor kort nog tienduizenden Toppers werden geteld (in het algemeen in de omgeving van de Afsluitdijk), is het aantal sterk afgenomen tot hooguit een paar duizend vogels.

Omdat de vogels slaaptrek kunnen vertonen is het soms moeilijk vast te stellen of (grote) aantallen op een plek ook verband houdt met goede foeragemogelijkheden of juist niet.



Figuur 2 Gemiddeld aantal Toppereenden in Nederland. Dit betreft alle tellingen, dus ook de zomermaanden. Bron: SOVON

Seizoensdynamiek

In Nederland een typische wintergast met de hoogste aantallen doorgaans in december en januari. In IJsselmeer nemen vanaf juli de aantallen al toe, eerst ruiers (piek in augustus). Vanaf oktober en november sterke toenames van de aantallen wintergasten. Vanaf februari en vooral maart nemen de aantallen sterk af. In mei en juni worden zelden Toppereenden waargenomen.

Voedsel en energieverbruik

Voedselkeuze

Er is vrijwel uitsluitend informatie over zoetwatergebieden (in Nederland: IJsselmeer) bekend. 's Winters worden kleine tot middelgrote schelpdieren (schelplengte < 3 cm) gegeten, zoals de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*), e.a. Tijdens de rui (IJsselmeer) worden vooral kleine

schelpdieren (<1 cm) en ostracoden gegeten. 's Zomers is het menu divers, en bestaat uit muggenlarven, wormachtigen, viseieren en kleine schelpdieren. *Mytilus edulis* is in de Waddenzee een goede mogelijkheid, maar die keuze is niet echt onderzocht.

Voedselbehoefte, energieverbruik en digestive bottleneck

Bij het eten van (driehoeks)mosselen en andere schelpdieren is de voedselbehoefte sterk afhankelijk van de watertemperatuur: met name het opwarmen en verwerken van grote massa's schelpdieren (worden in hun geheel doorgeslikt dus met enorme massa onverteerbaar water en schelp) kost dan veel energie.

In de winter met watertemperaturen net boven het vriespunt is de totale energiebehoefte ca. 2000 kJ per vogel per dag. Om daarin te voorzien is ongeveer 90 gram AFDW voedsel nodig, ofwel ongeveer 450 g vlees. Afhankelijk van de hoeveelheid vlees in de schelp (bij driehoeksmosselen zijn er grote verschillen in de conditie van de mosselen) kan dat gaan om 2-3 kg versgewicht schelpdieren per dag.

Het dagelijkse energiebudget ziet er dan gemiddeld als volgt uit: basismetabolisme (basale levensfuncties en lichaam op temperatuur houden) 750 kJ, vliegen tussen foerageerplek en rustplek 200 kJ, opwarmen schelpkraken en verteren van mosselen 550 kJ, duiken 500 kJ.

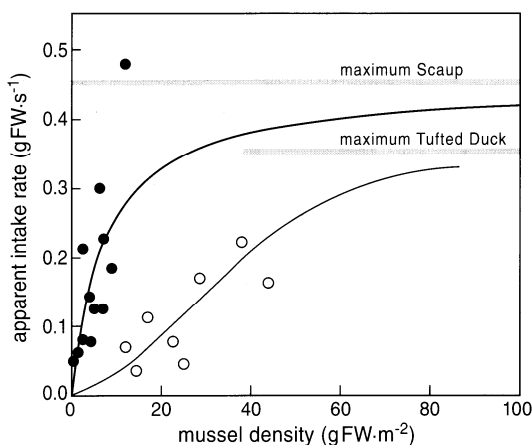
Brinkman et al (2003) berekenden voor Eiders dat het kraken van de schelpen een grote energetische kostenpost was (bijna 900 kJ d⁻¹) en het opwarmen van de prooi 1030 kJ d⁻¹, maar tevens dat het kraken van de schelpen voor ruim 50% voorzag in de warmtebehoefte.

Deze data zijn gezien de aard van de getallen niet zonder meer aan elkaar te koppelen; wat een aanbeveling voor nader onderzoek is.

Digestive bottlenecks spelen een rol: het kraken van mosselschelpen in de maag en het verteren van het vlees uit de schelpenbrei gaat met 100-150 g per 25 minuten vrij traag en bepaalt voor een groot deel de dagritmiek: toppereenden moeten urenlang op de voedselplekken blijven om constant mosselen te verteren. Het duiken zelf kost veel minder tijd (in enkele minuten is de slokdarm weer vol en is het wachten op het kraken en verteren). Zie De Leeuw 1997 en 1999 voor verdere details.

Energieverbruik tijdens de trek

Vliegkosten worden door de Leeuw (1997) geschat op 84 W (bij lichaamsgewicht van 1300 g); dit is ongeveer 10% boven de maximumwaarden die Videler (2006) noemt. Dat houdt in dat op een 300-500 g grote vetvoorraad de vogel ongeveer 900 km kan vliegen (gemiddelde massa 1050 g); een afstand die in ruim 16 h volbracht kan worden, bij een vliegsnelheid van 60 km h⁻¹. Meewind van 10 m s⁻¹ resulteert in 35% energiebesparing op dezelfde afstand, bij eenzelfde tegenwind kost het ongeveer 2,5 * de hoeveelheid energie om de afstand te overbruggen.



Functionele respons

Deze is onderzocht bij foerageren op driehoeksmosselen: bij dichtheden lager dan 20 g versgewicht per m² neemt de opnamesnelheid sterk af. Boven de 20 g vers per m² zijn andere factoren beperkend voor voedselopname (De Leeuw, 1999; Figuur 3).

Figuur 3 Opnamesnelheid van Topper (Scaup) en Kuifeend (Tufted Duck) als functie van de dichtheid aan driehoeksmosselen (De Leeuw, 1999)

Bij de bepaling van de functionele respons geldt dat de opnamesnelheid van driehoeksmosselen sterk afneemt als deze groter dan 25 mm zijn. Kuifeenden komen dan flink in de problemen (verhongering boven een rijkgedekte bak met mosselen groter dan 25 mm). Toppers zijn een fractie groter, maar laten problemen zien rond de 30 mm. Driehoeksmosselen worden niet groter, dus de grens is minder goed aan te geven.

Voedselbeschikbaarheid in Waddenzee

Geschikt voedsel in de Waddenzee betreft (jonge) mosselen, en kleine kokkels. Gegeven de grootte van keelopening en slokdarm van Toppereenden en het feit dat gewone mosselen *Mytilus edulis* slanker zijn dan driehoeksmosselen zou het kunnen dat de maximale grootte van *Mytilus edulis* als prooi wat groter kan zijn dan de 30 mm die voor *Dreissena polymorpha* geldt. Maar dit is nooit goed onderzocht, al suggereren waarnemingen van Toppers in de nabijheid van mosselvoorkomens dat mogelijk mosselen gegeten worden.

Het is evenwel erg onduidelijk in hoeverre Toppers ook daadwerkelijk foerageren in de Waddenzee. Een groot probleem is dat toppers veel meer nachtactief zijn dan Eiders en ook boven de Waddenzee nachtelijke vluchten laten zien (o.a. waarnemingen Bureau Waardenburg rond de Afsluitdijk). Dat betekent dat waar we Toppers zien nog niet weten waar ze precies foerageren.

Het gebied langs de Afsluitdijk voldoet wél als rustplaats.

Voedselbeschikbaarheid in de Noordzee-kustzone.

Weinig over bekend. Diverse soorten (kleine) schelpdieren als meest aannemelijk, waarschijnlijk *Spisula* en kleine *Erisis*.

Voedselbeschikbaarheid in IJsselmeer

In het IJsselmeer verkiest de Topper de ondiepe gebieden tot ongeveer 4 m. Op grotere diepte liggen daar ook grote mosselvelden, maar de kwaliteit van de mosselen is vaak onvoldoende om van te leven. Alleen in het Noordelijk deel van het IJsselmeer zou op dieptes tot 5 m nog *Dreissena* van voldoende kwaliteit te vinden zijn (De Leeuw, 1997).

Bedreigingen en kennisleemtes

Waar liggen knelpunten en wat zijn bedreigingen en waarom?

Bedreigingen, bescherming en beheer

Beschikbaarheid schelpdieren (zie onder), inpolderingen of andere bestemmingsfuncties van ondiepe kustgebieden en meren. Schelpdierbestanden die voorkomen in ondiepe gebieden (minder dan 5 m, maximaal 10 m) kunnen in principe worden benut. Deze ondiepe zones worden echter vaak gebruikt voor infrastructurele werken (polders, industrie, zandwinning, cultures, windmolens, etc.) of liggen in de buurt van verstoringsbronnen (recreatie, scheepvaart, enz.). De relatie tussen eutrofiering/oligotrofiering en de beschikbaarheid van schelpdieren van voldoende kwaliteit (vleesinhoud) is onvoldoende bekend en kan hooguit als een potentiële bedreiging worden aangemerkt die nader onderzoek verdient (zie onder).

Olie

Weinig over gedocumenteerd, maar reëel gevaar in wintermaanden wanneer grote concentraties (soms substantiële fracties van de NW-Europese populatie!) groepsgewijs bij elkaar op zee voorkomen.

Verstoring

Scheepvaart (recreatie en beroeps), vliegverkeer, mogelijk jacht op watervogels (niet van groot belang in Nederland). Zie onder.

Voedselgebrek

Voor IJsselmeer is aangetoond dat de hoeveelheid driehoeksmosselen beperkend is voor de aantallen overwinterende Toppereenden (30-50% van de populatie begin jaren 1990!). Voedselgebrek kan daarmee een regulerende factor zijn, maar is niet als zodanig onderzocht op de schaal van de overwinteringsgebieden (Oostzee tot en met Nederland).

Broedsucces

Naar Flint et al (2005) is een verbetering in de overleving in overwinteringsgebieden relatief effectiever dan een verbetering in de productie, maar ook het broedsucces draagt bij aan de populatiedynamica. Koons & Rotella (2006) wijzen op een toegenomen predatie op kuikens van de Kleine Topper (een soort waarvan de populatie al sinds het begin van de 80-er jaren afneemt), waardoor het broedsucces negatief werd beïnvloed. Van het broedsucces van de Toppereend zijn geen data gevonden.

Zijn er effecten van verstoring

Met name rustende groepen worden gemakkelijk verstoord door allerlei vormen van scheepvaart en vliegverkeer.

Jacht

Jacht op watervogels kan verstoring en een versterkte sterfte opleveren (in Nederland nauwelijks van belang, wel in bijvoorbeeld Denemarken). Toppers bevinden zich vaak op enige afstand van de kust en buiten het bereik van jagers. Daarentegen trekt een deel van de Toppereenden over het vaste land naar het zuiden, waarbij het afschotgevaar juist relatief groot is.

Is menselijk handelen van invloed op de voedselbeschikbaarheid?

Mosselcultuur speelt een belangrijke rol in de Waddenzee, en Toppereenden kunnen vooral van jonge mosselen leven die als mosselzaad worden uitgezaaid op mosselpercelen. Deze leveren in theorie een ideale voedselbron (voorspelbare locaties met hoge dichtheden mosselen van geschikte lengte). Echter, bestudering van de verspreiding van de Toppereenden in de Waddenzee, de locaties van zaadwinning en de locaties van de mosselpercelen leidt tot een heel andere conclusie. De Toppereenden in de Waddenzee bevinden zich traditioneel dicht onder de Afsluitdijk, zie bijv (Arts & Berrevoets 2006). Dit zijn ook de locaties waar het meest intensief op mosselzaad wordt gevist (Bult *et al.* 2004). Het opgevist mosselzaad wordt verplaatst naar percelen die zich merendeels verder noordelijk en oostelijk (tot dicht onder Terschelling) bevinden. Eideeenden worden wel massaal boven deze mosselpercelen waargenomen, maar Toppereenden niet. Het lijkt er dus op dat mosselzaadvissers voor Toppereenden geschikte mosselen verplaatst van plekken waar Toppereenden wel voorkomen naar plekken waar de Toppereenden niet voorkomen. Waarom Toppereenden niet meeverhuizen met de mosselen is niet bekend. Mogelijk speelt het zoutgehalte van het water een rol. Toppereenden worden bijna altijd in zoet en brak water gezien en zelden tot nooit in volledig zout water. De zoutklier van de Toppereend heeft misschien een lagere capaciteit dan de zoutklier van de Zwarte Zee-eend en de Eideend. Consumptiemosselen (>4cm) lijken niet van belang voor Toppereenden, maar een gedegen studie van de dieetkeuze van Toppers in een systeem als de Waddenzee is niet bekend. Resumerend kan gezegd worden dat Toppereenden in de Waddenzee wél worden waargenomen op die plekken dicht bij de Afsluitdijk waar geschikt voedsel aanwezig is, er wordt ook wel gevoerageerd, maar het is onduidelijk of dat van enig belang is, noch in hoeverre het representatief is voor de voedselkeuze van de eenden.

Meningsverschillen over voedsel生态学?

Door voornamelijk nachtelijk foerageergedrag is er veel onbekend. De voedsel生态学 in grote zoetwatermeren (IJsselmeer, Zwitserse meren) is goed onderzocht. In kustgebieden, Waddenzee en Oostzee zijn er veel onduidelijkheden over voedselkeuze etc. Dat impliceert dat er weinig bekend is over de effecten van mosselzaadvissers op de Toppereend (zie hierboven over effecten menselijk handelen).

Kennisleemtes

Relatie tussen verschillende overwinteringsgebieden: hoe bepalen voedselbronnen in NW-Europa de populatie Toppereenden en hoe is de onderlinge afhankelijkheid van de voedselbronnen in relatie tot bijvoorbeeld ijsbedekking (met name in de Oostzee).

De relatie tussen eutrofiering/oligotrofiering en de beschikbaarheid van schelpdieren van voldoende kwaliteit (vleesinhoud) is onvoldoende bekend.

De plaatstrouw aan overwinteringgebieden is niet bekend.

De dieetkeuze in de Waddenzee is onbekend

Het warmte- en energiebudget van de Toppereenden kan nog eens met energiebudgetberekeningen volgens Brinkman et al (2003) worden doorgerekend voor gewone mosselen als voedselbron.

Literatuur

Arts, F. A. & Berrevoets, C. M. (2006) Midwintertelling van zee-eenden in de Waddenzee en de Nederlandse kustwateren, januari 2006. *Rapport RIKZ/2006.009*. RIKZ, Middelburg.

Austin JE, Afton AD, Anderson MG, Clark RG, Custer CC, Lawrence JS, Pollard JB & Ringelman JK. 1999. Declines of Greater and Lesser Scaup Populations: Issues, Hypotheses and research Directions. Summary Reprint Scaup Workshop 1988, Jamestown, ND. US Geological Survey Report, Northern Prairie Wildlife Research Center, Jamestown ND, USA.

Bult, T. P., van Stralen, M. R., Brummelhuis, E., & Baars, D. (2004) Eindrapport EVA II deelproject F4b (Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase): Mosselvisserij en -kweek in het sublitoraal van de Waddenzee. *RIVO Rapport C049/04*. RIVO, Yerseke.

De Leeuw, J.J. & M.R. van Eerden 1995. Duikeenden in het IJsselmeergebied. Herkomst, populatie-structuur, biometrie, rui, conditie en voedselkeuze. *Flevobericht 373*. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad. ISBN 90-369-1137-0.

De Leeuw, J.J., 1996. Diving costs as a component of daily energy budgets of aquatic birds and mammals: generalizing the inclusion of dive-recovery costs demonstrated in tufted ducks. *Canadian Journal of Zoology* 74: 2131-2142.

De Leeuw, J.J., 1997. Demanding divers. Ecological energetics of food exploitation by diving ducks. PhD Thesis, University of Groningen. ISBN 90-369-1207-5.

De Leeuw, J.J., 1999. Food intake rates and habitat segregation of tufted duck and scaup exploiting zebra mussels in the IJsselmeer area. *Ardea* 87: 15-31.

De Leeuw, J.J., 2000. Duiken naar een koude dis: overwinterende kuifeenden. *N & T wetenschapsmagazine* 68(1): 50-55.

Flint PL, Grand JB, Fondell TF & Morse JA. 2005. Population dynamics of Greater Scaup breeding on the Ykon-Koskowin Delta, Alaska. *Wildlife Monographs* 162, 1-22

Tobalske BW, Hedrick TL, Dial KP, Biewener AA. 2003. Comparative power curves in bird flight. *Nature* 23, 421(6921):363-6

Videler JJ. 2006. Avian flight. Oxford university Press, 288 pp.

Zwarte Zee-eend Melanitta nigra

Algemene kenmerken

Verspreiding van de soort

Vooral Holarctisch. De soort heeft een groot noordwest-palearctisch broedgebied; ook pacifisch areaal in Oost-Siberië en een Nearctisch voorkomen in West-Alaska

Grootte, gewicht

Lengte 48 cm. Massa van mannetje gemiddeld 1295 g, van vrouwtje 1250 gram maar de variatie is aanzienlijk. Maximale waarden zijn 1450 g (ongeveer), sterfgewicht van zieke of met olie besmeurde, wegwijnende vogels is circa 850 g. Jonge vogels hebben een massa die 100 g lager kan zijn. Na lange trekvluchten kan de massa zelfs tot 600 (♀) à 700 (♂) afnemen; vóór het begin van de trek kan die tot 1300-1450 g toenemen.

Broedsel en kuikens

De vogel legt 6-8 eieren van 72 g elk (totaal dus 430-600 g eieren). De eieren worden ongeveer 30 dagen bebroed; na 45-50 dagen zijn de jongen vliegvlug.

Maximale leeftijd.

Bauer & GvB (dl 3, cit. Boyd, 1962) noemen een jaarlijkse overleving van 77%. Ondanks hun grote legsels kunnen Zwarte Zee-eenden tamelijk oud worden: de hoogst gevonden leeftijd bij geringe vogel in Europa is 16 ³/₄ jaar (Staaav & Fransson 2006).

Ondersoorten

De nominaat *M.n. nigra* komt in Europa voor; *M.n. americana* in Oost-Siberië en West-Alaska.

Belangrijke gebieden

Broedgebieden

De noordgrens bevindt zich tussen de 71° en 75° breedtegraad. In Europa wordt gebroed van Ierland, Schotland en IJsland, via centraal Noorwegen en Zweden en de Noordkaap tot in Siberië (Voous 1960).

Overwinteringsgebieden

De soort overwintert langs de kusten van West Europa, van zuidelijk Noorwegen en de Oostzee, tot en met Spanje en Zuid-Portugal. In de centrale Oostzee verblijft de soort in geringe aantallen voor de kusten van de Baltische staten, maar trekt daar weg zodra de zee dichtvriest; de Botnische Golf is in de meeste winters ontoegankelijk. Het zwaartepunt van de winterrange ligt in de westelijke Oostzee, de Belt Zeeën en het Kattegat en Skagerak, vanuit deze gebieden trekt een deel verder zuidoostwaarts naar de Noordzee, de Britse Eilanden en de Atlantische kusten van Frankrijk tot Gibraltar. Kleine aantallen trekken nog verder en overwinteren op vooralsnog onbekende locaties langs de kust van NW Afrika (Keijl 1993).

In het overwinteringsgebied lijkt er een voorkeur te bestaan voor relatief beschutte locaties zoals baaien en beschutte zeeën. De soort kan echter ook massaal neerstrijken langs meer geëxponeerde kusten, als ter plaatse voldoende voedsel en rust te vinden is. De Waddenzee was tot in de jaren zestig van de vorige eeuw een relatief belangrijk overwinteringsgebied (Bauer & Glutz von Blotzheim (1969), maar momenteel is dit belang veel kleiner.

Ruigebieden

Zowel ♀♀ als ♂♂ ruien deels in het broedgebied, maar de meeste vogels trekken naar specifieke ruigebieden (Bergman & Donner 1964; Salomonsen 1968; Joensen 1973). Hierbij vertrekken de ♂♂ eerder dan ♀♀, die in de zomer eerst nog de zorg voor de kuikens hebben. Belangrijke ruigebieden liggen in de westelijke Oostzee, ten zuidwesten van Jutland en langs de Britse oostkust in de Noordzee en in een aantal baaien verder zuidwestelijk, in de Ierse Zee en in Bretagne (Bauer & Glutz von Blotzheim 1969; Tasker & Pienkowski 1987; Schricke 1993; Deppe 2003; Sonntag et al. 2004). In Nederland werd in de 19^e eeuw vermoedelijk ook massaal geruid, zowel rond de Waddenzee als in de Delta, maar tegenwoordig is het belang van ons land als ruigebied marginaal (Leopold et al. 1995).

Overwinteringshabitats

Zwarte Zee-eenden overwinteren in relatief ondiepe kustwateren (tot circa 25 meter diep). De soort kan zowel verspreid (Oostzee) als in zeer grote concentraties (Kattegat, Noordzee) overwinteren, indien de voedselsituatie dit toelaat. De totale biogeografische populatieomvang wordt geschat op 1,600,000 vogels (Wetlands International 2002). Hiervan overwintert de hoofdmacht in het Kattegat, waar ruim 900.000 vogels zijn geteld (Pihl et al. 1992; Skov et al. 1995). Vanuit dit kerngebied en aangrenzende overwinteringsgebieden in zuidoost Denemarken en in het Duitse deel van de Oostzee verspreiden honderdduizenden Zwarte Zee-eenden over Jutland de Noordzee in. In de oostelijke en zuidoostelijke Noordzee overwinteren zo'n 200.000-400.000 vogels; rond de Britse Eilanden overwinteren circa 100.000 vogels en langs de Atlantische kusten van Frankrijk en het Iberisch schiereiland 50-100.000. De aantallen in de Middellandse Zee en in NW Afrika zijn vermoedelijk klein; hier zijn alleen wat vogels op trek gezien maar er zijn langs deze kusten nooit concentraties vogels ontdekt (ICES 2005).

Trekroutes in NW-Europa

De vogel volgt vooral de kusten van Oostzee en Noordzee en verder zuidelijk, de Atlantische kusten, maar daar waar nodig wordt ook over land getrokken (Karelië, Jutland, Sleeswijk-Holstein). Waarnemingen op volle zee zijn schaars, zelfs op de intensief onderzochte Noordzee. Potentieel geschikt habitat als de Doggersbank (zandig, ondiep, rijk aan benthos) op volle zee wordt niet benut (Offringa 1993).

Hot-spots langs de Europese flyway

Belangrijke rui- en overwinteringsgebieden (>50.000 vogels) liggen in de zuidwestelijke Oostzee (Oderbank, Pommerse Bocht; Sonntag et al. 2004), in het Kattegat (Pihl et al. 1992; Skov et al. 1995), voor de Deense en Duitse Waddenzee (Deppe 2003), voor de Nederlandse kust (Leopold et al. 1995). Langs de Franse kust ligt de belangrijkste hotspot in de Baai van Mont Saint-Michel (10-15.000 vogels; Schricke 1993); rond de Britse Eilanden komt de soort in een aantal grote baaien en estuaria in aantallen van circa 5-25.000 vogels voor, met als hotspots Liverpool Bay (tot 21.000), Carmarthen Bay (tot 18.600) en Cardigan Bay (tot 6.300) in Wales (Webb et al. 2006); in Schotland is Aberdeen Bay de belangrijkste locatie met circa 5000 vogels in de (na)zomer (Söhle et al. 2006).

Treksnelheid en afstand

Zwarte Zee-eenden zijn in staat grote afstanden af te leggen binnen enkele dagen. Met een vliegsnelheid van 60 à 70 km h⁻¹ kan, als niet gestopt wordt, binnen een dag 1400-1600 km worden afgelegd. Energetisch (zie verderop) is dit eveneens mogelijk. Als een overwinteringsgebied eenmaal is bereikt vliegen de vogels veel heen en weer tussen alternatieve foerageergebieden. Hierdoor kan men in vrijwel alle maanden van het jaar aanzienlijke aantallen Zwarte Zee-eenden langs de Nederlandse kust heen en weer zien vliegen (Camphuysen & van Dijk 1983; Platteeuw 1990).

Gemiddelde verblijftijd in WZ

De Waddenzee is voor de Zwarte Zee-eend tegenwoordig van kleiner belang dan de Noordzee-kustzone. Vogels in de Waddenzee kunnen er de gehele winter (november tot mei) verblijven, al zal uitwisseling met de Noordzee-kust voorkomen.

Aantallen

Wereldpopulatie

Een ruwe schatting is anderhalf tot drie miljoen vogels. De Europese populatie werd in 2002 geschat op 1.6 miljoen vogels (Wetlands International 2002), maar deze schatting is niet gebaseerd op een synoptische telling van de hele flyway populatie. Er zijn aanwijzingen dat de populatie recent is geslonken, in de kustgebieden van Nederland, België, Frankrijk en Portugal (ICES 2005); hier staan echter recente ontdekkingen van grote aantallen tegenover in de zuidwestelijke Oostzee (Oderbank) en de Britse Eilanden (Liverpool Bay). Van groter belang is echter de aantalsontwikkeling in Denemarken. In en rond het Kattegat, waar eerder ruim 900.000 Zwarte Zee-eenden werden geteld (Pihl et al. 1992), levert de meest recente telling slechts een aantal van 280.000 vogels op. In de rest van Denemarken wordt dit verlies niet gecompenseerd; de op een na belangrijkste plek was Horns Rev in de Noordzee met circa 156.000 vogels en voor heel Denemarken was de schatting slechts 446.000 vogels.

Eurazische populatie

Voor de periode 1990-2003 wordt een aantal van 3900 tot 12000 broedparen (waarvan 1% in de UK broedt) geschat voor de Europese populatie (zonder Rusland), en tot 130.000 broedparen inclusief de Russische populatie (www.birdlife.org, zie Tabel 3). Europees gezien heeft de vogel volgens de BTO de status dat er geen reden tot bezorgdheid is. Er zijn echter sterke aanwijzingen dat de soort sterk in aantal achteruit is gegaan de afgelopen 10 jaar (zie vorige paragraaf).

Tabel 3 Aantal broedparen van Zwarte Zee-eend in europa (www.birdlife.org, jaren 1990-2003)

Land	Aantal broedparen
Finland	1000-2000
IJsland	300-500
Noorwegen	1000-5000
Rusland	100000-120000
UK	77
Zweden	1500-3000
Totaal	100000 – 130000
Algehele trend	Stabiel
Broedgebied	> 1.000000 km ²
Deel van de wereldpopulatie:	5-24 %

Hoeveel langs NW Europese flyway

In Tabel 4 is een overzicht gegeven.

Tabel 4 Aantal overwinteraars van Zwarte Zee-eend in Europa (www.birdlife.org, jaren 1990-2003)

Land	Aantal overwinteraars
Belgie	900-9600
Denemarken	240000
Duitsland	179000
Estland	50-600
Frankrijk	23000-45000
Finland	20-200
Ierland	15000-20000
Italië	150-400
Letland	1000-5000
Litouwen	250-1000
Nederland	69000
Noorwegen	2000-6000
Polen	20000-100000
Portugal	6000-27000
Spanje	300-16000
UK	50000
Zweden	1000-5000
Totaal	>610.000
Waarvan in belangrijke vogelgebieden	73-85 %
Algehele trend	Lichte achteruitgang
Deel van de wereldpopulatie:	25-49 %

Het opgegeven aantal voor Denemarken is hier duidelijk te laag; zelfs de tegenvallende schatting (in vergelijking met eerdere schattingen) van Petersen et al. (2006) voor 2004 is met 446.050 vogels aanzienlijk hoger dan het hier genoemde getal van 240.000. Wetlands International noemt 1.6 miljoen overwinterende eenden voor de kusten van NW-en W-Europa: dit lijkt weer een erg optimistische schatting op grond van deels verouderde en niet-synoptische telresultaten. Een aantal van circa 1 miljoen vogels lijkt het meest reëel.

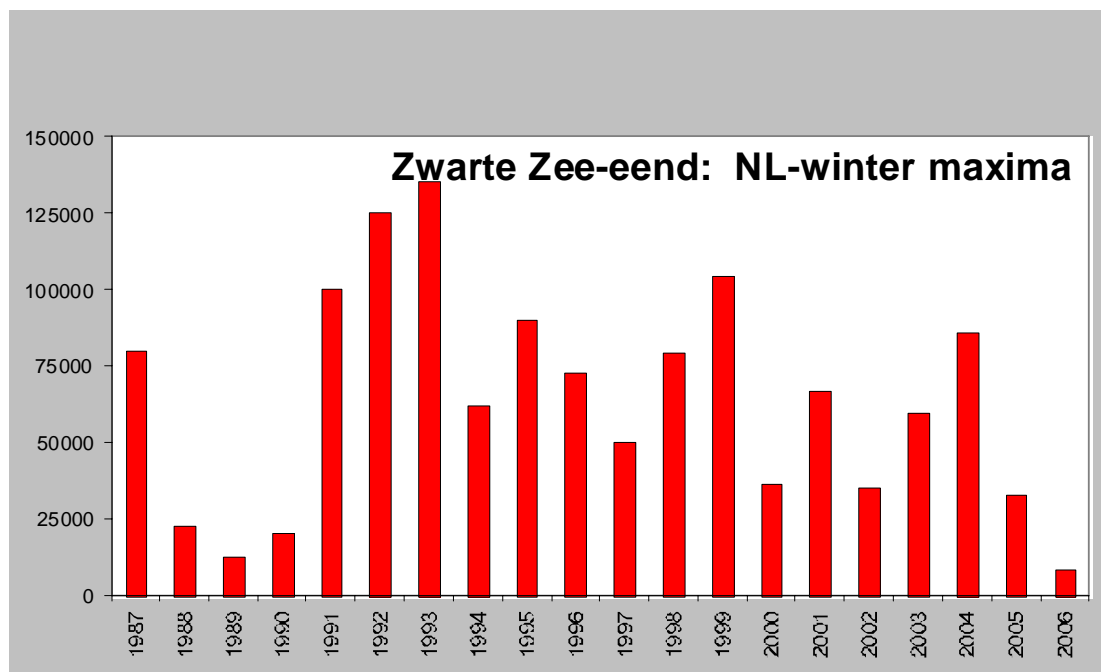
Achteruitgang is zichtbaar in de overwinterpopulaties in Denemarken, Nederland (van Roomen et al. 2005; Arts & Berrevoets 2006) en Frankrijk, terwijl in de UK een toename geconstateerd wordt.

Hoeveel langs Nederlandse kust

Trend

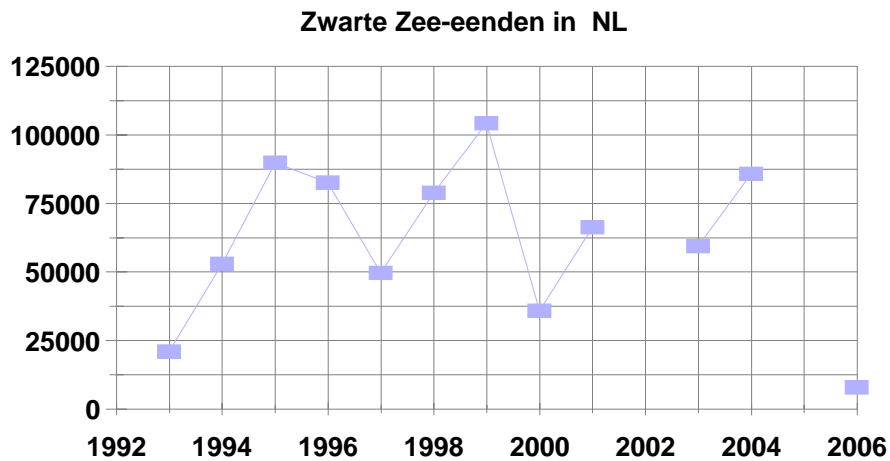
De aantallen langs de kust variëren sterk. In 1993 werden ten noorden van de waddeneilanden 134000 Zwarte Zee-eenden geteld (Leopold et al. 1995); de Jong et al (2005) telden in februari 2005 nog slechts 32.500 vogels, en de januari telling van 2006 leverde nog geen 8000 Zwarte Zee-eenden op (Arts & Berrevoets 2006). De aantallen wisselen sterk, zowel tussen jaren als binnen een jaar (Leopold et al. 1995). Zwarte Zee-eenden zijn beweeglijk en hebben een grote actieradius, zeker als de voedselvoorziening niet optimaal is zoals de laatste jaren het geval lijkt te zijn in Nederland, waar ze nu (lijken te) zijn aangewezen op mesheften (*Ensis*). Er vinden vaak snelle en massale verplaatsingen plaats, waarbij ze kennelijk op zoek zijn naar betere foerageergebieden.

Onder deze omstandigheden worden zowel pieken als dalen in de aantallen op een bepaalde plek of in een bepaald land makkelijk gemist bij een enkele telling. Seizoensmaxima zullen daardoor in de regel ook hoger zijn wanneer er meerdere tellingen per jaar worden uitgevoerd. Standaard wordt echter in Nederland slechts één gerichte telling per jaar (januari) uitgevoerd door RIKZ. In het verleden werden er ook vaak sloopstellingen uitgevoerd; steeds zijn er ook tellingen vanaf land geweest. Er zijn door deze ontwikkeling twee reeksen data: de standaard, jaarlijkse (eenmalige) RIKZ tellingen en de reeks met seizoensmaxima (die in de jaren 90 meer sloopstellingen bevatten dan sinds 2000). Beide reeksen geven eenzelfde beeld: een recente sterke afname in de aantallen, maar in de reeks met seizoensmaxima is deze trend sterker aanwezig. Dit kan deels te maken hebben met het feit dat tegenwoordig vrijwel geen gerichte sloopstellingen meer worden uitgevoerd, aan de andere kant worden ook vanaf land niet meer die aantallen voor de kust waargenomen die men in de jaren 90 regelmatig wel zag.

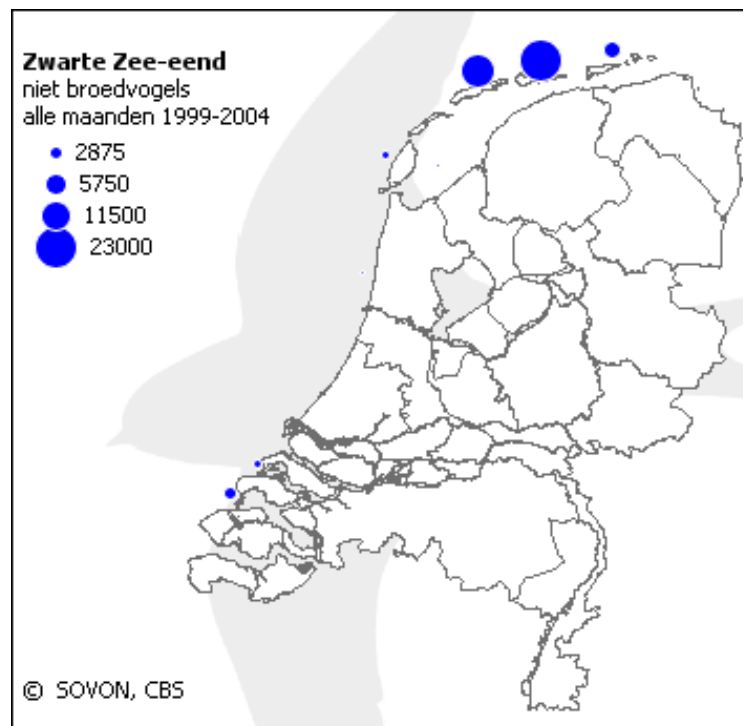


Figuur 4 Maximale aantallen in Nederland overwinterende Zwarte Zee-eenden, gebruik makend van tellingen vanuit vliegtuigen, vanaf schepen en vanaf land (update van Leopold et al. 1995).

De Waddenkust is lang het belangrijkste verblijfgebied voor de soort in Nederland geweest; waar 80 à 90 % van de vogels verbleven. Bij een gemiddeld aantal voor Nederland van ongeveer 80.000 vogels en een totale populatie van circa 1 miljoen vogels zou het Nederlandse aandeel circa 8 % van de NW-Europese (winter-)populatie zijn. SOVON () geeft een overzichtskaat van de belangrijkste gebieden. Hierbij moet worden aangetekend dat deze dus sterk afhangen van waar het meest geschikte voedsel te vinden is.



Figuur 5 Aantallen Zwarte Zee-eenden in Nederland zoals geteld vanuit de lucht, tijdens de jaarlijkse midwintertelling van RIKZ. Naar data uit Arts & Berrevoets (2006). Tellingen zijn uit de maanden december-februari.



Figuur 6 Belangrijke locaties in Nederlandse kustwateren voor Zwarte Zee-eend. Zoals in de tekst is aangegeven is dit een momentopname in die zin dat de voorkomens zich vooral dáár concentreren waar geschikt voedsel aanwezig is. In andere jaren kan dit andere locaties betreffen.

Voedsel en energieverbruik

Voedselkeuze

Zwarte Zee-eenden eten in hun winterkwartieren vrijwel uitsluitend bodemdieren: hun dieet is samengevat door Leopold et al. (1995), door Fox (2003) en door ICES (2005). In beginsel kan iedere soort benthos worden gegeten, op voorwaarde dat deze door het keelgat van een Zwarte Zee-eend past. De eenden concentreren zich op soorten die lokaal in hoge dichtheden voorkomen, op waterdieptes waar de prooidieren nog profijtelijk op te duiken zijn. In de praktijk zijn de meest geschikte voedselbronnen tweekleppige schelpdieren, die op of net in de bodem voorkomen (niet dieper dan circa 3 cm), in niet te grof zand, zonder veel stenen en zonder veel fijn slib, op waterdieptes van maximaal 20 meter. In diverse delen van het overwinteringsgebied is onderzoek gedaan naar de prooikeuze van de Zwarte Zee-eend. In de Oostzee zijn de belangrijkste prooisoorten: (jonge) strandgapers *Mya arenaria*, nonnetjes *Macoma balthica*, brakwaterkokkels *Cardium lamarcki*, mosselen *Mytilus edulis*, het "mosseltje" *Musculus nigra*, kokkels *Cerastoderma edule* en (jonge) Noordkrompen *Arctica islandica*. Langs de Noordzeekusten van Denemarken en Nederland was jarenlang de strandschelp *Spisula subtruncata* de belangrijkste prooi maar eerder waren vermoedelijk ook kokkels belangrijk (Voordelta); recent is vooral de Amerikaanse zwaardschede *Ensis americanus* een belangrijke prooi geworden langs de kustlijn van de oostelijke Noordzee (maar of deze prooi erg geschikt is, wordt betwijfeld, zie verder). Langs de Belgische en Franse kust werden veel verschillende prooien door elkaar gevonden, waarvan platschelpen (*Tellina spp*), Witte Dunschalen (*Abra alba*) en Zaagjes (*Donax vittatus*) de belangrijkste waren. In Wales was naast het zaagje en een aantal kleinere tweekleppigen ook de zwaardschede *Pharus legumen* belangrijk, zo bleek uit onderzoek aan olieslachtoffers van de Sea Empress die strandde in februari 1996 (Hughes et al. 1997). Naast bivalven worden ook andere prooien gegeten, zoals gastropoden, wormen, krabben, garnalen, isopoden, zee- en slangsterren en incidenteel vis of viseieren.

Voedselbehoefte, energieverbruik en digestive bottleneck

De voedselbehoefte, in termen van dagelijks energie budget (deb, kJ d⁻¹) waarbij de vogel geen gewichtsverlies of gewichtstoename kent (neutrale energiebalans), is op grond van theoretische kennis geschat door Leopold, in Leopold *et al.* (1998), pagina 27 en verder. In onderstaande Tabel 5 deze schatting uitgesplitst voor mannen en vrouwen, vanwege een gering grootteverschil en daarmee ook een gering verschil in de energiebehoefte. Ter vergelijking zijn ook de deb's voor de andere schelpdier-etende eenden die in deze studie worden behandeld berekend.

Tabel 5 Lichaamsmassa en dagelijkse energie- cq voedselbehoefte (in respectievelijk KiloJoules en asvrijdroog-massa)

Soort eend	Lichaamsmassa	deb in KJ	deb in g ADM
Zw Zee-eend man	1294 gram	2258	104.27
Zw Zee-eend vrouw	1249 gram	2201	101.59
Grote Zee-eend	1700 gram	2761	127.39
Eidereend	2250 gram	3391	156.49

Een Zwarte Zee-eend dus ruim 100 gram asvrij-droogmassa (van het vlees) nodig. In het zelfde rapport van Leopold et al. wordt de voedselbehoefte ook uitgedrukt in aantallen meerjarige *Spisula*-schelpen per dag (van gemiddeld 25 mm lang) en dit komt voor de Zwarte Zee-eend neer op circa 1075 stuks in januari, en op circa 1200 stuks in maart (als het vleesgewicht per schelpdier tov januari iets is gedaald).

Vertaald naar versgewicht, inclusief de schelp, heeft een Zwarte Zee-eend per dag ongeveer 3.5 tot 4 kg *Spisula* nodig, ofwel circa 3 keer het eigen lichaamsmassa aan schelpdieren per dag. Deze schatting komt goed overeen met de resultaten van het onderzoek van de Leeuw (1997) aan Kuif- en Toppereenden op het IJsselmeer, die daar foerageren op driehoeksmosselen

Dreissena polymorpha. Op grond van uitgebreide metingen kwam ook de Leeuw uit op een dagelijkse voedselbehoefte van 3 keer de eigen lichaamsmassa (versgewicht aan schelpdieren).

Energieverbruik tijdens de trek

Gezien de massa van een Zwarte Zee-eend (1250 g) kan het benodigde vliegvermogen geschat worden op 70-100 W, ofwel 190 – 270 g d⁻¹ vet (energieinhoud 32 kJ g⁻¹). Bij een vliegsnelheid van 60 km h⁻¹ heeft de vogel een dagelijks bereik van 1400 km. Een meewind van 10 m s⁻¹ levert een besparing op van 40%, een meewind van 20 m s⁻¹ van 54%. Bij een tegenwind van 10 m s⁻¹ kost het bereiken van een nieuwe locatie daarentegen 2.5* zoveel energie.

Functionele respons

Over de prooigrootselectie is veel minder bekend dan over de prooi soort (zie boven). Ook is er zo goed als niets bekend over de effecten van voedseldichtheid en dichtheid van Zwarte Zee-eenden zelf op de voedselopnamesnelheid. Over het algemeen wordt gesteld dat er weinig intraspecifieke competitie is bij het zoeken naar schelpdieren. Maar de dichtheid van schelpdieren, vooral die van de geschikte grootte, moet van invloed zijn op de mogelijk haalbare opnamesnelheden. De vogel duikt, en zoekt met de snavel naar schelpdieren, en besluit vervolgens om de prooi al dan niet te accepteren. Een hoge dichtheid aan geschikte prooidieren móet tot een hogere opnamesnelheid leiden dan een lage dichtheid aan geschikte prooidieren. Maar hierover zijn weinig of geen kwantitatieve gegevens bekend; wel is duidelijk dat grote troepen eenden alleen (langdurig) voorkomen op zeer rijke schelpdierbanken of andere rijke voedselbronnen (zie ook Kaiser et al, 2006).

Voedselbeschikbaarheid in Waddenzee

De meest geschikte schelpdieren zijn van de grootte van 15-35 mm, dus halfwas-mosselen, volwassen *Spisula*'s, halfwas-kokkels, en volwassen *Macoma*'s. Van *Ensis* zijn vermoedelijk vooral de nul- en eenjarige exemplaren geschikt voedsel (schelplengtes van 4-9 cm) omdat grotere exemplaren problemen geven bij het inslikken en het kraken in de maag. Evenals Eideereenden foerageren Zwarte Zee-eenden duikend; waar de eerste nog wel eens in poot-diep water foerageert is dat bij de laatste niet waargenomen. Daardoor zijn vermoedelijk ook kokkels in het litoraal niet echt geschikt als voedselbron. Het belang van mosselen is onduidelijk. In de Nederlandse Waddenzee komen Zwarte Zee-eenden vooral voor op mosselpercelen, maar hun aantallen blijven hier ver achter bij die van de meer op mosselen gespecialiseerde eideereenden. Tegenwoordig verblijven in de regel nog geen 5000 Zwarte Zee-eenden in de Nederlandse Waddenzee, tegen 10-20 keer zoveel eiders. Veertig tot vijftig jaar geleden kwamen op het wad veel meer Zwarte Zee-eenden voor, tot zo'n 40.000 stuks (Swennen (1985), maar voedsel ecologisch onderzoek aan de Zwarte Zee-eend in de Waddenzee is nooit gedaan.

Voedselbeschikbaarheid in de Noordzee-kustzone.

In het begin van de jaren tachtig bevond zich een grote concentratie Zwarte Zee-eenden boven een kokkelbank in de Haringvlietmonding. Midden jaren 80 zaten de eenden in de Voordelta in een gebied met een hoge dichtheid aan platschelpen (Leopold et al. 1995), maar er kwamen steeds meer aanwijzingen dat *Spisula subtruncata* het stapelvoedsel was geworden (Leopold 1988; Offringa 1991a). Maagonderzoek aan enkele olieslachtoffers van de Borcea-ramp in Zeeland bevestigde dat *Spisula* voor de Zwarte Zee-eend in deze tijd in Nederland de belangrijkste prooi soort was, maar in de magen werden ook mosselen, kokkels en nonnetjes gevonden (Offringa 1991a). In de jaren 90 was *Spisula subtruncata* het stapelvoedsel van de Zwarte Zee-eend in de Nederlandse kustzone (Leopold et al. 1995; Leopold 1996; Leopold et al. 1998). Eind jaren 90 kwam er steeds minder *Spisula* voor in de Nederlandse kustzone (Craeymeersch & Perdon 2006; Leopold & Baptist 2007) en de eenden schakelden noodgedwongen over op mesheften (*Ensis americanus*), waarbij de aantallen eenden sterk daalden ten opzichte van de "Spisula jaren".

Bedreigingen en kennisleemtes

Waar liggen knelpunten en wat zijn bedreigingen en waarom?

Bedreigingen, bescherming en beheer

Hiervoor werd opgemerkt, dat de ruim 100 000 Zwarte Zee-eenden die in Nederland kunnen overwinteren internationaal belangrijk zijn. Toch genieten de zee-eenden in Nederland nauwelijks een speciale bescherming en is er geen adequaat beleid op dit punt. Er zijn drie reële gevaren, die de Zwarte Zee-eend in Nederland bedreigen: olie, verstoring en voedselgebrek.

Olie Omdat de Zwarte Zee-eend in Nederland in grote aantallen en sterk geconcentreerd voorkomt, kan een 'goed' geplaatste olievlek tot grote sterfte leiden (Carter *et al.* 1993). Twee Nederlandse olie-incidenten, waarbij duizenden Zwarte Zee-eenden betrokken waren, bij Terschelling (onbekend gebeven schip; Swennen & Spaans 1970) en in de Voordelta (de Borcea; Camphuysen *et al.* 1988) illustreren dit, evenals grote incidenten in Wales (de Sea Empress, februari 1996; Huges *et al.* 1996) en Amrum, Duitse Bocht (de Pallas, oktober 1998; Fleet *et al.* 1999). Opvallend is, dat de grote concentraties zee-eenden van de laatste jaren niet door grote olievlekken zijn getroffen en dat er, hoewel er ruim 100 000 Zwarte Zee-eenden in Nederland overwinterden, relatief weinig vogels strandden (archief NZG/NSO). Dit suggereert, dat de eenden in de eerste helft van deze eeuw meer verspreid langs de kust voorkwamen dan tegenwoordig, waardoor toen iedere olievlek 'raak' was. Nu veroorzaken alleen olievlekken op de 'juiste' plaats nog slachtoffers. Wel kunnen er in zo'n geval veel vogels in korte tijd sterven. Het is dus belangrijk om de grote concentraties speciaal in de gaten te houden als het gaat om oliebestrijding op zee: in de Nederlandse Noordzee komen nergens zulke hoge vogeldichtheden voor als op de locaties waar zee-eenden verblijven (Baptist & Wolf 1993, Camphuysen & Leopold 1994)¹.

Verstoring Zwarte Zee-eenden zijn schuw en zeer gevoelig voor verstoring. Jacht vindt tegenwoordig in Nederland niet meer plaats, in tegenstelling tot Denemarken, waar de belangrijkste overwinteringsgebieden liggen. In onze kustwateren zijn de belangrijkste verstoringbronnen nu de scheepvaart (met name de dicht onder de kust opererende kleine vissersschepen) en de recreatie. Door meer vrije tijd en betere bereikbaarheid van de kust bevinden sportvissers en watersporters zich tegenwoordig ook 's winters op zee. Grote kustwerken, zoals de aanleg van de sluffer bij de Maasvlakte (Baptist & Meininger 1992) en zandsuppleties op stranden ten behoeve van de kustverdediging kunnen lokaal tot ernstige verstoring leiden.

Reacties op verstoring zijn door meermalen gezien. Zo verruilden de zee-eenden bij Schiermonnikoog hun *Spisula*-bank voor een volstrekt voedselloze, maar rustige locatie bij Rottum in perioden van druk scheepvaartverkeer (uitvarende kotters aan het begin van de week) en weken ook de eenden bij Terschelling herhaaldelijk voor vissende garnalenkotters uit (Leopold *et al.* 1995). Ook voor de Noord-Hollandse kust is verstoring door scheepvaart gedocumenteerd (Eigenhuis 1996). In sommige gebieden, vooral op druk bezochte locaties zoals de Brouwersdam en de Maasvlakte, kan de verstoring door surfers zodanig zijn dat deze gebieden voor de eenden permanent ongeschikt worden. Het talrijk voorkomen van bootjes met sportvissers, zoals in delen van de Voordelta en langs de kust van Noord-Holland vormt eveneens een permanente bron van verstoring (Pim Wolf en Peter Meininger, *pers. comm.*). Dat de eenden zich in beide gebieden de laatste jaren in relatief kleine groepen op steeds wisselende locaties ophouden, wijst hier op.

Voedselgebrek De aantallen Zwarte Zee-eenden die in Nederland komen (en blijven) overwinteren lijken nauw samen te hangen met de hoeveelheid geschikt voedsel. Ten tijde van de rijke *Spisula* banken voor onze kust, kwamen hier tot 135.000 Zwarte Zee-eenden voor. Thans is dit aantal

¹ Bij de controle op olievlekken op zee zou de kustwacht speciale aandacht kunnen geven aan locaties met zee-eenden. De mogelijkheden tot inzetten van oliebestrijdingsmiddelen moeten flexibeler worden, zodat kan worden geanticipeerd op de wisselende plaatsen waar de gevolgen van verontreiniging het grootst zijn.

gedaald tot hooguit enkele tienduizenden, terwijl er aan biomassa nog steeds voldoende voedsel aanwezig is. Echter, dit voedsel bestaat nu vrijwel geheel uit zwaardschedes, die weliswaar door Zwarte Zee-eenden gegeten (kunnen) worden (Craeymeersch et al. 2001; Rumohr 2002; Leopold & Wolf 2003; Wolf & Meininger 2004; Leopold et al. 2007), maar die kennelijk toch minder geschikt voedsel vormen.

Zijn er effecten van verstoring

De effecten van verstoring en van voedselgebrek zijn niet altijd gemakkelijk van elkaar te scheiden. In de Waddenzee is het aantal Zwarte Zee-eenden sinds de jaren 60 drastisch gedaald, terwijl het gebied onmiskenbaar drukker is geworden. Echter, juist midden in de winter als de aantallen zee-eenden in ons land het hoogst zijn, is de centrale westelijke Waddenzee nog steeds een relatief rustig gebied. De mosselcultuur drukt eveneens een onmiskenbaar stempel op het gebied, maar volgens schattingen (Bult et al. 2004) leidde deze activiteit in de negentiger jaren tot een lichte verhoging van het aanbod sublitorale mosselen. Deze schatting is echter met grote onzekerheden omgeven en het is niet bekend of een toename van de totale biomassa sublitorale mosselen automatisch een verbetering van het voedselaanbod voor Eiders en Zwarte Zee-eenden betekent. Vermoedelijk zijn Zwarte Zee-eenden gevoeliger voor verstoring dan Eiders, maar de daling van de aantallen Zwarte Zee-eenden in de Waddenzee kan niet worden verklaard. Passerende zeeschepen kunnen troepen van tienduizenden eenden tijdelijk de lucht in jagen (Offringa & Leopold 1991), iets waar bij het tellen van Zwarte Zee-eenden dankbaar gebruik van wordt gemaakt. Passerende schepen zullen een relatief kort durend effect hebben, maar drukke vaarroutes zoals aanlopen van havens kunnen permanent ongeschikt zijn. Evenzo kan gerichte visserij op schelpdierbanken de eenden permanent van deze voedselbron uitsluiten (Leopold 1993; Leopold et al. 1995). Op langere termijn zal de crash in de *Spisula* bestanden eind jaren 90 vermoedelijk belangrijker zijn geweest dan de verstoring door de visserij, al hebben beide processen elkaar versterkt doordat bij een dalende hoeveelheid *Spisula*, zowel de eenden als de vissers zich allengs op de laatst overgebleven banken moesten concentreren en elkaar dus steeds meer in de weg zaten.

Ook andere visserij kan een negatieve invloed hebben op de zee-eenden door verstoring. Dirksen et al. (2005) constateerden in een radarstudie op de Noordzee dat een garnalenvisser herhaaldelijk (heen en weer) over een *Spisula*bank (met eenden) viste. Bij iedere passage gingen de eenden massaal de lucht in. Voor deze visser was het blijkbaar lucratief om op de schelpdierenbank te vissen; mogelijk waren beschadigde schelpdieren als gevolg van de passage van het vistuig attractief voor steeds nieuwe garnalen. Blijkbaar was het voor de eenden eveneens lucratief om op de bank te blijven zitten, al moesten ze herhaaldelijk voor de garnalenboot uitwijken.

Verstoring door recreatie is evident bij druk bezochte locaties, zoals de Brouwersdam. Wind- en kitesurfers zijn zeer verstorend, maar opereren vooral in het zomerhalfjaar, wanneer de meeste eenden in noordelijker gelegen broedgebieden verblijven. De eenden komen echter al in juli/augustus massaal terug om te ruien en kunnen na de winter zeker tot in mei blijven om op te vetten voor de trek en om te baltsen (Offringa 1991b; Leopold et al. 1995) en deze activiteiten worden in toenemende mate onmogelijk gemaakt in Nederland door de recreatie; rond 1900 kwamen vermoedelijk grote aantallen ruiende Zwarte Zee-eenden voor in ons land maar tegenwoordig, in de tijd van surfzeilen en neopreenpakken, is dit zeldzaam.

Is menselijk handelen van invloed op de voedselbeschikbaarheid?

In situaties met voldoende voedsel (de overvloed aan *Spisula* in de jaren 90), nam de visserij een relatief klein deel van de voorraad. Wel was het zo, dat vissers en eenden geregeld dezelfde banken benutten, waardoor er conflicten rezen. Deze verergerden naarmate de voorraad *Spisula* slonk. Uiteindelijk werden grote delen van de kustzone gesloten voor de *Spisula*visserij, maar het bestand herstelde zich niet: mogelijk lag een natuurlijke oorzaak ten grondslag aan de achteruitgang van deze schelpdiersoort. Maar zeker is dit beslist niet: de droogvallende mosselbanken in de westelijke Waddenzee herstellen zich voorlopig ook niet, maar het verdwijnen die banken is wel degelijk het gevolg van overbevissing. Kortom, het feit dat stopzetting van

visserij geen verbetering/herstel oplevert wil nog niet zeggen dat daaruit een natuurlijke oorzaak van het verdwijnen mag worden geconcludeerd.

Tegenwoordig is er een overmaat aan *Ensis*, waarvan de eenden maar mondjesmaat gebruik maken. In theorie kunnen conflicten ontstaan tussen Ensis-visserij en eenden, op locaties die voor beide van groot belang zijn. Er zou echter voldoende ruimte moeten zijn voor beide, zowel in termen van aanwezige biomassa als ruimte; hierop wordt echter vooralsnog geen beleid gevoerd. Het aantal vergunningen voor de Ensis-visserij is beperkt, het visgebied is evenwel niet beperkt waardoor vissers en eenden elkaar nog steeds in de weg zouden kunnen zitten. Naar verluidt is de Ensis-visserij echter veel minder verstorend dan de Spisulavisserij vanwege de zeer lage vaarsnelheden bij het vissen op mesheften; deugdelijk onderzoek hiernaar ontbreekt echter vooralsnog.

Meningsverschillen over voedsel­ecologie?

Er bestaat weinig verschil van mening over de voedsel­ecologie van de Zwarte Zee-eend. Er is wel verschil van mening over de mogelijke impact van schelpdiervisserij en mosselcultuur. Voorts is het belang van *Ensis* is nog onduidelijk. Men hoort wel eens betogen dat er meer dan genoeg voedsel voor de eenden aanwezig is in de vorm van *Ensis*. De geschiktheid van *Ensis* als voedsel is echter nog onduidelijk waardoor een biomassagetal voor *Ensis* weinig zeggingskracht heeft; de daling in aantallen eenden sinds de omslag *Spisula/Ensis* doet vermoeden dat *Ensis* relatief ongeschikt voedsel is.

Kennisleemtes

Het is van groot belang dat nader onderzoek gedaan wordt naar de rol van *Ensis* als voedsel van zee-eenden. Welke (groottes van) *Ensis* is nog geschikt voedsel en hoe gaan de eenden hiermee om? Eten de eenden naast *Ensis* thans nog andere prooien en zo ja, welke dan? Wat is het profijt van *Ensis* als voedsel?

Voedsel­ecologisch onderzoek aan zee-eenden is een lastige zaak. Deze vogels foerageren onder water en meestal net uit het zicht van de kust. Ze komen ook niet aan land om te rusten zodat faecesonderzoek, dat wel is uitgevoerd aan *Ensis*-etende Eidereenden (Leopold et al. 2007) niet mogelijk is. Maag­onderzoek is feitelijk de enige mogelijkheid voor veld­onderzoek aan de Zwarte Zee-eend. De mogelijkheid tot grootschalig dieet­onderzoek doet zich slechts af en toe voor, bij grotere olie­incidenten. Mocht zich een dergelijk incident voordoen, dan verdient het aanbeveling de gelegenheid te baat te nemen en zo veel mogelijk dode eenden te verzamelen voor maag­onderzoek.

Ook kan gedacht worden aan experimenteel onderzoek aan eenden in gevangenschap. Zwarte Zee-eenden zijn echter schuw en vermoedelijk lastig te houden in gevangenschap. Daarbij is *Ensis* potentieel een gevaarlijke prooi, vanwege de kans op beschadiging van de slokdarm van eenden op een dieet van *Ensis*. Om deze reden zagen Leopold et al. (2007) eerder af van voedsel­experimenten aan Zwarte Zee-eenden en *Ensis*, die wel konden worden uitgevoerd aan Eidereenden op een dieet van *Spisula*. De mogelijkheid moet echter niet worden uitgesloten, zo is het wellicht mogelijk zinnige experimenten te doen tijdens de nasleep van een olieramp, wanneer relatief grote aantallen eenden in revalidatiecentra zitten, die hoe dan ook gevoerd moeten worden.

Het is van belang tot goede schattingen te komen van de generalized functional response, waarbij de opnamesnelheid van voedsel in verband wordt gebracht met de dichtheid van geschikte prooidieren (dwz juiste grootte en soort) en de dichtheid concurrerende soortgenoten.

Literatuur

Arts F.A. & Berrevoets C.M. 2006. Midwintertelling van zee-eenden in de Waddenzee en de Nederlandse kustwateren, januari 2006. Rapport RIKZ/2006.009. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg, 22 pp.

Baptist H.J.M. & Meininger P.L. 1992. Rapportage effecten grootschalige locatie baggerberging. Werkdocument GWAO 92.818, Rijkswaterstaat, DGW, Middelburg.

Baptist H.J.M. & Wolf P.A. 1993. Atlas van de vogels van het Nederlands Continentaal Plat. Rapport DGW-93.013, Rijkswaterstaat, DGW, Middelburg.

Bauer KM & Glutz von Blotzheim UN. 1969. Handbuch der Vögel Mitteleuropas Band 3. Anseriformes (2. Teil) Akad. Verlagsgesellschaft. Frankfurt am Main. 503 pp.

Bergman G. Donner K.O. 1964. An analysis of the spring migration of the Common Scoter and the Long-tailed Duck in southern Finland. Acta Zool. Fenn. 105: 1-59.

Brinkman AG, Ens BJ & Kats R. 2004. Modelling the energy budget and prey choice of eider ducks. Alterra Wageningen NL. Alterra-rapport 839

Bult T.P., Ens B.J., Baars D., Kats R. & Leopold M. 2004. Evaluatie van de meting van het beschikbare voedselaanbod voor vogels die grote schelpdieren eten. Eindverslag EVA II (Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase), Deelproject B3. RIVO-rapport C018/04, 108pp.

Camphuysen C.J. & Leopold M.F. 1994. Atlas of seabirds in the southern North Sea. IBN Research Report 94/6; NIOZ Rapport 1994-8.

Camphuysen C.J., Hart S. & Zandstra H.S. 1988. Zeevogelsterfte na olie-lekkage door de ertscarrier MS Borcea voor de Zeeuwse kust, januari 1988. Sula 2: 1-12.
Camphuysen C.J. & van Dijk J. 1983. Zee- en kustvogels langs de Nederlandse kust 1974-79. Limosa 56: 81-230.

Carter I.C., Williams J.M., Webb A. & Tasker M.L. 1993. Seabird concentrations in the North Sea: an atlas of vulnerability to surface pollutants. Joint Nature Conservation Committee, Aberdeen.

Craeymeersch J.A. & Perdon J. 2006. De halfgeknotte strandschelp *Spisula subtruncata*, in de Nederlandse kustwateren in 2005. RIVO Rapport, C036/06.

Craeymeersch J.A., Leopold M.F. & van Wijk M.O. 2001. Halfgeknotte strandschelp en Amerikaanse zwaardschede: een overzicht van bestaande kennis over visserij, economische betekenis, regelgeving, ecologie van de beviste soorten en effecten op het ecosysteem. RIVO rapport C033/01, 34pp.

De Jong M.L., Ens B.J. & Leopold M.F. 2005. Het voorkomen van Zee- en Eiderenden in de winter van 2004-2005 in de Waddenzee en de Noordzee-kustzone. Alterra. Alterra-rapport 1208, 44 pp.

De Leeuw J. 1997. Demanding divers - Ecological energetics of food exploitation by diving ducks. Diss, Rijks Universiteit Groningen, 178 p.

Den Hollander N. 1993. Zwarte Zeeëenden (*Melanitta nigra*) en schelpdiervisserij. Studenterverslag NIOZ en DLO-IBN, Texel.

Deppe L. 2005. Die Trauerente (*Melanitta nigra*) in der Deutschen Bucht - GIS-basierte Bewertung räumlicher Parameter. *Seevögel* 26: 13-19.

Dirksen S., Witte R.H. & Leopold M.F. 2005. Nocturnal movements and flight altitudes of Common Scoters *Melanitta nigra*. Research north of Ameland and Terschelling, February 2004, for the Baseline study Near Shore Windfarm. Rapport Bureau Waardenburg 05-062.

Eigenhuis K.J. 1996. Zwarte Zeeëenden *Melanitta nigra* van hot naar her gejaagd bij Petten. *Sula* 10(3): 107.

Fleet D.M., Gaus S., Hartwig E., Potel P., Reineking B. & Dieckhoff M.S. 1999. PALLAS-Havarie und Seevogelsterben dominieren Spülsaumkontrollen im Winter 1998/99. *Seevögel* 20: 79-84.

Fox A.D. 2003. Diet and habitat use of scoters *Melanitta* in the Western Palearctic - a brief overview. *Wildfowl* 54: 163-182.

Hughes B., Underhill M., Stewart B. & Woodrow W. 1996. Conservation and research on Common Scoter in the United Kingdom. *Wetlands International Seaduck Specialist Group Bulletin* 6: 9-12.

ICES 2005. Report of the Working Group on Seabird Ecology (WGSE), 29 March - 1 April 2005, Texel, The Netherlands. ICES CM 2005/G:07. 49 pp.

Joensen A.H. 1973. Moulting migration and wing-feather moult of seaducks in Denmark. *Dan. Rev. Game Biol.* 8 No. 4: 1-42.

Kaiser, M. J., Galanidi, M., Showler, D. A., Elliott, A. J., Caldow, R. W. G., Rees, E. I. S., Stillman, R. A. & Sutherland, W. J. (2006) Distribution and behaviour of Common Scoter *Melanitta nigra* relative to prey resources and environmental parameters. *Ibis*, 148, 110-128.

Keijl G.O. 1993. Enkele waarnemingen aan zeevogels aan de Atlantische kust van Marokko, oktober-december 1991. *Sula* 7: 20-24.

Leopold M.F. 1988. De zeeëenden survey van januari 1988. *Sula* 2: 23-24.

Leopold M.F. 1993. *Spisula*'s, zeeëenden en kokkelvisser: een nieuw milieuprobleem op de Noordzee. *Sula* 7: 24-28.

Leopold M.F. 1996. *Spisula subtruncata* als voedselbron voor zee-eenden in Nederland. BEON rapport 96-2.

Leopold M.F. & Baptist M.J. 2007. De effecten van onderwaterzandsuppleties op het habitat van de Kustzee, *Spisula* en enkele beschermde soorten zeevogels. Wageningen IMARES Rapport C014/07.

Leopold M.F. & Wolf P. 2003. Zee-eenden eten ook *Ensis*. Nieuwsbrief Nederlandse Zeevogelgroep 4(3): 5.

Leopold M.F., Baptist H.J.M., Wolf P.A. & Offringa H. 1995. De Zwarte Zeeëend *Melanitta nigra* in Nederland. *Limosa* 68:49-64

Leopold M.F., van der Land M.A. & Welleman H.C. 1998. *Spisula* en zee-eenden in de strenge winter van 1995/96 in Nederland. Beon-rapport 98-6, 35 p plus bijlagen.

Leopold M.F., Spannenburg P.C., Verdaat H.J.P. & Kats R.K.H. 2007. Identification and size estimation of *Spisula subtruncata* and *Ensis americanus* from shell fragments in stomachs and faeces of Common Eiders *Somateria mollissima* and Common Scoters *Melanitta nigra*. Ch 4 in: R.K.H. Kats. Common Eiders *Somateria mollissima* in the Netherlands. The rise and fall of breeding and wintering populations in relation to the stocks of shellfish. PhD Univ. Groningen, pp 63-85.

Nehls, G. 1995. Strategien der Ernährung und ihre Bedeutung für Energiehaushalt und Ökologie der Eiderente (*Somateria mollissima*)(L., 1758). *Berichte, Forsch.- u. Technologiezentrum Westküste d. Univ. Kiel* 10: 1-177

Nehls G. & Böttger H. 2006. Miesmuschelmonitoring 1998-2005 im Nationalpark "Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer. BioConsult SH / Landesamt Nationalpark SH-Wattenmeer 165 pp.

Offringa H. 1991a. Verspreiding en voedselocologie van de Zwarte Zeeëend (*Melanitta nigra*) in Nederland. NIOZ Rapport 1991 13.

Offringa H. 1991b. Baltende Zwarte Zeeëenden *Melanitta nigra* voor de Nederlandse kust. Sula 5: 57-58.

Offringa H. 1993. Zwarte Zeeëenden *Melanitta nigra* offshore. Sula 7: 142-144.

Offringa H. & Leopold M.F. 1991. Het tellen van Zwarte Zeeëenden *Melanitta nigra* voor de Nederlandse kust. Sula 5: 154 157.

Petersen I.K., Pihl S., Hounisen J.P., Holm T.E., Clausen P., Therkildsen O. & Christensen T.K. 2006. Landsdækkende optælling af vandfugle januar-februar 2004. Danmarks Miljøundersøgelser, Faglig rapport fra DMU 6006, 75pp. <http://www.dum.dk/Pub/FR606.pdf>

Pihl S., Laursen K., Hounisen J.P. & Frikke J. 1992: Landsdækkende optælling af vandfugle fra flyvemaskine, januar/februar 1991 og januar/marts 1992. - Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU, nr. 44, 42 pp.

Platteeuw M. 1990. Het voorkomen van de Zwarte Zeeëend *Melanitta nigra* langs de Nederlandse kust: een evaluatie. Sula 4: 55-65.

Rumohr H. 2002. Untersuchungen zur Nachhaltigkeit der Schwertmuschel (*Ensis directus/americanus*) und Dickschaligen Trogmuschel (*Spisula solida*)-Fisherei in Schleswig-Holsteinischen Küstengewässern. Schlußbericht zum Forschungsvorhaben im Rahmen des Gemeinschaftsvorhabens PESCA, unpublished report to the Amt für Ländliche Räume, Fishereiamt Keil. 31 pp + appendix.

Salomonsen F. 1968. The moult migration. *Wildfowl* 19: 5-24.

Schricke V. 1993. La baie du Mont-Saint-Michel, premiere zone de mue en France pour la macreuse noire (*Melanitta nigra*) *Alauda* 61: 35-38.

Söhle I., Wilson L.J., Dean B.J., O'Brien S.H., Webb A. & Reid J.B. 2006. Surveillance of wintering seaducks, divers and grebes in UK inshore areas: Aerial surveys and shore-based counts 2005/06. JNCC Report 392, Peterborough.

Sonntag N., Engelhard O. & Garthe S. 2004. Sommer- und Mauservorkommen von Trauerenten *Melanitta nigra* und Samtenten *M. fusca* auf der Oderbank (südliche Ostsee). *Vogelwelt* 125: 77-82.

- Staab R. & Fransson T. 2006. EURING list of longevity records for European birds (http://www.euring.org/data_and_codes/longevity.htm).
- Swennen C. 1985. Iets over de vogels van het open water van IJsselmeer, Waddenzee en Noordzee. Vogeljaar 33: 208-214.
- Swennen C. & Spaans A.L. 1970. De sterfte van zeevogels door olie in februari 1969 in het Waddengebied. Vogeljaar 18: 233-245.
- Tasker M.L. & Pienkowski M.W. 1987. Vulnerable concentrations of birds in the North Sea. Nature Conservancy Council, Peterborough.
- Smit C.J. 1994. Alternatieve voedselbronnen voor schelpdier-etende vogels in Nederlandse getijdewateren. IBN-rapport 077.
- Tobalske BW, Hedrick TL, Dial KP, Biewener AA. 2003. Comparative power curves in bird flight. Nature 23, 421(6921):363-6
- van de Kuip C. 1991. Wanbeleid in de Waddenzee kost duizenden vogels het leven. Vogels 11: 230-235.
- Van Roomen M.W.J., Klemann M.C.M., van Winden E.A.J. & Ganzen- en Zwanenwerkgroep Nederland 1994. Watervogels in Nederland in januari 1993. Sovon Monitoringrapport 94.01, SOVON, Beek Ubbergen.
- Van Roomen M, Van Winden E, Koffijberg K, Ens B, Hustings F, Kleefstra R, Schopers J, Van Turnhout Ch, SOVON-Ganzen- en Zwanenwerkgroep, Soldaat L. 2006. Watervogels in Nederland in 2004/2005. RIZA-rapport BM06.14 / SOVON-monitroingrapport 2006/02
- Voous K.H. 1960. Atlas van de Europese vogels. Elsevier, Amsterdam, 284p.
- Wahl J, Blew J, Garthe S, Günther K, Mooij J & Sudfeldt C. 2003. Überwinternde Wasser- und Watvögel in Detschland: Bestandsgrößen und Trends ausgewählter Vogelarten für den Zeitraum 1990-2000. Ber. Vogelschutz 40: 91-103.
- Webb A., McSorley C.A., Dean B.J, Reid.J.B., Cranswick P.A, Smith L. & Hall C. 2006. Dispersion patterns of inshore waterbirds in Liverpool Bay in the non-breeding season. JNCC Report 373.
- Wolf P.A. & Meininger P.L. 2004. Zeeën van zee-eenden bij de Brouwersdam. Nieuwsbrief Nederlandse Zeevogelgroep 5(2): 1-2.

Eidereend Somateria mollissima

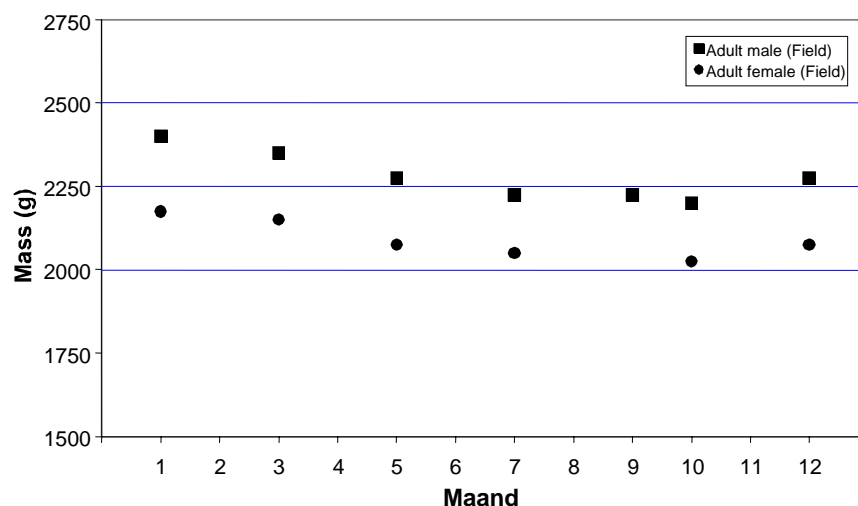
Algemene kenmerken

Verspreiding van de soort

Broedt langs de kustgebieden van Noord- en Noordwest-Europa. Talrijk op IJsland (honderduizenden paren), enkele duizenden broedparen in Denemarken, Duitsland, Nederland. Oostelijk aan de kust van Moermansk, bij de Witte Zee, Nova Zembla, en talrijk langs de Oostzeekust (Zweden, Finland).

Grootte, gewicht

Een Eider is ongeveer 59 cm groot, en heeft een massa van ongeveer 2-2.4 kg. De mannen zijn circa 200 gram zwaarder dan de vrouwen. Voordat de vrouwen eieren gaan leggen nemen ze echter zo'n 20% in lichaamsgewicht toe. Eiders zijn zogenaamde *capital breeders*, die hun hele legsel, alsook de energie die nodig is om de eieren te bebroeden, aanleggen voor het broedseizoen. Aan het eind van de broedperiode zijn de volwassen vrouwen, door verlies van massa die benodigd was voor het aanleggen van de eieren en door de periode van vasten tijdens het broeden, sterk afgefallen. Ze wegen dan nog slechts 1500 gram. Daarnaast varieert het lichaamsgewicht door het jaar heen bij beide sexen. Vlak voor de trek zijn de vogels zwaar (tot 2600 gram) door de aangelegde vetreserves; aan het eind van de trek kan dit zijn gedaald tot 1800 gram (Bauer & Glutz von Blotzheim, 1969). Aan het begin van de winter zijn de vogels opnieuw zwaar (Figuur 7, naar Nehls, 1995): ze houden een reserve aan voor te verwachte moeilijke perioden (strengere koude, harde wind, ijsgang) en het aangelegde vet helpt tevens om de eigen lichaamswarmte vast te houden. In de zomer zijn deze risico's veel lager en laten de eenden hun lichaamsgewicht dalen. Dit helpt bij het vliegen (er hoeft minder gewicht de lucht in) wat voordelig is bij de dagelijkse verplaatsingen en bij het vluchten voor naderende gevaren. Daarnaast worden lichaamsreserves ingezet voor de aanleg van nieuwe veren in de ruitijd.



Figuur 7 Massa van een Eider gedurende een jaar (uit Nehls 1995).

Broedsel en kuikens

Legsels bevatten in het algemeen 4-6 eieren van 110 g (440-660 g samen), die circa 25-28 dagen bebroed worden. Het vrouwtje broedt alleen en verlaat het nest nauwelijks gedurende al deze tijd; er worden alleen korte excursies gemaakt om snel wat te drinken. Bij verstoring zal het vrouwtje zo lang mogelijk blijven zitten, vertrouwend op haar schutkleur; bij dichtbij naderend gevaar zal het vrouwtje van het nest vluchten, waarbij een speciale, zeer onwelriekende faeces over de eieren kan sproeien, die een predator de lust tot consumptie moet ontnemen (Swennen 1968). Na het uitkomen verzamelen de kuikens zich in creches, waarbij jongen van meerdere vrouwen samen, door een groep van "tantes" worden begeleid. Deze tantes zijn volwassen vrouwen, maar vaak niet de eigen moeders die aan het eind van de broedtijd zo sterk zijn vermagerd dat ze eerst zelf moeten aansterken (Swennen 1991). Op een leeftijd van 9 à 11 weken zijn de jongen vliegvlug.

Maximale leeftijd

De hoogst gevonden leeftijd bij geringde vogel in Europa is 37 jaar en 10 maanden (Staaav & Fransson 2006). Op hoge leeftijd kunnen Eiders seniele trekken gaan vertonen: oude vrouwen kunnen dan mannelijke kenmerken krijgen in hun verenkleed (Swennen *et al.* 1989a).

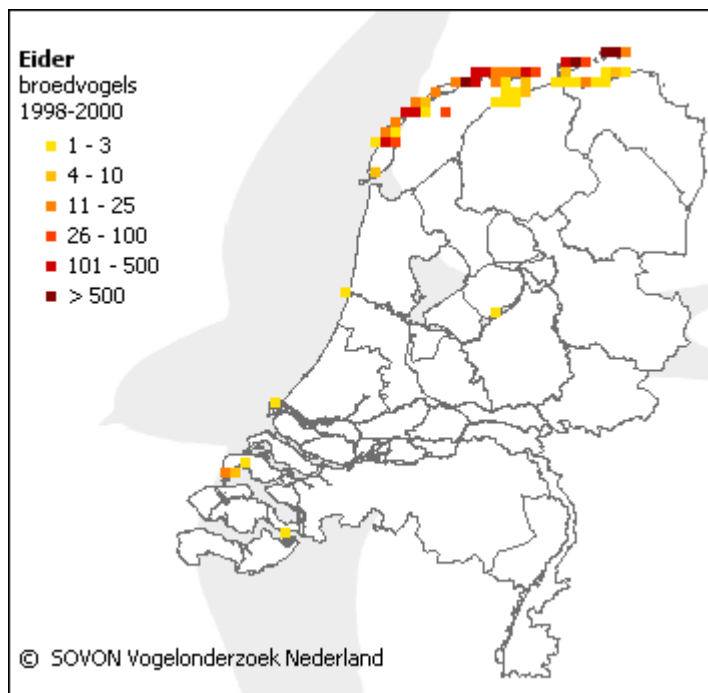
Ondersoorten

De nominaat (*S. m. mollissima*) is de ondersoort die in Nederland broedt en overwintert. Mogelijk komen incidenteel ook hoog-noordelijke vogels, van de ondersoorten borealis of faroensis bij ons voor, maar hoewel deze redelijk goed herkenbaar zijn en in bijvoorbeeld het Verenigd Koninkrijk en Ierland regelmatig worden gevonden, is deze vorm bij ons nog niet met zekerheid vastgesteld (Leopold 2005a).

Belangrijke gebieden

Broedgebieden

Broedt in alle kustgebieden van Noord- en Noordwest Europa, inclusief de Britse Eilanden, IJsland, de Faroer en nog noordelijker eilanden, tot en met Nova Zembla en Frans Josef Land. Voor Nederland is de Baltische/Waddenzee Flyway populatie van belang, opgebouwd uit deelpopulaties in Finland, Estland, Zweden, Noorwegen, Denemarken, Duitsland en Nederland. Nederland vormt het meest zuidwestelijke deel van deze Flyway populatie. De meeste vogels broeden in ons land in de Waddenzee maar ook in de Delta heeft zich recent een kleine populatie broedvogels gevestigd (Figuur 8).



Figuur 8 Verspreiding van de Eider als broedvogel in Nederland / www.sovon.nl

Overwinteringsgebieden

De Eider is stand-, zwerf- en trekvogel. Een groot deel van de Oostzee-populatie overwintert ook aldaar, tenzij de omstandigheden dat niet meer toelaten (dichtvriezen van de zee). Een deel van de Oostzee-vogels trekt echter jaarlijks weg, over Jutland naar de Waddenzee. Aan de Oostzeekust (bijvoorbeeld Falsterbo, ZW-Zweden) kunnen elk jaar grote aantallen voorbijtrekkende Eiders waargenomen worden. Eenmaal aangekomen in de Deense of Duitse Waddenzee trekt een deel van de vogels nog verder, tot in de Nederlandse Waddenzee. Een klein deel trekt nog iets verder, tot voor de kust van Noord-Holland of de Delta. De soort komt voor tot in NW Frankrijk, zo bleek na de olieramp met de Erica, toen enkele honderden dode en nog levende met olie besmeurde Eiders aanspoelden. De herkomst van deze vogels is nog onduidelijk; mogelijk gaat het (ook) om Britse broedvogels.

Uitwisseling tussen Nederland en UK is minimaal (Wernham, 2002), en de Britse (=vooral Schotse) vogels vormen in wezen een aparte populatie.

Overwinteringshabitats

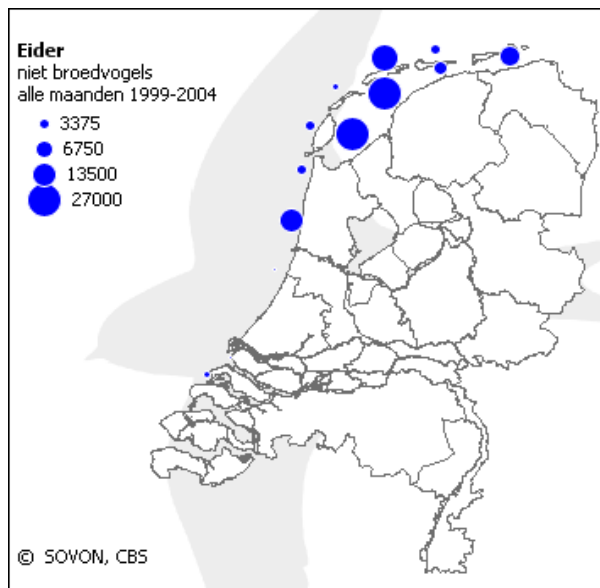
Eidereenden overwinteren aan de kusten van NW-Europa, zuidelijk tot in Normandië en Bretagne. De aanwezigheid van voldoende geschikt voedsel is doorslaggevend bij de keuze van de locaties binnen de winterrange waar wordt overwinterd. Relatief ondiepe wateren, met hoge dichtheden van geschikte concentraties van schelpdieren genieten de voorkeur. Hierbij worden zowel droogvallende getijdenplaten als permanente onderwater staande delen benut, in de Oostzee, de Noordzee en de Waddenzee. De soort is niet erg schuw, havens en de omgeving van pieren en dammen etc worden ook benut. Eiders rusten graag aan land; de aanwezigheid van geschikte (rustige, veilige) rustplaatsen is een pre.

Trekroutes in NW-Europa

In de Oostzee trekken vogels in de herfst weg uit de Botnische Golf en de Finse Archipel, naar het zuidwesten van de Oostzee en naar de Belt Zeeën, Kattegat en Skagerrak, waar de kans op ijsvorming aanzienlijk kleiner is dan verder (noord)oostwaarts. Vanuit dit kern-overwinteringsgebied trekt een deel van de vogels door richting Noord- en Waddenzee.

Wat zijn de hot-spots langs de Europese flyway

In de Oostzee is het zuidwesten het meest belangrijke overwinteringsgebied, dus de Deens/Duitse wateren. De internationale Waddenzee is eveneens een zeer belangrijk overwinteringsgebied. Tijdens de rui zoeken Eidereenden gebieden op met een gegarandeerde voedselvoorziening en voldoende rust. Ze vinden deze met name in de Belt Zeeën, het Kattegat en de internationale Waddenzee. De belangrijke Nederlandse gebieden zijn aangegeven in Figuur 9.



Figuur 9 Belangrijke concentraties Eiders in Nederland. Van: SOVON

Treksnelheid en afstand

Bij een vliegsnelheid van 70 km h⁻¹ kan in principe ruim 1600 km gevlogen in een etmaal.

Gemiddelde verblijftijd in WZ

Een belangrijk deel van de Eidereenden in de Waddenzee betreft overwinteraars, die dus de gehele winter aanwezig blijven.

Aantallen

Europa

www.birdlife.org geeft (Tabel 6) 820.000-1.2 miljoen broedparen in Europa, maar een aanzienlijk deel van dit aantal betreft noordelijke of westelijke (UK) vogels die geen deel uitmaken van de Baltische/Waddenzee flyway populatie. De notie dat de trend voor heel Europa licht stijgend zou zijn, geldt zeker niet voor de Baltische/Waddenzee Flyway populatie.

Tabel 6 Aantal broedparen van Eider in Europa. Naar www.birdlife.org, data voor de periode 1990-2003.

Land	Aantal broedparen
Denemarken	25000
FarOer	3500
Groenland	15000-25000
Estland	15000-20000
Finland	140000-160000
Duitsland	1400-1500
IJsland	200000-350000
Ierland	250-1000
Nederland	8000-10000
Noorwegen	100000-150000
Svalbard	13500-27500
Rusland	15000-25000
Oekraïne	700-1100
UK	31600
Zweden	270000-360000
Totaal	840.000-1.200.000
Algehele trend	Lichte toename
Broedgebied	> 1.000000 km ²
Deel van de wereldpopulatie:	50 - 74 %

Hoeveel langs NW Europese flyway

In een recent overzicht schetsen Desholm et al. (2002) een aanzienlijk somberder beeld dan het bovenstaande overzicht voor heel Europa zou doen vermoeden. Het aantal overwinterende vogels binnen de Baltische/Waddenzee Flyway is gedaald van circa 800.000 in 1990 tot 370.000 in 2000 in Denemarken, waar zich de kern van het overwinteringsgebied bevindt. Dit vertaalt zich in een afname van circa 1.200.000 vogels (1991) tot circa 760.000 vogels in 2000, een afname van 36%. In de internationale Waddenzee schommelden de aantallen overwinteraars tussen 1987 en 1999 rond de 285.000 vogels, daarna zette een daling in tot 162.500 vogels in 2002 (Kats 2007). De soort kampt zowel met problemen in zijn broedgebieden (hoge jongensterfte, en ook hoge sterfte onder volwassen vogels door vogelcholera), als in zijn overwinteringsgebieden (jacht in de Oostzee, voedselgebrek in de Waddenzee).

Www.birdlife.org geeft Tabel 7, die gebaseerd is op tellingen voor de periode 1990-2003. Per land kan het getal meer of minder recent zijn. Gezien het bovenstaande lijken de getallen voor Nederland en Duitsland verouderd.

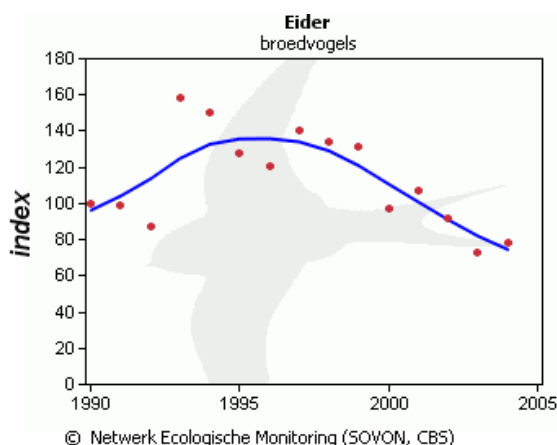
Tabel 7 Aantal overwinterende Eiders in Europa. Naar www.birdlife.org, data voor de periode 1990-2003. Alleen de belangrijkste landen zijn genoemd.

Land	Aantal overwinteraars
Denemarken	320000-370000
Frankrijk	2000-4200
Duitsland	350000
Nederland	120000
Polen	1000-2000
Rusland	1500
Zweden	7000-30000
Totaal	800.000-900.000
Algehele trend	achteruitgang

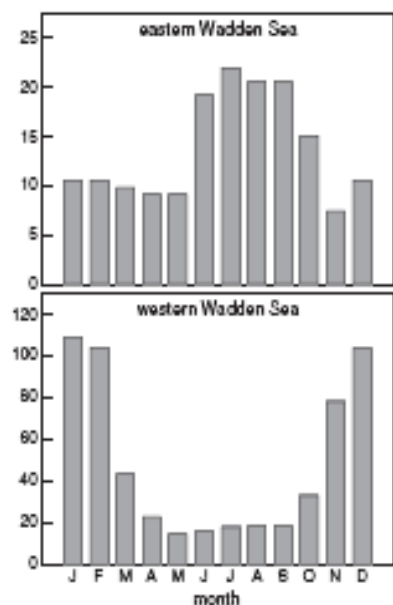
Aantallen in de Nederlandse Waddenzee en voor Nederlandse kust, door de jaren heen

Seizoensdynamiek

Eidereenden zijn alleen betrouwbaar gebiedsdekkend te tellen vanuit een vliegtuig. Deze tellingen zijn vrijwel geheel beperkt tot de midwinter (januari) tellingen; een seizoensverloop is geschat aan de hand van enkele aanvullende vliegtuigtellingen in andere maanden van het jaar en aanvullende tellingen vanaf schepen, door Kats (2007; Figuur 11). Er moet een onderscheid gemaakt worden tussen de westelijke en de oostelijke Waddenzee en tussen de (eigen) broedvogels en de overwinteraars. In de winter zijn de meeste Eiders in de Nederlandse Waddenzee vogels die elders, met name rond de Oostzee, broeden. De eigen broedvogels overwinteren ook grotendeels in de Nederlandse Waddenzee.



Figuur 10 Aantalsverloop van broedende Eiders in Nederland



Figuur 11 Fenologie van de aantallen Eidereenden in de Oostelijke (boven) en westelijke (onder) Nederlandse Waddenzee. Uit Kats (2007). Aantallen *1000. NB verschil in schaal (Y-as)!

Broedvogels

Het volgende overzicht van de populatie ontwikkeling van de Eideend in Nederland volgt de recente reconstructie van Kats (2007); onderliggende bronnen zijn in zijn proefschrift te vinden. De Eideend heeft ons land ge(her)koloniseerd in 1906 met een eerste vestiging op Vlieland. Vanuit deze eerste kern werd de Waddenzee gekoloniseerd en in 1960 telde ons land 5750 broedparen. Hierna volgde een crash door de invloed van giftige stoffen die via de Rijn en het Noordzee-kustwater werden aangevoerd, tot een dieptepunt van 1350 paar in 1969. Het aantal paren steeg vervolgens tot circa 11.000 paar in de jaren 90, onderbroken door een terugval tot minder dan 6000 paar in de jaren 1988-92 als gevolg van voedselgebrek. Tussen 1996 en 2002 daalt de populatie broedvogels scherp, tot circa 6500 paar (index in Figuur 11). Opnieuw wordt de reden voor deze afname primair gezocht in voedselgebrek, dat veroorzaakt lijkt te worden door een combinatie van schelpdiervisserij, teruglopende eutrofiëringsgraad en klimatologische invloeden (Ens 2006; Kats 2007; Philippart et al. 2007). In recente jaren heeft zich ook een kleine populatie, van enkele tientallen paren, gevestigd op Neeltje Jans, in de Delta (Figuur 8).

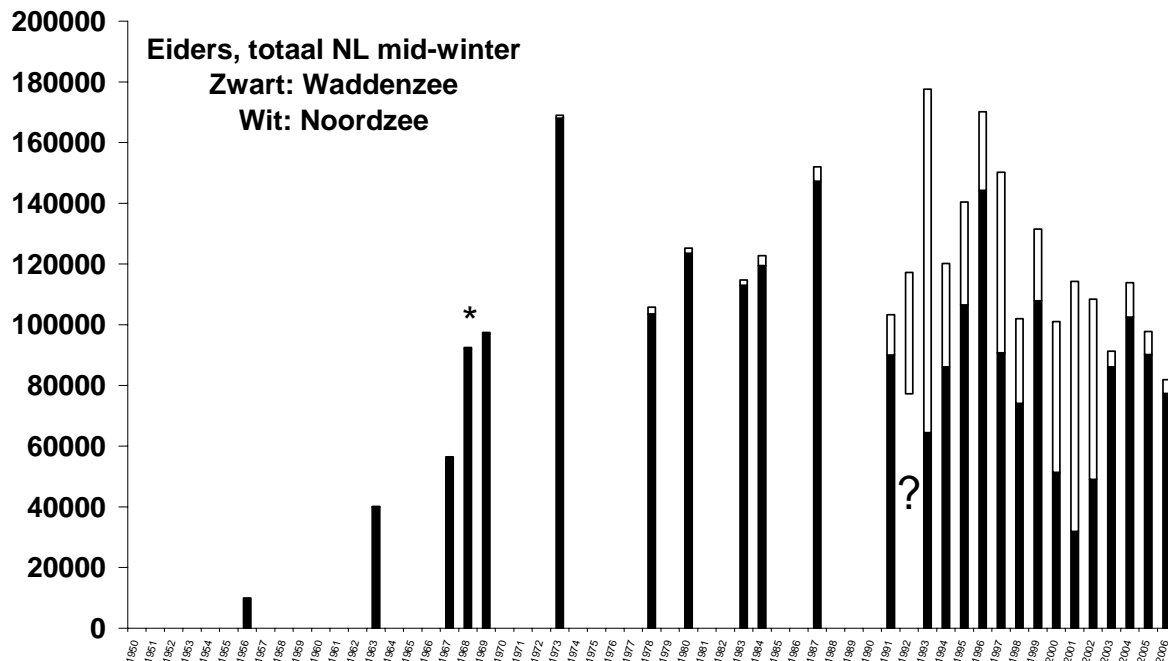
Rui

In de zomer (juni-september) ruien Eidereenden en vooral in de oostelijke Waddenzee is er dan een eerste influx van vogels die afkomstig zijn uit het Oostzeegebied: dit betreft circa 12.000 vogels (Kats 2007). In deze maanden bevinden zich circa 40.000 Eiders in de Nederlandse Waddenzee.

Winter

In de winter bedraagt het aantal Eiders een veelvoud van de aantallen in het broedseizoen door een grote influx van vogels uit het Oostzeegebied (Figuur 12). Na een snelle, maar slecht gedocumenteerde toename van de aantallen in de jaren 50 en 60, schommelden de winteraantallen tussen de 100.000 en 180.000 vanaf eind jaren 60 tot circa 2000. Van 1990 tot 2002 was er een opvallende verplaatsing van een aanzienlijk deel van de populatie naar de Noordzeekustzone, waar de soort voordien nooit in grote aantallen voorkwam (Figuur 13; Leopold 1993; Leopold et al. 1993; Craeymeersch et al. 2001; Leopold 2001; Camphuysen et al. 2002). Op de Noordzee profiteerden de Eiders van de destijds talrijk voorkomende *Spisula subtruncata*. Deze schelpdiersoort is een geschikte voedselbron, al moeten de Eiders er wel diep voor duiken en zouden mosselen en kokkels in de ondiepere Waddenzee betere voedselbronnen

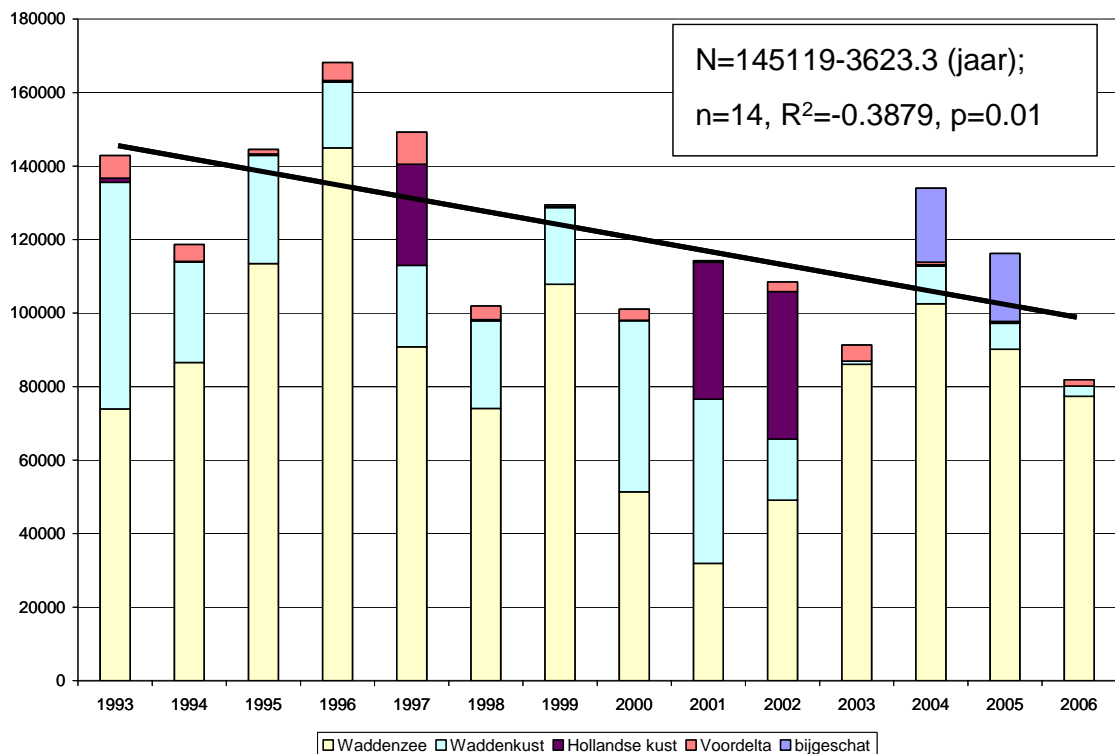
zijn; het tijdelijke uitwijken naar de Noordzee wordt dan ook gezien als een noodsprong in een periode van voedselgebrek in de Waddenzee (Camphuysen et al. 2002). Na 2002 liep de hoeveelheid *Spisula* weer sterk terug en trokken de Eiders zich weer terug in de Waddenzee, maar de aantallen liepen hierbij terug naar het niveau van eind jaren 60 (Figuur 12).



Figuur 12 Aantal overwinterende eidereenden in de Nederlandse Waddenzee (zwart) en Noordzeekustzone (inclusief Voordelta, wit); op basis van vliegtuig en boottellingen.

*: Oostelijke Waddenzee werd niet geteld in 1968, de aantallen hier zijn geïntrapoleerd van 1967 (15.000) en 1969 (11.000) als 13.000. ?: in 1992 is de hele Waddenzee niet geteld, er was alleen een scheepstelling van de Noordzeekustzone benoorden de Wadden. Compilatie van Leopold (in: Camphuysen et al. 2002, voor de meer recente jaren aangevuld met resultaten uit Arts & Berrevoets 2006).

Het aantalsverloop kan ook worden geschetst aan een kortere, maar in termen van methodologie meer consistente serie midwinter-vliegtuigtellingen van RIKZ (Arts & Berrevoets). Deze tellingen worden ieder jaar, eenmalig uitgevoerd. Door het eenmalige karakter kunnen pieken in andere maanden binnen dezelfde winter gemist worden, maar er is ook geen storende invloed van aanvullende informatie uit andere bronnen, waarvan de hoeveelheid en kwaliteit jaar tot jaar aanzienlijk varieert. Deze reeks tellingen levert eenzelfde beeld op, namelijk van een gestaag dalend aantal overwinteraars, met gemiddeld zo'n 3600 per jaar, van ruim 140.000 aan het begin van de serie tellingen tot minder dan 100.000 in 2006 (Figuur 13). In 2007 (Arts & Berrevoets, 2007) werden ruim 83000 Eiders geteld, vrijwel uitsluitend in de Waddenzee.



Figuur 13 Midwinter-aantallen Eider-eenden in de Waddenzee, de Noordzeekustzones benoorden de Wadden en voor Holland en de Voordelta, sinds 1993. Naar Arts & Berrevoets, 2006).

Aantalsverloop in de Waddenzee voor Mossel/Droogvallend/Diep

Mosselpercelen

Tot januari 1999 werden jaarlijks 20-30 000 Eiders waargenomen boven of nabij (<1km) mosselpercelen (Kats, 2007). In januari 1999 lijkt er voor het eerst sprake van een lichte terugval in de aantallen. In de jaren daarna (2000-2002) was er een aanzienlijke terugval, in totaal werden minder dan 10 000 Eiders nabij de mosselpercelen waargenomen. Het voedsel was in die jaren waarschijnlijk niet toereikend (Ens et al. 2002). In de periode 2003-2005 was sprake van een opmerkelijk herstel (gem. 37 000), maar in januari 2006 waren de aantallen nabij de mosselpercelen weer beduidend lager (24 700) maar nog wel vergelijkbaar met het langjarige gemiddelde (periode 1993-2005).

Droogvallende platen

Tot 1999 was het aantal Eiders boven droogvallende platen relatief stabiel (gem. 37 800) (Kats, 2007). In de periode 2000-2006 waren de aantallen lager (gem. 25 300). In 2006 was het aantal Eiders nabij dit habitat met slechts 16 000 exemplaren opvallend laag. Er zijn belangrijke verschillen in de ontwikkelingen tussen de westelijke en oostelijke Waddenzee. In de westelijke Waddenzee was het aantal Eiders boven droogvallende platen relatief stabiel tot 1999. In 2000 halveerde het aantal Eiders. Ze leken zich te herstellen in 2005 maar in 2006 bleek dat dit een tijdelijke opleving betrof. In de westelijke Waddenzee is het aantal Eiders boven droogvallende platen in de periode 2000-2006 (gem. 15 300) met meer dan 50% afgenomen ten opzichte van de periode 1993-1999 (gem. 32 200). In de oostelijke Waddenzee is de ontwikkeling omgekeerd. Daar waren de aantallen in de periode 2000-2006 (gem. 9900) hoger dan in 1993-1999 (gem. 4600). In 2006 was echter ook in de oostelijke Waddenzee het aantal Eiders boven droogvallende platen relatief laag (3700).

Diepere delen Waddenzee

Diepere delen van de Waddenzee, niet zijnde mosselpercelen, zijn voor Eiders alleen interessant als hier voldoende voedsel ligt. Dit kan mosselzaad zijn, maar hiervan wordt jaarlijks een groot deel opgevisst en verplaatst naar de percelen; de Eiders zullen deze verplaatsing volgen. Recent is *Ensis* wellicht een alternatief, ook op diepere delen van de Waddenzee.

Bovenstaande beschrijving is gebaseerd op de analyses in (Arts & Berrevoets 2006) waarbij de Waddenzee onderverdeeld is in mosselpercelen (inclusief het gebied binnen 1 km), de droogvallende platen en de diepere delen van de Waddenzee. Op basis van een belangrijk deel van deze gegevens en aanvullende vliegtuigtellingen door Alterra (de Jong *et al.* 2003; de Jong *et al.* 2002) is een uitgebreide analyse uitgevoerd over de relatie tussen de verspreiding van overwinterende Eidereenden en de verspreiding van het voedselaanbod in de Waddenzee (Ens *et al.* 2006b). Naarmate grotere gridcellen werden gebruikt kon meer van de variatie in Eidereend aantallen worden verklaard. Onafhankelijk van het schaalniveau was het steeds zo dat sublitorale mosselen, met name op de mosselpercelen, de belangrijkste verklarende variabele was. Sublitorale mosselen en mosselpercelen zijn beperkt tot de westelijke Waddenzee. Wanneer de analyse beperkt werd tot de oostelijke Waddenzee dan bleek dat het voorkomen van litorale mosselbanken de belangrijkste verklarende variabele was.

Voedsel en energieverbruik

Voedselkeuze

Prooien worden in hun geheel ingeslikt, en in de maag van de Eiders gekraakt. Dit betekent dat de grootte van de prooidieren bepaald wordt door wat nog door de vogel naar binnen kan worden gewerkt (de grootte van het keelgat). Voor zeer lange, dunne prooien (*Ensis*) is niet zozeer de doorsnede bepalend, als wel de lengte: de schelpen moeten geborgen kunnen worden in de (ronde) maag.

Het voedsel van de Eidereend is recent samengevat door Leopold *et al.* (2001). Alle soorten schelpdieren lijken geschikt voedsel, als ze maar in voldoende dichtheid voorkomen, op een bereikbare diepte en als ze maar van geschikt formaat zijn. Onder "geschikt formaat" valt alles boven de halve centimeter, tot een formaat dat nog net kan worden ingeslikt. Alleen voor zeer lange, rigide prooien (*Ensis*) zal de lengte ook een beperkende factor zijn, maar *Ensis* met lengtes tot circa 12 cm zijn als prooi vastgesteld (Ens *et al.* 2002; Leopold 2002), al is 10 cm lengte een betere schatting van de maximum maat (Ens *et al.* 2006; Leopold *et al.* 2007). Het dieet van tweekleppige schelpdieren wordt in tijden van schaarste, of in situaties met veel alternatieve prooien, aangevuld met slakken (bijvoorbeeld Alikruiken *Littorina*), Zeesterren en slangsterren (*Asterias*, *Ophiura*), krabben (*Carcinus*), wormen (*Lanice*, *Nereis*) of vis en viseieren. De prooidieren mogen zowel vastzitten op de ondergrond (mosselen), ingegraven zitten in de bodem (kokkels, *Spisula*, *Ensis*) als epibenthisch zijn (krabben, zeesterren).

Mosselen en kokkels

Mosselen en kokkels worden in vrijwel alle dieetstudies in de Waddenzee gevonden als belangrijkste voedselbron voor Eidereenden, al is van plaats tot plaats, seizoen tot seizoen, of jaar tot jaar veel variatie en kunnen of mosselen of kokkels tot 90% van het dieet uitmaken. Vliegtuigtellingen van Eiders laten ook zien dat de vogels zich vooral daar ophouden waar mosselpercelen zijn, wilde mosselbanken of plekken met hoge dichtheden aan kokkels (Nehls 1989; 1995; Swennen 1976, 1991; Baptist *et al.* 1997; Berrevoets *et al.* 2000) (Ens *et al.* 2006b). Omdat de vogels tijdens de zomerse ruiperiode verstoringen mijden zijn mosselcultures in die periode niet gewild (Swennen *et al.* 1989b).

Macoma

Macoma's zijn eigenlijk te klein voor Eiders om als volwaardige voedselbron te dienen. Meestal wordt deze schelp ook niet als belangrijke voedselbron gevonden, al kunnen individuele vogels wel degelijk (tijdelijk?) faeces produceren die uitsluitend uit resten van *Macoma* bestaan.

Spisula subtruncata (Afgeknotte Strandschelp)

In de periode dat er een schaarste aan kokkels en mosselen in de Waddenzee was (1990/1991, en later ook rond 2000) werden *Spisula's* het stapelvoedsel voor Eiders. Grote aantallen Eidereenden gingen foerageren op die plekken in de Noordzee-kustzone waar *Spisula's* in grote dichtheden voorkwamen (Leopold 1993; Leopold *et al.* 1996; Camphuysen *et al.* 2002). Schelpresten werden ook in faeces aangetroffen (den Hollander 1993; Leopold 1996; Leopold *et al.* 2007) en in magen van gestorven eenden (Ens *et al.* 2002). De overeenkomst met kokkels is groot (qua grootte en schelpdikte en vleesgehalte)(Ens & Kats 2004) en Camphuysen *et al.* (2002) toonden dat *Spisula* een geschikte prooi was, indien de grote exemplaren (> 1.5 cm, bij voorkeur zelfs > 2.5 cm) gegeten werden (cf. Leopold *et al.* 1998; 2000). Het verschil met kokkels is dat deze in ondiep water wordt gevonden, en *Spisula's* in diep water (5-15 m), waardoor de duikkosten toenemen.

Mya arenaria

Volwassen Strandgapers leven te diep en zijn te groot voor Eidereenden. Jonge exemplaren zijn echter wel geschikt. Toch vond Swennen (1976) in 4441 faecesmonsters niet één *Mya*. Jonge *Mya* kan alleen gegeten worden op locaties waar deze soort massaal voorkomt; gericht onderzoek hiernaar is niet gedaan. Gedurende de massasterfteperiode in 1999/2000 bleken Eiders op beschadigde *Mya's* te foerageren die bijvangst waren van commerciële, mechanische wadpiervangst (J. Hottentot, pers. comm. and pers. obs. M. Leopold).

Ensis

Ensis lijkt gezien de vorm van de schelp én de diepte waarop de dieren zich gewoonlijk in het sediment bevinden ongeschikt als voedsel, maar Eiders kunnen toch foerageren op kleine exemplaren (tot maximaal ongeveer 10 cm; Ens *et al.* 2006; Leopold *et al.* 2007). Grotere *Ensis*-schelpen zijn vermoedelijk moeilijk te kraken in de maag, en vormen daardoor een reëel gevaar voor Eiders die ze toch inslikken (Swennen & Duiven 1989; Ens *et al.* 2002). Laursen *et al.* (ms) vonden in 374 geschoten Eiders (tussen 1986-88) dat *Ensis* meer dan 50% van alle prooidieren uitmaakte, zowel bij adulten als juvenielen, in een van hun studiegebieden in Denemarken. In Nederland zijn Eidereenden recent ook omgeschakeld op het eten van *Ensis* (Leopold *et al.* 2007), maar hoewel de voorraad *Ensis* erg groot is en er dus voldoende van dit voedsel aanwezig is, dalen de aantallen Eiders gestaag (Figuur 13). Merkwaardig is wel dat de grootste dichtheden *Ensis* voorkomen in de Noordzee kustzone, maar daar komen nauwelijks *Ensis* etende Eidereenden voor – die beperken zich tot de Waddenzee (Ens *et al.* 2006a).

Littorina

Alikruik worden wel vaak gevonden in faeces van Eiders, maar zelden als een belangrijke prooidiersoort. (Cantin *et al.* 1974) vonden een keer dat juveniele eiders zich blijkbaar op *Littorina's* specialiseerden. Maar vermoedelijk hebben ze het moeilijk om de opercula van de *Littorina*-schelp te breken, waardoor het lastig wordt om dat deel weer kwijt te raken; een reden waarom *Littorina* vaak gevonden wordt in magen van uitgehongerde Eiders (cf Cadée 1991).

Asterias rubens en *Ophiura* sp.

Zeesterren worden vaak gegeten omdat die veelvuldig (kunnen) voorkomen op sublitorale mosselbanken en op cultures. Het is niet duidelijk of het additioneel voedsel betreft of dat sommige vogels zich op zeesterren specialiseren. Er is een studie (Oranjewoud 1983) waarin gevonden werd dat zeesterren in de (late-) winter de bulk van de prooidieren uitmaakte, in de periode dat het vleesgehalte van mosselen lager geworden is. Maar gezien de vermoedelijk

geringe energetische inhoud per biomassa lijken zeesterren geen te prefereren prooi. Recent is aan de hand van eidereendenfaeces in de Voordelta vastgesteld dat Eiders daar in het voorjaar (2007) ook slangensterren aten (Leopold et al., in prep.).

Carcinus maenus

Strandkrabben worden veel gegeten door Eiders, ook al omdat Eiders vaak parasieten bij zich hebben waar de strandkrab intermediair voor is (Swennen & van den Broek 1960; Camphuysen *et al.* 2002). Strandkrabben zijn een relatief gevaarlijke prooi, én vanwege de genoemde parasieten die lethaal kunnen zijn voor de eenden, én vanwege hun scharen. Het eten van strandkrabben kan gezien worden als een teken dat de voedselsituatie slecht is (Ens et al. 2002).

Zachte prooien

Eiders eten soms ook andere prooien, zoals viseieren, garnalen (*Crangon*), amphipoden (*Corophium*) of zelfs volwassen vissen (Frensen & Thingstad 2002; Leopold 2005b), maar als hoofdvoedsel zijn dit slechts incidentele voedselbronnen, die opportunistisch worden benut als de gelegenheid zich voordoet.

Beperkingen

Zoals gezegd worden de prooidieren in hun geheel ingeslikt; hoewel bij krabben eerst de poten verwijderd worden. De maximale maat bij mosselen is daardoor ongeveer 5 à 5.5 cm, bij Ensis ongeveer 12 cm, en bij kokkels ongeveer 4.5 cm. Een probleem dat zich vooral bij mosselen voordoet is dat deze vaak met zeepokken zijn overdekt. Deze zijn scherp, en kunnen tot 5 à 8 mm hoog worden, waardoor de effectieve grootte van een mossel vergroot wordt. Een mossel van oorspronkelijk 4 cm kan daardoor 5.5 cm groot worden, met nog eens scherpe uitsteeksels, waardoor de kans op beschadigingen aan keel, slokdarm en maag bij de Eider toeneemt. Tegelijk daalt de energetische opbrengst van de prooi aanzienlijk, omdat een mossel van 4 cm ongeveer 40-45% van de hoeveelheid vlees bevat van een 5.5 cm grote mossel. Bij de kokkel ontbreken dergelijke epibionten meestal, waardoor deze een betere keus gaat worden indien de begroeiing van mosselen sterk is.

Voedselbehoefte, energieverbruik en digestive bottleneck

De dagelijkse energiehoeft van een Eidereend hangt af van het seizoen; in de koude wintermaanden is ongeveer 2* zoveel energie nodig als in de warme zomermaanden. De standaardbehoefte 's zomers wordt op basis van modelberekeningen gecombineerd met veldgegevens geschat op ongeveer 1.5 10⁶ J d⁻¹ (Brinkman et al. 2004), een waarde die goed overeenkomt met die welke bijvoorbeeld Nehls (1995) noemt op basis van voedselopnamemetingen – en waarnemingen. 's Winters is deze waarde ongeveer 3000 kJ d⁻¹. Uit de vgl die Gavrilov & Dolnik (1985) geven volgt een BMR (basaal metabolisme) van 6.8 W; Nehls (1995) noemt hiervoor 8 W (respectievelijk 580-620 kJ d⁻¹). De rest (900 à 1000 kJ d⁻¹) is een gevolg van de verteringskosten, het op peil houden van de zoutbalans, de opwarming van de prooi, van de energie die nodig is voor het kraken van de schelpen, etc. 's Winters komt daar vooral het extra warmteverlies bij, die door de wind, én door het veel koudere koude water veroorzaakt wordt. Daardoor zijn er meer prooien nodig (met meer opwarmingskosten, kraakkosten en meer verteringskosten), en moet vaker gedoken worden (met meer warmteverlies).

Het aantal prooien dat nodig is hangt dus, naast het seizoen, sterk af van de prooigrootte. In vleesmassa is 's zomers 70 g AFDW nodig, ofwel 350 g vlees, ofwel 1400 g schelpdier. 's Winters is dit 136 g AFDW, ofwel 680 g vlees, ofwel 2700 g schelpdier. Met een gemiddeld vleesgehalte van ongeveer 1.0 g AFDW/schelpdier 's zomers zijn 70 grote (5.5 cm) mosselen per dag nodig, of 150 kleinere (4.0 cm). Omdat één duik ongeveer 1 minuut duurt, en indien de eend maar één prooi per keer bovenhaalt, moet de eend 70 tot 150 minuten lang foerageren (1 à 2.5 uur). 's Winters gaat de vleesinhoud van een mossel achteruit omdat er weinig algen als voedsel voor de mosselen aanwezig zijn, maar er wel respiratieverliezen bij de schelpdieren optreden. In

die periode zijn ruwweg 194-430 mosselen van 5.5 resp. 4 cm nodig, wat een foerageertijd van 3 tot 7 uur inhoudt. 's Winters heeft een Eider dan ook de neiging grotere prooien te zoeken (om de duiktijd toch enigszins te minimaliseren) dan 's zomers. Dit is conform wat Nehls (1995) waarnam.

Een andere mogelijkheid om de duiktijd te verminderen is dat meerdere (kleinere) prooien tegelijkertijd worden opgedoken, iets wat bij mosselen goed mogelijk is omdat deze schelpdieren met hun byssusdraden aan elkaar gehecht zijn. De eenden kunnen aldus klompjes mosselen opduiken, en die aan het wateroppervlak verwerken. Evenzo moeten ze bij hoge dichtheden in het sediment begraven schelpdieren (kokkels, *Spisula*, *Macoma* etc) in staat geacht worden meerdere prooien per duik te bemachtigen.

De voedselbehoefte, in termen van dagelijks energie budget (deb, kJ d⁻¹) waarbij de vogel geen gewichtsverlies of gewichtstoename kent (neutrale energiebalans), is op grond van theoretische kennis geschat door Leopold, in Leopold *et al.* (1998), pagina 27 en verder. In onderstaande Tabel 5 deze schatting uitgesplitst voor mannen en vrouwen, vanwege een gering grootteverschil en daarmee ook een gering verschil in de energiebehoefte. Voor de volledigheid zijn ook de deb's voor de andere algemene schelpdier-etende eenden in de Noordzeekustzone berekend.

Tabel 8 Lichaamsmassa en dagelijkse voedsel- cq energiebehoefte

Soort eend	Lichaamsmassa	deb in KJ d ⁻¹	deb in g ADM d ⁻¹
Zw Zee-eend man	1294 gram	2258	104.27
Zw Zee-eend vrouw	1249 gram	2201	101.59
Grote Zee-eend	1700 gram	2761	127.39
Eidereend	2250 gram	3391	156.49

Gemiddeld heeft een Eidereend dus ruim 150 gram asvrij-droogmassa (van het vlees) van *Spisula*-schelpen nodig. In het zelfde rapport van Leopold *et al.* wordt de voedselbehoefte ook uitgedrukt in aantallen overjarige schelpen per dag (van gemiddeld 25 mm lang) en dit komt voor de Eidereend neer op ruim 1600 stuks in januari, en op ruim 1800 stuks in maart (als het vleesgewicht per schelpdier tov januari iets is gedaald). Uitgedrukt in versgewicht, dus inclusief de schelp, en het ingesloten water en zand in verse levende schelpen komt dit neer op circa 5 tot 6 kg verse *Spisula*, ofwel circa 2.5 keer het eigen lichaamsmassa aan schelpdieren per dag. Deze schatting is gelijk aan de uitkomst van het onderzoek van de Leeuw (1997) aan Kuif- en Toppereenden op het IJsselmeer, die daar foerageren op Driehoeksmosselen. Op grond van uitgebreide metingen kwam ook de Leeuw uit op een dagelijkse voedselbehoefte (vlees+schelp+bijhorend water) van 3 keer de eigen lichaamsmassa.

Energieverbruik tijdens de trek

Eidereenden verbruiken naar Videler (2005) ongeveer 100 W tijdens het vliegen. Lowvorn & Jones(1994) noemden een waarde van 300 W, maar dit is naar alle waarschijnlijkheid een veel te hoge waarde. Naar Davidson & Morrison (1992) volgt een waarde van 90 W. Het vetverbruik ligt hiermee op ongeveer 270 g d⁻¹ (bij 32 kJ g⁻¹ vet) waarmee in principe ruim 1600 km gevlogen kan worden op een dag. Hierbij is een vliegsnelheid van 70 km h⁻¹ aangehouden. Dit houdt in dat een eidereend op een dag grote afstanden kan afleggen, maar na één of twee dagen ook moet rusten en moet foerageren om het vetverlies weer aan te vullen.

Functionele respons

Er is zo goed als niets bekend over de effecten van voedseldichtheid en dichtheid van Eidereenden zelf op de voedselopnamesnelheid. Over het algemeen wordt gesteld dat er weinig intraspecifieke competitie is bij het zoeken naar schelpdieren al zijn er wel aanwijzingen voor concurrentie om de beste voedselgebieden (Nehls & Ketzenberg 2002). Maar de dichtheid van schelpdieren, vooral die van de geschikte grootte, moet van invloed zijn op de mogelijk haalbare opnamesnelheden. De vogel duikt, en zoekt met de snavel naar schelpdieren, en besluit

vervolgens om een gevonden prooi al dan niet te accepteren. Een hoge dichtheid aan geschikte prooidieren móet tot een hogere opnamesnelheid leiden dan een lage dichtheid aan geschikte prooidieren. Maar hierover zijn weinig of geen kwantitatieve gegevens bekend.

Voedselbeschikbaarheid in Waddenzee

De voedselbeschikbaarheid in de Waddenzee is aan grote fluctuaties onderhevig. Ens (2006) en Kats (2007) zien met name de hoeveelheden mosselen als kritische factor voor de Eiders in de Waddenzee. Voor vrouwen die moeten gaan broeden is dit nog kritischer: deze vogels zijn extreem plaatstrouw en verlaten de onmiddellijke omgeving van hun kolonie niet of nauwelijks (Swennen 1976, 1990): voor hen is de voedselsituatie (mosselen, kokkels) op de wadplaten direct nabij hun kolonie van eminent belang (Kats 2007). In de winter kunnen, vermoedelijk vooral vogels die van elders onze Waddenzee bezoeken, ook goed toe met *Spisula* in de Noordzeekustzone, maar de recente omslag naar *Ensis* is gepaard gegaan met een gestage terugval van de aantallen Eiders in de kustzone. Dit wijst erop dat *Ensis* een slecht alternatief is voor mosselen, kokkels en *Spisula*, al is ook het bestand sublitorale mosselen de laatste jaren laag waardoor die voedselbron ook niet in staat is alleen de populatie Eiders te voeden. Wel lijkt het zo, dat de massale aanwezigheid van *Ensis* in Waddenzee en Noordzeekustzone er de reden van is geweest dat Eiders nu niet meer massaal van honger omkomen, zoals eerder het geval toen ze nog niet in groten getale gebruik maakten van deze nieuwe voedselbron (Ens et al. 2006).

Bedreigingen en kennisleemtes

Waar liggen knelpunten en wat zijn bedreigingen en waarom?

Bedreigingen, bescherming en beheer

De Waddenzee is van groot, internationaal belang voor het overwinteren van Eidereenden, zowel de eigen broedvogels als circa 100 000 vogels uit de Oostzee. De recente aantalsontwikkelingen, alsmede enkele perioden van massasterfte en de massale, tijdelijke verhuizing vanuit de Waddenzee naar de Noordzeekustzone, hebben laten zien dat voedselgebrek momenteel de grootste bedreiging vormt voor de Eidereend in Nederland. Een andere, eveneens belangrijke bedreiging vormen olievlekken. Recent is dit geen zeer belangrijke factor meer geweest, maar dit gevaar is zeker niet geweken en olievlekken hebben in het verleden soms een zware tol geëist.

Voedselgebrek

Voedselgebrek door onvoldoende zaadval en niet aan dit lagere schelpdieraanbod aangepaste visserij op schelpdieren (Ens 2006) leidde vanaf 1990/91 tot massaal wegtrekken van Eidereenden uit de Waddenzee naar de kuststrook en tot grote sterfte (van de Kuip 1991; Leopold 2000; Ens et al. 2002; Camphuysen et al. 2002). Ook in de daarop volgende jaren bevonden zich zeer grote aantallen Eidereenden in de kuststrook, waar ze zich aansloten bij de Zwarte Zeeëenden op de *Spisula*banken. In de winter van 1992/93 waren hierbij 70-100 000 Eidereenden betrokken (Leopold 1993). In hoeverre dit tot concurrentie tussen de verschillende soorten eenden leidde, is onbekend. Bij gebrek aan kokkels gingen vervolgens ook de kokkelvissers op *Spisula* vissen en ontstond er directe concurrentie om deze voedselbron. In de huidige situatie kunnen de Eiders weer beschikken over mosselen en kokkels, en daarnaast over *Ensis*. De situatie is echter nog verre van gunstig vanwege het geringe bestand aan geschikte mosselen (Ens 2006), de belangrijkste voedselbron.

Eiders, eidersterfte en mosselschaarste

Een belangrijk discussiepunt betreft het verband tussen mosselschaarste in de Waddenzee en sterfte van Eiders.

In de winter van 1999/2000 trad een grote Eidersterfte op: naar schatting 21000 Eiders stierven. Ook in 1990/1991 deed zich een aanzienlijke sterfte voor, en in 2000/2001 was ook het sterfteaantal bovennormaal (Ens et al, 2006). Het verband tussen deze sterfte en de mate waarin geschikte voedselbronnen aanwezig waren is daarna een belangrijk discussiethema geweest. Deze discussie komt ook steeds weer terug als het gaat om de functie die mosselvisserij en –kweek heeft voor het sublitorale mosselbestand: zorgt deze visserij voor een verkleining of juist voor een vergroting van het mosselbestand? Van Stralen en Sas (2006) schrijven in hun Passende Beoordeling voor de mosselzaadvisserij (najaar 2006) dat met trendanalyses van Eideraantallen in de Waddenzee geen verband tussen Eideraantallen en mosselvisserij kan worden aangetoond; de afname vindt vooral plaats buiten de Wadden. Het probleem is evenwel complex; de aanwezigheid, grootte en kwaliteit van de aanwezige voedselvoorraden samen met de aantallen Eidereenden die aanwezig zijn bepalen in hoeverre die Eidereenden zich voldoende kunnen voeden in de Waddenzee en aangrenzende Noordzeekustzone. Het meest aannemelijke is het volgende:

- a) mosselen van middelmatige grootte (ruwweg 40mm) zijn voor eidereenden het preferente voedsel;
- b) andere schelpdieren zijn ook geschikt (kokkels, *Spisula subtruncata*);
- c) er is een aantal jaren geweest is waarin de mosselschaarste evident was, maar waarin de Eiders dat tekort konden compenseren door naar de Noordzee-kustzone te trekken en op *Spisula* over te gaan;
- d) sinds de *Spisula*-bestanden zo goed als verdwenen zijn, zijn de Eiders weer op mosselen en kokkels aangewezen, met *Ensis* als hulpbron; de kwaliteit van de laatste soort is voor *Eiders* echter nauwelijks bekend, noch is een goede bestandsschatting bekend. *Ensis* komt op zich al langer voor in de Waddenzee, maar eerst de laatste jaren is dit substantieel en lijkt deze hoeveelheid nog verder toe te nemen.
- e) de combinatie (voorraad geschikt voedsel , vraag (= de aantallen Eiders)), bepaalt of er voedselschaarste optreedt.

Kats (2007) beschrijft deze discussie in zijn dissertatie. Hij geeft daarbij aan de sterfte onder eidereenden het grootst is in die jaren waarbij de mosselvoorraad klein is én de hoeveelheden *Spisula* gering zijn (fig 7.4, 7.6 en 7.7 uit Kats, 2007). Maag- en darmparasieten in de Eiders zijn lang ook als mogelijke oorzaak genoemd, maar onderzoek tijdens en kort na de massale sterfte in 1999/2000 wees uit dat weliswaar grote aantallen parasieten konden worden aangetroffen, maar dat die aantallen niet wezenlijk veel hoger waren dan onder andere omstandigheden. De aantallen Eiders zijn de laatste jaren (50000-70000 vogels) gering ten opzichte van de aantallen van midden jaren '80 (ruim 150000 vogels). Het beeld dat gerezen is is dat de Eiders tegenwoordig meer en meer aangewezen zijn op de mosselkweekpercelen als belangrijkste voedselbron, terwijl daarbuiten het aanwezige voedsel veel minder profijtelijk is voor de vogels. De afwezigheid van een trend in de Waddenzee, en een negatieve trend voor de Eideraantallen in de kustzone zoals door van Stralen en Sas (2006) werd aangegeven, betreft een periode waarin de Waddenzee-aantallen al laag waren, en een deel van de oorspronkelijke vogels al naar de Noordzee-kustzone was uitgeweken. De afname van de *Spisula*-bestanden in de kustzone kan de negatieve trend aldaar goed verklaren.

De analyse van Van Stralen & Sas (2006) voor de Waddenzee bevat niet de hoeveelheden sublitorale wilde en kweekmosselen noch hun lengtefrequentieverdeling als verklarende variabelen; het is aan te bevelen de analyse nog eens te herhalen waarbij wél zo goed mogelijk gebruik wordt gemaakt van de gegevens die daaromtrent beschikbaar zijn.

Ens et al (2007) geven in hun audit over de Passende Beoordeling Najaarsvisserij 2006 (PBN) van Van Stralen & Sas (2006) aan dat naar hun mening de auteurs te gemakkelijk de conclusie trekken dat veranderingen in aantallen eidereenden één op één kunnen worden vetaald naar effecten van de mosselcultuur op het voedselaanbod voor Eidereenden. Ook vinden de auditoren dat de –op basis van een scenarioberekening- getrokken conclusie dat mosselkweek tot verhoging van het voedselaanbod voor Eiders leidt, alleen geldig is voor het eerste jaar na de zaadvisserij.

Brinkman & Jansen (2007) becijferden dat voor de aantallen Eiders die tegenwoordig in de Waddenzee overwinteren maar nauwelijks voldoende voedsel in de vorm van mosselen en kokkels aanwezig is; hiermee geven zij aan dat er hoegenaamd geen reserve is voor dan wel extra Eiders, dan wel een door welke reden dan ook veroorzaakte verdere afname in schelpdierhoeveelheid.

Olie

Omdat Eiders in Nederland, zeker in de winter in grote aantallen en sterk geconcentreerd voorkomt, kan een 'goed' geplaatste olievlek tot grote sterfte leiden (Carter *et al.* 1993). De olie-incidenten bij Terschelling (Swennen & Spaans 1970) en bij Amrum (Fleet *et al.* 1999) illustreren dit. Opvallend is, dat er de laatste jaren in Nederland geen grote olie-incidenten zijn geweest waarbij veel Eiders waren betrokken, maar dit gevaar ligt altijd op de loer. Het is dus belangrijk om vooral de grote concentraties speciaal in de gaten te houden als het gaat om oliebestrijding op zee.

Effecten van verstoring

Eiders zijn niet bijzonder gevoelig voor verstoring. Alleen tijdens de rui, als de vogels niet kunnen vliegen, zijn ze vermoedelijk wat meer gevoelig (Thiel *et al.* 1992). Periodiek zijn er conflicten met mosselvisserij, die niet graag grote aantallen eiders op hun percelen zien verblijven: er is wel gepoogd deze te verjagen door herhaaldelijk met bootjes op de eiders in te varen of door min of meer permanente aanwezigheid van een (groter of kleiner) schip op de percelen. Dit blijkt een lastige zaak, zowel in juridische zin (de vogels zijn beschermd en de Waddenzee is een natuurgebied) als in praktische zin, want de vogels keren steeds terug naar rijke voedselbronnen. Onderzoek naar de effectiviteit van verschillende manieren om Eiders te verstoren wees uit dat verstoring op de lange duur alleen effectief is als voorkomen kan worden dat de eiders langdurig profiteren van een nieuw ontdekte voedselbron (Ross & Furness, 2000).

Eiders in broedkolonies zijn gevoelig voor verstoring.

Meningsverschillen over voedsel-ecologie?

Er zijn minimaal twee discussiepunten: (1) heeft mosselkweek al of niet een positief effect op het voor eiders beschikbare mosselbestand, (2) is de afname van de eiders alleen het gevolg van het verdwijnen van de spijl of is er ook een rol voor de verslechterende mosselbestanden.

Kennisleemtes

Op 23 februari 2006 werd een workshop georganiseerd over kennislacunes m.b.t. de relatie tussen schelpdieretende vogels en schelpdiervisserij waaraan werd deelgenomen door onderzoekers, beleidsambtenaren, natuurorganisaties en mosselvisserij. De volgende kennisleemtes werden door alle betrokkenen onderschreven:

- 1 Welke factoren bepalen de natuurlijke sterfte van "grote" mosselen?
 - o Predatie door krabben, zeesterren en vogels (m.n. Eiders)
 - o Ziektes
 - o Stormen
 - o Ouderdom (aftakeling)
- 2 Heeft de huidige intensieve mosselkweek een negatief effect op de kans op zaadval in de daaropvolgende jaren (m.a.w. is er sprake van overbevising van het sublitoraal), of heeft de mosselkweek geen effect op de zaadval, of is er zelfs sprake van een positief effect?
- 3 Hoe betrouwbaar is de schatting dat mosselkweek het mosselbestand in de westelijke Waddenzee met gemiddeld 15% verhoogt?
- 4 Wat is het effect van mosselkweek en -visserij op het mosselbestand in mosselarme jaren (=jaren met een laag voedselaanbod)? Arme jaren treden op als broedval een aantal

- jaren uitblijft.
- 5 Wat is de “*conservation status*” van de Baltische-Waddenzee *Flyway* populatie?
 - o Wat is oorzaak van door Desholm *et al.* gesignaleerde discrepantie tussen wintertellingen en zomertellingen van de broedparen?
 - o Wat is het gesommeerde effect van alle bedreigingen langs de flyway (voedselsituatie, jacht, ziektes, predatie, vergiftiging, verdrinking in netten, aanvaringen met windmolens)
 - 6 Welke factoren zijn naast de ratio tussen vlees en schelp van doorslaggevend belang voor de prooiselectie van de Eidearend?
 - o Hoe belangrijk zijn wilde sublitorale mosselen als voedselbron?
 - o Hoe belangrijk is *Ensis* als alternatieve voedselbron (gunstige vlees:schelp ratio, maar mogelijk meestal onbereikbaar)
 - o Wanneer zijn kokkels een belangrijke prooi?
 - Hoog vleesgehalte (afhankelijk formaat en seizoen)
 - 7 Wat is herkomst en verspreidingsgedrag van overwinterende Eideerenden
 - o Actieradius overwinterend individu?
 - o Is er verschil tussen lokale broedvogels en immigranten uit het Oostzeegebied?

Literatuur

Arts F.A. & Berrevoets C.M. 2006. Midwintertelling van zee-eenden in de Waddenzee en de Nederlandse kustwateren, januari 2006. Rapport RIKZ/2006.009. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg, 22p.

Arts F.A. & Berrevoets C.M. 2007. Midwintertelling van zee-eenden in de Waddenzee en de Nederlandse kustwateren, januari 2007. Rapport RIKZ/2007.010. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg, 22p.

Bauer KM & Glutz von Blotzheim UN. 1969. Handbuch der Vögel Mitteleuropas Band 3. Anseriformes (2. Teil). Akad. Verlagsgesellschaft. Frankfurt am Main. 503 pp.

Brinkman AG, Ens BJ & Kats R. 2004. Modelling the energy budget and prey choice of eider ducks. Alterra Wageningen NL. Alterra-rapport 839.

Brinkman AG & Jansen JM. 2007. Draagkracht en exoten in de Waddenzee. Wageningen – IMARES. Rapport C073/07, 34 pp.

Cadée G.C. 1991. De Alikruik (*Littorina littorea*) als Eidearend voedsel. Corresp.-blad Ned. Malac. Ver. 262: 876-880.

Camphuysen C.J., Berrevoets C.M., Cremers H.J.W.M., Dekinga A., Dekker R., Ens B.J., van der Have T.M., Kats R.K.H., Kuiken T. & Leopold M.F. 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(3): 303-317.

Craeymeersch J.A., Leopold M.F. & van Wijk M.O. 2001. Halfgeknotte strandschelp en Amerikaanse zwaardschede: een overzicht van bestaande kennis over visserij, economische betekenis, regelgeving, ecologie van de beviste soorten en effecten op het ecosysteem. RIVO rapport C033/01, 34pp.

Davidson, N. C. & R. I. G. Morrison. 1992. Time budgets of pre-breeding Knots on Ellesmere Island, Canada. Wader Study Group Bulletin 64, Supplementary volume: The migration of Knots.

De Jong, M. L., Ens, B. J., & Kats, R. K. H. (2002) Aantallen Eideereenden in en rond het Waddengebied in januari en maart 2002. *Alterra rapport 630*. Alterra, Wageningen.

De Jong, M. L., Ens, B. J., & Kats, R. K. H. (2003) Aantallen Eideereenden in en rond het Waddengebied in de winter van 2002/2003. *Alterra rapport 794*. Alterra, Wageningen.

De Leeuw J. 1997. Demanding divers - Ecological energetics of food exploitation by diving ducks. Proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen, 178pp

Ens B.J., Borgsteede F.H.M., Camphuysen C.J., Dorrestein G.M., Kats R.K.H. & Leopold M.F. 2002. Eideereendensterfte in de winter 2001/2002. *Alterra Rapport 521*, 113 pp.

Ens, B. J. & Kats, R. K. H. (2004) Evaluatie van voedselreservering Eideereenden in de Waddenzee - rapportage in het kader van EVA II deelproject B2. *Alterra rapport 931*. Alterra, Wageningen.

Ens, B. J., Kats, R. K. H., Bult, T. P., de Jong, M. L., Dijkman, E. M., and Leopold, M. F. (2006b) A multiscale analysis of the distribution of Common Eiders *Somateria mollissima* preying on shellfish in the Dutch Wadden Sea. Unpublished Work.

Ens B.J. 2006. The conflict between shellfisheries and migratory waterbirds in the Dutch Wadden Sea. In: G.C. Boere, C.A. Galbraith & D.A. Stroud (eds). *Waterbirds around the world*. The Stationery Office, Edinburgh, pp. 806-811.

Ens B.J., Kats R.K.H. & Camphuysen C.J. 2006. Waarom zijn Eiders niet massaal gestorven in de winter van 2005/2006?. *Limosa* 79: 95-106.

Ens BJ, Herman P, Van Leeuwe MA, Piersma T & Veltman J. 2007. Auditverslag inzake een tweetal passende beoordelingen van de mosselzaadvisserij. SOVON informatierapport 2007/12. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Fleet D.M., Gaus S., Hartwig E., Potel P., Reineking B. & Dieckhoff M.S. 1999. PALLAS-Havarie und Seevogelsterben dominieren Spülsaumkontrollen im Winter 1998/99. *Seevögel* 20: 79-84.

Frengen O. & Thingstad P.G. 2002. Mass occurrence of sandeels (*Ammodytes* spp.) causing aggregations of diving ducks. *Fauna norvegica* 22: 32-36.

Kats R.K.H. 2007. Common Eiders *Somateria mollissima* in the Netherlands. The rise and fall of breeding and wintering populations in relation to the stocks of shellfish. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen, *Alterra Scientific Contributions* 19: 334pp.

Leopold M.F. 1993. *Spisula's*, zeeëenden en kokkelvisserij: een nieuw milieuprobleem op de Noordzee. *Sula* 7: 24-28.

Leopold M.F. 1996. *Spisula subtruncata* als voedselbron voor zee-eenden in Nederland. BEON rapport 96-2.

Leopold M.F. 2000. Eiders, eiders, overall dode eiders: naar de oorzaak wordt gezocht. *Nieuwsbrief NZG* 1(4): 1-2.

Leopold M. 2001. Wat is er mis met de Waddenzee? Eiders verkiezen de Noordzee. *Nieuwsbrief NZG* 3(1): 2-3.

Leopold M.F. 2002. Eiders *Somateria mollissima* scavenging behind a lugworm boat. J. Sea Res. 47: 75-82.

Leopold M.F. 2005a. Hoog-noordelijke eiders met vlaggetjes: wie ziet ze als eerste?. Nieuwsbrief NZG 6(3): 10.

Leopold M.F. 2005b. Eidereenden als viseters. Nieuwsbrief NZG 6(3): 1-2.

Leopold M.F., Skov H. & Hüppop O. 1993. Where does the Wadden Sea end? Links with the adjacent North Sea. Wadden Sea Newsl. 1993(3): 5-9.

Leopold M.F., Nehls G. & Skov H. 1996. Consumption of shellfish by seaducks and oystercatcher. Ch 5 in: Seabird/fish interactions, with particular reference to seabirds in the North Sea. G.L. Hunt Jr & R.W. Furness (eds). ICES Cooperative Research Report 216.

Leopold M.F., Kats R.K.H. & Ens B.J. 2001. Diet (preferences) of Common Eiders *Somateria mollissima*. Wadden Sea Newsletter 2000-1: 25-31.

Leopold M.F., Spannenburg P.C., Verdaat H.J.P. & Kats R.K.H. 2007. Identification and size estimation of *Spisula subtruncata* and *Ensis americanus* from shell fragments in stomachs and faeces of Common Eiders *Somateria mollissima* and Common Scoters *Melanitta nigra*. Ch 4 in: R.K.H. Kats. Common Eiders *Somateria mollissima* in the Netherlands. The rise and fall of breeding and wintering populations in relation to the stocks of shellfish. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen, pp 63-85.

Nehls G. 1989. Occurrence and food consumption of the Common Eider, *Somateria mollissima*, in the Wadden Sea of Schleswig Holstein. Helgoländer Meeresunters. 43: 385-393.

Nehls G. 1995. Strategien der Ernährung und ihre Bedeutung für Energiehaushalt und Ökologie der Eiderente (*Somateria mollissima* (L., 1758)). Proefschrift, Christian-Albrechts Universität, Kiel, 173pp.

Nehls, G. & Ketzenberg, C. (2002) Do Common Eiders *Somateria mollissima* exhaust their food resources? A Study on Natural Mussel *Mytilus edulis* beds in the Wadden Sea. *Danish Review of Game Biology*, **16**, 47-61.

Perdon K.J. & Goudswaard P.C. 2006. De Amerikaanse zwaardschede, *Ensis directus*, en de Halfgeknotte Strandschelp, *Spisula subtruncata*, in de Nederlandse kustwateren in 2006. IMARES rapport C078/06, 21p.

Oranjewoud Ingenieursbureau 1983. Onderzoek naar overwinterende Eidereenden in de Westelijke Waddenzee. Petroland BV, Den Haag 36pp.

Philippart C.J.M, Beukema J.J., Cadée G.C., Dekker R, Goedhart P.W., van Iperen J.M., Leopold M.F. & Herman P.M.J. 2007. Impact of nutrient loadings on coastal food chains. *Ecosystems* (2007); DOI: 10.1007/s10021-006-9006-7.

Ross, B. P. & Furness, R. W. (2000) Minimising the impact of eider ducks on mussel farming. University of Glasgow, Glasgow.

Staab R. & Fransson T. 2006. EURING list of longevity records for European birds (http://www.euring.org/data_and_codes/longevity.htm).

- Swennen C. 1968. Nest protection of Eiderducks and Shovelers by means of faeces. *Ardea* 56: 248-258.
- Swennen C. 1976. Populatiestructuur en voedsel van de Eidereend *Somateria mollissima* in de Nederlandse Waddenzee. *Ardea* 64: 311-371.
- Swennen C. 1990. Dispersal and migratory movements of Eiders *Somateria mollissima* breeding in The Netherlands. *Ornis Scand.* 21: 17-27.
- Swennen C. 1991. Ecology and population dynamics of the Common Eider in the Dutch Wadden Sea. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen, 144pp.
- Swennen C. & Spaans A.L. 1970. De sterfte van zeevogels door olie in februari 1969 in het Waddengebied. *Het Vogeljaar* 18: 233-245.
- Swennen C. & van den Broek E. 1960. *Polymorphus botulus* als parasiet bij de Eidereenden in de Waddenzee. *Ardea* 48: 90-97.
- Swennen C. & Duiven P. 1989. Eidereend *Somateria mollissima* gestikt in Amerikaanse zwaardscheden. *Limosa* 62: 153-154.
- Swennen C. & van der Meer J. 1992. Variation in egg size of Common Eiders. *Ardea* 80: 363-374.
- Swennen C., Duiven P. & Wintermans G.J.M. 1989a. Abnormal plumage in possibly senile female Eiders *Somateria mollissima*. *Wildfowl* 40: 127-130.
- Swennen C., Nehls G. & Laursen K. 1989b. Numbers and distribution of Eiders *Somateria mollissima* in the Wadden Sea. *Neth. J. Sea Res.* 24: 83-92.
- Thiel M., Nehls G., Bräger S. & Meissner J. 1992. The impact of boating on the distribution of seals and moulting ducks in the Wadden Sea of Schleswig-Holstein. *Neth. Inst. Sea Res. Public. Ser. No.20*: 221-233.
- Tobalske B.W., Hedrick T.L., Dial K.P. & Biewener A.A. 2003. Comparative power curves in bird flight. *Nature* 23, 421(6921):363-366.
- Van de Kuip C. 1991. Wanbeleid in de Waddenzee kost duizenden vogels het leven. *Vogels* 11(6): 230-235.
- Van Stralen MR & Sas HJW. 2006. Passende beoordeling van de mosselzaadvisserij in het sublitoraal van de Waddenzee in het najaar van 2006. *Marinx –Rapport 2006.58.02*. 32 pp + bijl.
- Wernham Chr, Toms M, Marchant J, Clark J, Siriwardea G & Baillie S (eds). 2002. The migration atlas. Movements of the birds of Britain and Ireland. British Trust for Ornithology. T & AD Poyser, London. 884 pp

Scholekster Haematopus ostralegus

Algemene kenmerken

Verspreiding van de soort

Scholeksters broeden op IJsland, de Faeröer, de Britse Eilanden, de kustgebieden van NW-Europa, Scandinavië, Finland, Baltische Republieken, Polen, Rusland, en tegenwoordig vaak ook meer in het binnenland. Daarnaast komt de soort (de ondersoort *H.o. longipes*) in ZO-Europa en Turkije voor. Verder broedt de soort in Azië (*H.o. osculans*) en Nieuw-Zeeland (*H.o. finschi*).

Grootte, massa

Lengte 40-45 cm, waarbij de snavel 7-9 cm meet. Scholeksters hebben een massa van 450-700 g, waarbij de maximale waarden worden bereikt in november-maart (volwassen vogels) en de minimale in maart-mei. De verschillen tussen de maximale en minimale waarden zijn vrij klein, en variëren van gemiddeld 520 g in juli tot 560-580 g in de winter en het vroege voorjaar (Goss-Custard et al. 1996a, Zwarts et al. 1996c). Broedende vrouwtjes zijn het zwaarst wanneer het broedterritorium bezet wordt. Ze leggen meestal 3 eieren (samen ongeveer 120 g). Gedurende de eerste 14 dagen van het voeren van de jongen daalt de massa nog verder, tot uiteindelijk zo'n 450 g (Glutz von Blotzheim et al, 1977). Vogels kunnen zo'n 85 g voedsel bevatten.

Broedsel en kuikens

Scholeksters leggen meestal 3-4 eieren van 40 á 50 g, waarbij de broedduur ruim 26 dagen bedraagt. Op een leeftijd van 4-5 weken zijn de jongen vliegvlug. Ei-verlies vindt vooral plaats door predatie en, in binnendijks broedende populaties, als gevolg van agrarische activiteiten. In de goed onderzochte populaties op Schiermonnikoog en Texel werden tussen 1983 en 2006 0 tot 0.6 jongen per paar vliegvlug, waarbij er grote verschillen tussen jaren aanwezig zijn (Oosterbeek et al. 2006). Elders is een vergelijkbaar maar ook hoger broedsucces vastgesteld. Voor een uitvoerige samenvatting van populatiedynamische parameters uit een groot aantal studies zie de bijlagen bij Goss-Custard et al. (1996b).

Maximale leeftijd.

De maximaal tot dusver vastgestelde leeftijd van een Scholekster bedraagt 43 jaren en 6 maanden (Exo 1993) maar waarschijnlijk worden sommige vogels ouder. Vanwege ringverlies door slijtage is de maximum leeftijd moeilijk vast te stellen. Broeden vindt voor het eerst plaats op 3, 4 of 5-jarige leeftijd. Scholeksters kunnen zich op 36-jarige leeftijd nog voortplanten maar ook deze waarde kan nog naar boven worden bijgesteld wanneer gegevens gebaseerd op betere kwaliteit (roestvrij stalen) ringen binnenkomen. Veel vogels blijven levenslang bij elkaar maar een reeks niet-succesvolle broedseizoenen kan hieraan een einde maken (Ens et al. 1996). De gemiddelde leeftijd bedraagt 14 – 15 jaar.

Belangrijke gebieden

Broedgebieden

Het zwaartepunt ligt in de kustgebieden van noordwest Europa, maar in de tweede helft van de twintigste eeuw heeft uitbreiding van het broedgebied plaatsgevonden naar verder in het binnenland gelegen gebieden. Dit verschijnsel werd vastgesteld in Nederland, Duitsland en in het VK (Goss-Custard et al. 1996b). Zie de paragraaf 'Aantallen' voor bestandsschattingen.

Overwinteringsgebieden

Hoewel een deel van de vogels vrij noordelijk overwintert (zuidwest IJsland en zuid Noorwegen) trekt het overgrote deel naar gebieden zuidelijk van Denemarken. Ook tijdens zachte winters wordt niet overwinterd langs de oostkust van Sleeswijk-Holstein (Glutz von Blotzheim et al, 1977). De Nederlandse en Britse wadgebieden en estuaria herbergen veruit de grootste aantallen (Goss-Custard et al. 1996b). In zachte winters verblijven ook grote aantallen in het waddengebied aan de westkust van Sleeswijk-Holstein en de noordkust van Nedersaksen. Verder zuidelijk worden slechts geringe aantallen aangetroffen. De meest zuidelijke overwinteringsgebieden bevinden zich in Sierra Leone en Ghana (Del Hoyo et al, 1996). Op de Banc d'Arguin verblijven enkele duidende exemplaren (Hagemeyer & Smit 2004).

Overwinteringshabitats

De meeste zijn te vinden in estuaria en getijdengebieden, kleinere aantallen zijn aanwezig op rotskusten. Hierbij wordt zowel zand- als slikwad gebruikt. Hoge concentraties (40-120 vogels per ha) zijn aanwezig op droogvallende mosselbanken (Zwarts 1991). Broedvogels in het binnenland trekken al snel na de broedtijd weer terug naar de kust. Zodra de jongen groot genoeg zijn om zelf voedsel te vinden, of wanneer geen jongen meer aanwezig zijn, vindt wegtrek plaats. Soms is dit al begin juni het geval.

Trekroutes in NW-Europa

De broedvogels van IJsland, Faeröer en Schotland overwinteren voornamelijk aan de kust van Ierland en aan de oostkust van Groot-Brittannië, waarbij de Ierse Zee de voorkeur heeft. Van de in Groot-Brittannië broedende Scholeksters verlaat slechts een klein deel de eilanden en overwintert in Frankrijk, waarbij vooral een westelijke trekroute (Cornwall -> Bretagne) gevolgd wordt en niet de veel kortere oversteek bij Dover -> Calais. De herkomst van de vogels die aan de Wash en het Theems-estuarium overwinteren is niet duidelijk; het betreft in elk geval inheemse vogels, maar ook exemplaren uit Noorwegen, Denemarken en Nederland (Hulscher et al. 1996). De broedvogels van het noordwest Europese continent overwinteren vrijwel allemaal aan de kusten van zuid Noorwegen tot aan zuidwest Europa, met de Nederlandse Waddenzee als zwaartepunt (Smit & Piersma 1989). Het is afhankelijk van de weersomstandigheden hoe groot het aandeel van Duitse waddengebied hierbij is. Een deel van de Noorse vogels trekt zuidwaarts, en steekt bij Egersund het water over naar Jutland. Een ander deel van de Noorse broedvogels steekt de Noordzee over om in het Verenigd Koninkrijk te overwinteren (Wernham et al, 2002)). De broedvogels van noord Rusland trekken deels over Finland en midden Zweden naar de kust van het Skagerrak, en deels via het Ladogameer langs de zuidkust van de Oostzee naar Sleeswijk-Holstein en uiteindelijk de Waddenzee. Nederlandse vogels bereiken de Golf van Biscaye, maar Noorse vogels komen niet zo ver. Trek via het binnenland vindt zo goed als niet plaats (Hulscher et al. 1996).

Als gevolg van langdurige kou in noordwest Europa kan een aanzienlijk deel van deze vogels tijdens vorstvluchten wegtrekken naar wadgebieden in west Frankrijk en Engeland (bijvoorbeeld 60.000 vogels op één dag langs het strand voorttrekkend op 14 januari 1987 bij Den Haag). Deze vogels blijken zich in de Delta niet of nauwelijks te mengen met de daar vast aanwezige populatie overwinteraars. Een groot deel van de binnenkomers uit de Waddenzee concentreert

zich onder dergelijke omstandigheden dan ook op de stranden en op strekdammen aan de westkust. (Hulscher et al. 1996).

De wegtrek uit de broedgebieden begint al vroeg (vanuit het binnenland naar de kust zodra de jongen vliegvlug zijn). Eind juli - begin augustus bevinden zich al weer grote aantallen trekvogels in de Waddenzee. Zo waren op 29 juli 1972 al weer 101.000 exn aanwezig (Hulscher 1981). De voorjaarstrek begint vanaf februari-maart. In Nederland vindt een gestage afname van de aantallen plaats vanaf januari tot aan mei. In kustgebieden komen de broedvogels eind januari - begin februari aan; in het binnenland is dat een maand later. In zijn algemeenheid geldt: hoe noordelijker en oostelijker, hoe later de aankomst van de broedvogels.

Wat zijn de hot-spots langs de Europese flyway

De wadengebieden van noordwest Europa (Nederland, inclusief de Delta, Duitsland en Denemarken), de Britse eilanden en Ierland zijn de belangrijkste gebieden voor de scholekster. Daarnaast spelen ook de Franse estuaria een rol. Kleinere aantallen overwinteren verder zuidelijk: Banc d'Arguin, Guinee-Bissau tot en met Ghana

Treksnelheid en afstand

De meeste Scholeksters zijn middellange-afstandstrekkingen die hooguit 1000-2000 km van hun broedplaats overwinteren. Een klein deel van de populatie overwintert in west Afrika. De herkomst van deze vogels is nog niet geheel duidelijk. Er zijn aanwijzingen dat tenminste een deel van deze vogels rond de Middellandse Zee broedt (Hagemeyer & Smit 2004).

Gemiddelde verblijftijd in de Waddenzee.

De doortrekkende vogels verblijven kort in de Waddenzee, maar gegevens daarover ontbreken. De meeste vogels die in noordwest Europa overwinteren zullen, behoudens periodes van strenge koude, gedurende 5-7 maanden in het gebied aanwezig zijn.

Plaatstrouw aan HVP plus omgeving of opportunistische verspreiding over groot potentieel voedselgebied?

Volwassen Scholeksters zijn erg plaatstrouw (Ens & Cayford 1996; Ens *et al.* 1996a), zowel op de hvp's (Verhulst et al, 2004) als in de broedgebieden (Hulscher, 1975). Dit kan problemen opleveren voor vogels die overwinteren in gebieden waar, door welke reden dan ook, tijdelijk weinig

Een uitgebreid overzicht van de plaatstrouw van Scholeksters buiten de broedtijd wordt gegeven door (Ens & Cayford 1996; Sutherland 1996). Het zijn vooral de volwassen dieren die zeer plaatstrouw zijn. Een overzicht van de literatuur over plaatstrouw van Scholeksters tijdens de broedtijd wordt gegeven door (Ens *et al.* 1996a).

voedsel beschikbaar is. Verhulst et al (2004) vergeleken gebieden in de Waddenzee die wel of niet gesloten waren voor

Textbox 1 Plaatstrouw bij Scholeksters

schelpdiervisserij, en vonden dat Scholeksters die in of nabij gesloten gebieden overwinterden, waar de schelpdierdichtheid hoger was, een betere conditie hadden dan die welke in of nabij open gebieden verbleven. De verspreiding van Scholeksters was evenwel niet met die schelpdierdichtheid gecorreleerd. Scholeksters waren blijkbaar niet in staat om snel te reageren op de ruimtelijke veranderingen van het voedsel. Ook (Atkinson *et al.* 2003) vonden dat door schelpdiervisserij veroorzaakte voedseltekorten in de Wash niet leidden tot een massale uittocht van Scholeksters, maar tot een sterk verhoogde sterfte onder de lokaal overwinterende Scholeksters. Dit is een belangrijke conclusie als het gaat om beheersmaatregelen als het inrichten van Beschermd Gebieden. Dat betekent bijvoorbeeld dat vogels niet (eenvoudig) kunnen reageren op lokaal door onnatuurlijke oorzaken veroorzaakte slechte voedselsituaties. Reneerkens (2005) noemt dat de vogel wél reageert op plotseling invallende vorst, maar niet op langzaam ontstaand voedselgebrek.

Uit de energetische beschouwing hieronder blijkt ook dat in de zomermaanden Scholeksters mogelijkheden hebben om extra voedsel op te nemen, maar dat de vogels in de wintermaanden vrijwel alle tijd nodig hebben om te foerageren en te verteren. Een lange vliegtijd naar de hvp kost niet alleen extra energie, maar gaat ook ten koste van de foerageer- en verteertijd.

Aantallen

Wereldpopulatie

In totaal worden 3 ondersoorten onderscheiden. De bij ons broedende nominaatvorm (*H.o. ostralegus*) heeft een populatiegrootte van 1.020.000 exx. Gezien de recente afname van het aantal broedparen in Nederland is dit waarschijnlijk een overschatting. De grootte van de populatie van de ondersoort *longipes* (broedvogel in het Zwarte Zeegebied tot in centraal Azië) wordt geschat op 100.000-200.000 exx, die van de ondersoort *osculans* (oost Azië) op 10.000 exx (Delany & Scott 2001).

Eurazische populatie

Glutz von Blotzheim (dl7) geeft geen totaalaantallen, maar noemt als broedaantallen in UK minstens 19000 paar, en mogelijk zelfs 30000 -40000 paren, waarvan driekwart in Schotland. Hulscher (1971, cit Glutz von Blotzheim et al (1977)) schatte het NW-Europese bestand op ongeveer 550.000 exemplaren, waarvan 400.000 op het continent, en waarvan ongeveer 125.000 paren en 150.000 nog niet geslachtsrijpe exemplaren. In NL was de schatting van Hulscher (1971) voor 1970 tenminste 47.000 broedparen.

Tabel 9 Aantal broedparen van Scholekster in europa (www.birdlife.org, jaren 1990-2003)

Land	Aantal broedparen
België	1500-2100
Denemarken	10000-14500
FarOer	10000
Estland	3000-4000
Finland	4000-5000
Frankrijk	1000-2000
Duitsland	31000-36000
IJsland	10000-20000
Ierland	2500-10000
Nederland	80000-130000
Noorwegen	30000-50000
Italië	130
Letland	50-80
Litouen	20-40
Rusland	7000-30000
Wit-Rusland	230-300
UK	98500-127000
Zweden	12000-18000
Totaal	300000 – 450000
Algehele trend	Gematigde achteruitgang
Broedgebied	> 3.000000 km ²
Deel van de wereldpopulatie:	50-74 %

In de periode 1970-1990 vond juist een substantiële toename plaats. Tussen 1990 en 2000 vond een gematigde achteruitgang plaats, hoewel in de meeste landen de populatie vrij stabiel was.

Achteruitgang is vooral zichtbaar in Nederland en Rusland. Voor Finland, Frankrijk en Zweden wordt een lichte vooruitgang genoemd. De achteruitgang is (nog steeds) kleiner dan de toename in de eerstgenoemde periode.

Hoeveel langs NW Europese flyway

Van de in 1989 berekende totale populatiegrootte van 874.000 vogels overwinterde ruim 45% in de internationale Waddenzee. Smit & Piersma (1989) berekenden op basis van midwintertellingen in de jaren '80 de volgende gemiddelde aantallen voor de numeriek belangrijkste overwinteringsgebieden:

Deense Waddenzee:	16.000
Waddenzee Sleeswijk-Holstein (D):	65.000
Waddenzee Niedersachsen (D):	110.000
Waddenzee Nederland:	200.000
Delta:	107.000
Morecambe Bay (VK)	49.000
Solway Firth (VK)	36.000
Dee (VK)	30.000
Wash (VK)	25.000
Burry Inlet	17.000
Thames (VK)	12.000
Baie de Mont St. Michel (F):	12.000
Dundalk Bay (Ierland)	10.000
Alt/Ribble (VK)	9000
Firth of Forth (VK)	8000

Sinds de totstandkoming van dit overzicht zijn er verschillende aantallen veranderd. Niet alleen is de totale populatie afgenomen, ook het aandeel van Nederland is verminderd. Dit hangt samen met de geconstateerde afname in het Waddengebied, maar vooral in de afname in de Delta. In Tabel 10 is, met meer recente cijfers, een overzicht per land gegeven van de aantallen overwinteraars. Voor de meeste landen wordt een lichte achteruitgang genoemd, in Nederland is deze juist vrij sterk.

Tabel 10 Aantal overwinteraars Scholekster in Europa (www.birdlife.org, jaren 1990-2003) . Alleen de belangrijkste landen zijn genoemd

Land	Aantal overwinteraars
Belgie	1300
Denemarken	45000-50000
Frankrijk	50000-70000
Duitsland	130000-320000
Ierland	40000-44000
Nederland	230000
UK	339000
Totaal	>840000
Waarvan in belangrijke vogelgebieden	55-61 %
Algehele trend	Lichte achteruitgang
Deel van de wereldpopulatie:	50-74 %

De achteruitgang is vooral zichtbaar in de overwinterpopulaties in Nederland, Duitsland en het VK, terwijl in Denemarken en Frankrijk een toename te zien is.

Volgens Blew et al (2005) gebruikt ongeveer 56% van de continentaal-Europese populatie de (gehele) Waddenzee als pleisterplaats. Het maximum wordt bereikt in de periode september-februari. Naar Blew (2005) suggereren de januari-aantallen een lichte achteruitgang, maar deze is niet significant. In al de maanden augustus-november nemen de aantallen de laatste jaren af ("afname" tot "substantiële afname"). Het is niet duidelijk (Blew 2005) of de afname in de Waddenzee-najaarsaantallen duidt op een regionaal fenomeen, of dat dit ook de totale flyway-populatie betreft. Het is mogelijk dat de verschillen (de genoemde BTO-schattingen van de broedparen duiden niet op een achteruitgang) veroorzaakt worden doordat flyway-schattingen van minder recente datum zijn dan de Waddenzee-tellingen.

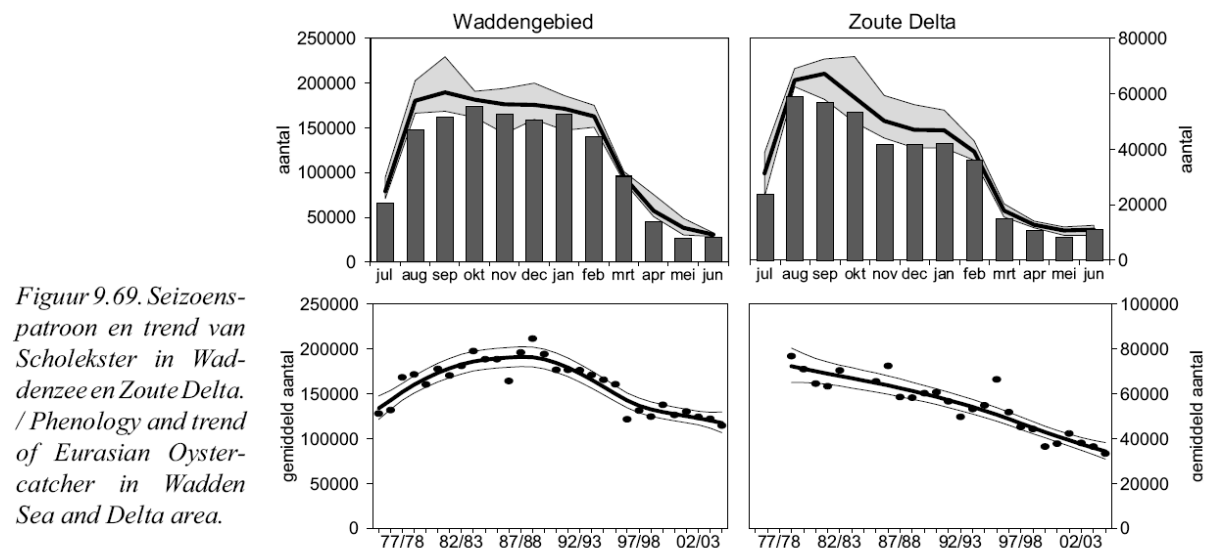
Wahl (2003) geeft voor Duitsland 130.000-320.000 exx aan voor de periode 1995-2000, met de aantekening dat de bestanden met 11-40% teruggelopen zijn in de periode 1990-2000. De aantallen zijn afhankelijk van de wintertemperatuur.

Hoeveel in NL WZ,

Seizoensdynamiek

Scholeksters zijn het hele jaar door in de Waddenzee te vinden (Figuur 14), maar de aantallen zijn laag in het balts- en broedseizoen (april tot juni). Van augustus tot en met januari zijn de gemiddelde aantallen hoog en opmerkelijk stabiel, variërend van 207.000 in november tot

268.000 in september (Leopold et al, 2004). De soort is wel gevoelig voor strenge winterse omstandigheden, doordat veel Scholeksters dan tijdelijk naar zuidelijker streken uitwijken. Het aantal vogels in september is circa 60.000 vogels hoger dan in augustus (een verschil van 30%). In november en december zijn de aantallen vrij constant.



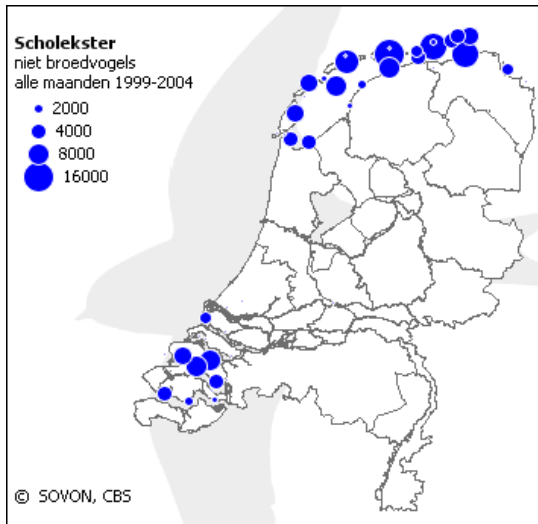
Figuur 9.69. Seizoenspatroon en trend van Scholekster in Waddenzee en Zoute Delta. / Phenology and trend of Eurasian Oystercatcher in Wadden Sea and Delta area.

Figuur 14 Seizoensverloop van aantallen Scholeksters in Waddenzee en Delta. Uit Van Roomen et al (2006)

SOVON & CBS (2005, zie ook Figuur 16) geven de volgende gemiddelde aantallen (seizoenen 1999/2000 – 2003/04) voor de in Nederland overwinterende populatie:

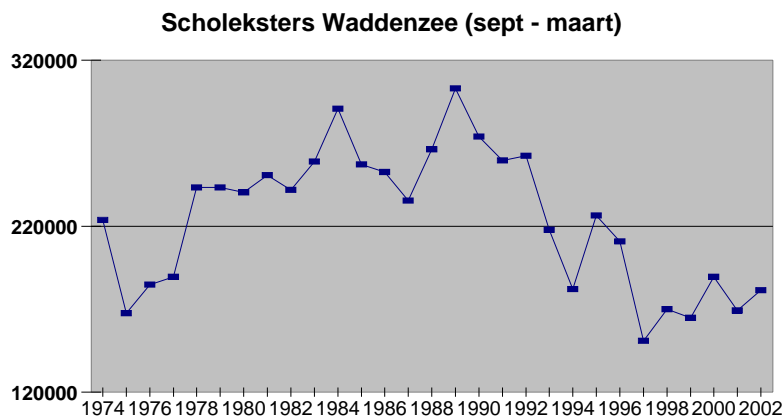
Waddenzee:	130.000
Oosterschelde:	23.700
Westerschelde & Saefthinghe:	7500
Voordelta:	2500
Duine Goeree & Kwade Hoek:	790
Grevelingen:	560
Uiterwaarden IJssel:	560
Noordzeekustzone:	3300 (= gemiddeld seizoenmaximum).

In de meeste gebieden wordt een afname van de aantallen gerapporteerd. Alleen op Goeree en langs de IJssel nemen de aantallen toe in vergelijking tot het beginjaar van de tellingen. Belangrijke locaties zijn weergegeven in Figuur 15.



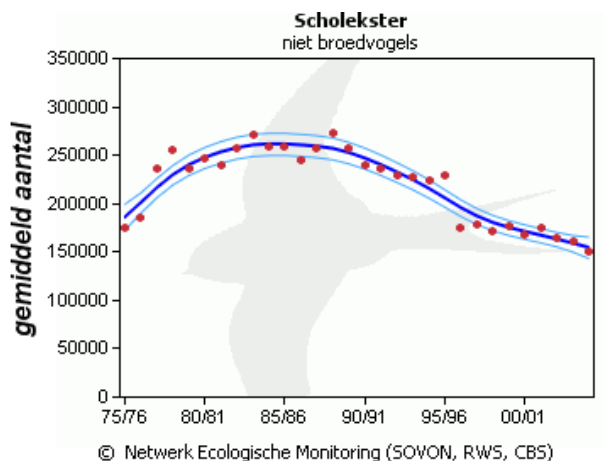
Figuur 15 Belangrijke gebieden voor Scholeksters in Nederland, op basis van tellingen uit de telseizoenen 1999/2000-2003/2004 (bron: SOVON; van Roomen *et al.* 2006).

Scholeksters spendeerden tussen de 45 en 80 miljoen vogeldagen per jaar in de Nederlandse Waddenzee. Er is een sterke trend in de data aanwezig (Figuur 17): de aantallen stijgen tot ongeveer 1987 gestaag en nemen daarna weer net zo snel af. Van 1997 tot en met 2002 lijken de aantallen zich te stabiliseren, maar daarna vindt er verdere teruggang plaats¹.



Figuur 16 Wintertellingen van Scholekster in de Nederlandse Waddenzee (naar Leopold *et al.* 2004)

¹ Figuur 13 en Figuur 14 zijn beide opgenomen, om tevens als voorbeeld te dienen dat met voorzichtigheid met de data moet worden omgesprongen, slechts langjarige reeksen goed bruikbaar (interpretabel) zijn, en dat op een jaar-tot-jaar schaal nauwelijks conclusies getrokken kunnen worden.

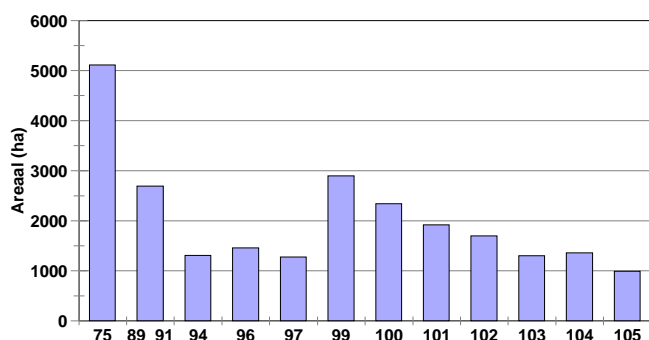


Figuur 17 Aantalsverloop niet-broedende scholeksters in Nederland. Bron: SOVON; Van Roomen et al, (2006),

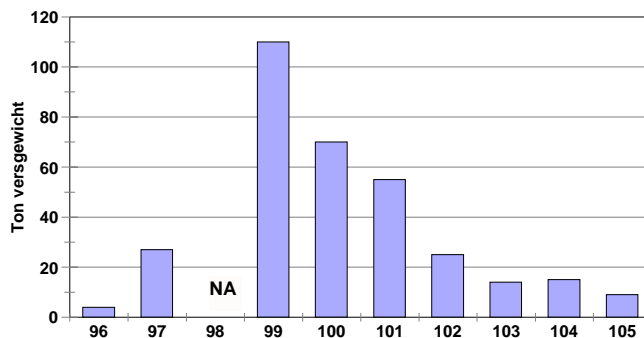
De Scholekster is bijzonder goed te tellen, waardoor geen grote fouten optreden omdat soms grote aantallen worden gemist. Daarnaast komt de soort heel verspreid voor in de Waddenzee, waardoor telfouten ook nog eens sterk uitmiddelen (Rappoldt *et al.* 1985). De Scholekster kan daarmee een zeer goede graadmeter voor de toestand van de Waddenzee zijn. Opvallend is, dat twee strenge winters (1987 en 1997) vooraf lijken te gaan aan een ommekeer in de trend in de jaarsommen.

Van Roomen et al (2006) stellen dat het maximale aantal in de Nederlandse Waddenzee (in 1988) ongeveer 220.000 exemplaren bedroeg. Sindsdien is er een afname geweest tot ongeveer 120.000-130.000 exemplaren. Dit is vooral toegeschreven aan het verdwijnen van de naar schatting 4000 ha droogvallende mosselbanken in de Waddenzee, waar enkele tientallen vogels per ha konden foerageren (Rappoldt *et al.* 2003a). De situatie in het Duitse wad is niet een kopie van de Nederlandse situatie, maar ook daar is het bestand aan eulitorale mosselen de laatste fors teruggelopen (Millat 2005, **Figuur 18** & **Figuur 19**).

In een periode waarin er vrijwel nergens droogvallende mosselbanken waren vonden Verhulst et al (2004) dat daar waar gebieden gesloten waren voor de mechanische kokkelvisserij de vogel zich beter kon voeden en hij een betere conditie had.



Figuur 18 Areal aan litorale mosselbanken in Niedersachsen (Millat, 2005)



Figuur 19 Versmassa litorale mosselen in Niedersachsen (Millat, 2005)

Voedsel en energieverbruik

Voedselkeuze

Scholeksters behoren tot de best bestudeerde wadvogels. Hun dieet is in veel situaties tot in detail beschreven. (Bult *et al.* 2004) geven een samenvatting van de uitgebreide literatuur (bijvoorbeeld: Swarts *et al.* 1996c). Het dieet bestaat voor het overgrote deel uit tweekleppigen (mossel, kokkel, nonnetje, slijkgaper etc). Daarnaast worden vooral in de zomer en dan nog vooral door vrouwtjes zeeduizendpoten (*Nereis*) gegeten. In de winter worden, zeker in perioden met aanhoudende noordwesten winden wanneer slechts weinig wadbodem droogvalt, veel regenwormen (*Lumbricus*) gegeten. De laatste prooi wordt buiten de Waddenzee gegeten. De prooi wordt overdag op het oog herkend. 's Nachts doorploegt de vogel met zijn snavel de wadbodem waarbij de snavel snel op- en neer bewogen wordt. Ook op *Macoma*'s wordt op die manier gefoerageerd.

Scholeksters kunnen zich sterk op een bepaalde foerageermethode specialiseren (zie ook (Sutherland *et al.* 1996; Hulscher & Ens 1992).

In de winterperiode waarin de voedselbehoefte het grootst is, heeft de Scholekster voorkeur voor grote prooien, zoals mosselen van 5 cm. In het voorjaar en zomerperiode lijkt de voorkeur naar wat kleinere exemplaren (3-4 cm) uit te gaan (Cayford & Goss-Custard 1990; Ens *et al.* 1996b).

Voedselbehoefte, energieverbruik en digestive bottleneck

Aan de voedselbehoefte is veel onderzoek gedaan. Ens (2000) noemt een dagelijkse voedselbehoefte van 170 g vlees in de zomermaanden en 264 g vlees in de wintermaanden (750 resp 1160 kJ d⁻¹) op basis van de door (Swarts *et al.* 1996c) gecompileerde data. Rappoldt (2003a) noemt een winterbehoefte van zeker 300 g mosselvlees d⁻¹ (1300 kJ d⁻¹) Dit is van vergelijkbare (relatieve) orde als bij Eiderenden, die 's winters tot 3000 kJ d⁻¹ nodig hadden. Omgerekend zou een Scholekster dan $3000 * (500/2000)^{2/3} = 1200$ kJ d⁻¹ nodig hebben (500/2000 is de massaverhouding tussen scholekster en eidereend). Bij een assimilatie-efficiëntie van 80% betekent dit dat een scholekster 's winters 340 g d⁻¹ vlees moet verorberen. Als een scholekster-(maag+darm) ongeveer 85 g voedsel kan bevatten, betekent dit dat de passagetijd maximaal 6 uur mag bedragen, en in praktijk aanzienlijk minder omdat nooit optimaal van het spijsverteringssysteem gebruik kan worden gemaakt.

Swarts *et al.* (1996c) onderzochten de voedselopname bij scholeksters, en vonden dat bij hoge kokkeldichtheden maximaal 1 kokkel per minuut werd verorberd. Bij een vleesgehalte van ongeveer 0.25 g per schelpdier betekent dit 15 g vlees uur⁻¹, ofwel 360 g d⁻¹. Kortom, de beschikbaarheid van voldoende grote schelpen is cruciaal voor de scholekster in de wintermaanden. Ens *et al.* (1996) noemen een opnamesnelheid van 2 – 4 mg AFDW s⁻¹, maar dat

is geen waarde die als gemiddelde over een gehele dag wordt bereikt, maar gedurende een deel van de tijd, als gevolg van een beperkte foerageergelegenheid. Bij een opnamesnelheid van 4 mg AFDW s⁻¹ (3800 kJ d⁻¹) heeft een vogel aan een actieve periode van 15-30% van de tijd ('s zomers respectievelijk 's winters) voldoende om in de energiebehoefte te voorzien.

In de zomermaanden heeft de vogel aanzienlijk minder voedsel nodig voor zijn eigen metabolisme; dit kan tot de helft dalen. Zwarts (1996) noemt een waarde van 450 kJ d⁻¹.

Kersten & Visser (1996) geven aan dat een scholekster maximaal 380 g vlees d⁻¹ kan verteren, waarmee de marge tussen wat een vogel kan verteren, wat hij kan opnemen als prooi en wat hij nodig heeft voor zijn energievoorziening vrij klein is. Dit maakt dat de vogel vrij kwetsbaar moet zijn voor slechte voedselomstandigheden, iets wat Verhulst et al (2004) in wezen ook aantoonde.

Samen met het totaal aantal scholeksters in de Waddenzee houdt de voedselbehoefte in dat voor de 250 dagen dat de hoge aantallen vogels aanwezig zijn in de Nederlandse WZ dat ongeveer 250 * 360 * 200.000 g vlees nodig is als voedsel, ofwel 1.8 10¹⁰ g = 18 miljoen kilo vlees = 3.6 miljoen kg AFDW.

Ecologische voedselbehoefte

Rappoldt et al (2003a) wijzen er nadrukkelijk op dat er een groot verschil is tussen wat een vogel nodig heeft (de opname, of fysiologische voedselbehoefte) en wat in een systeem aanwezig moet zijn opdat de vogel die noodzakelijke voedselopname ook kan realiseren (de ecologische voedselbehoefte). Naar Rappoldt's berekeningen is de laatste een factor 3.1 groter dan de eerste. Dit heeft te maken met intraspecifieke competitie om het voedsel (interferentie) en ook de tijd die nodig is om het voedsel te vinden (de noodzakelijke zoektijd). Daarbij is er wel variatie tussen gebieden en prooisorten (Goss-Custard *et al.* 2004; Ens *et al.* 2004; Ens 2006). Het lijkt erop dat de ecologische voedselbehoefte groter is als Scholeksters vooral op mosselen foerageren.

Dit impliceert dat tenminste 55.8 miljoen kg vlees aanwezig moet zijn in de vorm van bereikbare en eetbare eulitorale schelpen opdat 200.000 scholeksters zich voldoende kunnen voeden. Daarbij hangt het er nog van af of de schelpen in hoge dichtheden voorkomen (zoals op mosselbanken) of niet. Mosselbanken bevatten ongeveer 200-1200 g AFDW m⁻² (afhankelijk of het een mozaïek van mosselbulten dan wel een bijna gesloten geheel betreft. Het laagste getal is meer representatief voor de gemiddelde situatie dan het hoogste). Omgerekend naar de ecologische behoefte (3.1 * 300 * 250 g vlees winterperiode⁻¹, ofwel 46.5 kg AFDW winterperiode⁻¹) is 230 m² mosselbank ongeveer voldoende voor 1 scholekster gedurende de winterperiode; 4000 ha mosselbank is derhalve voldoende voor (ruwweg) 170.000 scholeksters. Dit is een maximumgetal, maar is van ongeveer de orde van de aantalsdaling (120.000 vogels) tussen 1987/1988 en 1993. Deze analogie is ook een belangrijke reden waarom de achteruitgang van de Scholekster in het Nederlandse Waddengebied gekoppeld wordt aan het verdwijnen van de droogvallende mosselbanken.

Vaak wordt bij de berekening van de verdeling van vogels over een groot gebied gebruik gemaakt van de *ideal free distribution theory* (Fretwell & Lucas, Jr. 1970; Sutherland 1996), die zegt dat de voedselzoekende vogels (in het optimale geval) dié verdeling aanhouden waarbij alle vogels eenzelfde voedselopnamesnelheid realiseren. Immers, die opnamesnelheid is afhankelijk van de vogeldichtheid, en als de verdeling niet optimaal is kan een aantal vogels uit een gebied met een te lage opnamesnelheid verhuizen naar een ander gebied waar tot dan toe een verhoudingsgewijs hoge opname gerealiseerd werd. Door die verhuizing stijgt de opnamesnelheid in het gebied waar die tot dan toe te laag was, en daalt die in het andere gebied. Zolang de uiteindelijk gerealiseerde opnamesnelheid voldoende is, is dat laatste geen probleem. Zodra overal een gelijke opnamesnelheid gerealiseerd is, is verdere herverdeling niet zinvol meer.

Textbox 2 "Ideal free distribution"benadering

Omdat de Scholekster een langlevende vogel is met een daaraan gekoppeld laag jaarlijks reproductief succes is herstel van een populatie een kwestie van meerdere jaren.

Energieverbruik tijdens de trek

Naar Videler (2006) zal een vliegende Scholekster (450-650 g) maximaal ongeveer 35-45 W verbruiken ($3 \text{ à } 4 \cdot 10^6 \text{ J d}^{-1}$). Dat betekent dat de vogel ongeveer 94-120 g vet per dag (ruw geschatte verbrandingswaarde 32 kJ g^{-1}) verbruikt indien de hele dag onafgebroken gevlogen wordt. Mogelijk is dit aan de hoge kant (Davidson & Morrison 1992; Engel, 2005), maar ook dan lijkt het voor de vogel niet mogelijk om langer dan een halve dag achtereen te vliegen (kosten: 40-60 g vet); met een vliegsnelheid van ongeveer 50 km h^{-1} betekent dat een bereik van maximaal 500 km op een dag.¹

Er zijn ook beperkingen aan wat een vogel kan presteren; 3 à 4 maal het basaalmetabolisme (BMR) ($300\text{-}500 \text{ kJ d}^{-1}$, zie boven) wordt meestal als maximaal haalbaar gezien, al wordt ook 5 * BMR, maar naar Kvist & Lindström (2003) zou dit getal nog wel boven 5 BMR kunnen liggen.

Functionele respons

Er is veel onderzoek gedaan naar de functionele respons van scholeksters bij het foerageren. Die respons houdt in dat de grootte van de voedselopname door een individu afhangt van de dichtheid van het voedsel, én van de dichtheid van de foeragerende vogels. Dit laatste is bij Scholeksters relatief belangrijk omdat ze sterk reageren op de aanwezigheid van soortgenoten door op enigerlei wijze agressief gedrag te gaan vertonen. Dit gaat ten koste van de tijd die aan voedselzoeken kan worden besteed en ook het voedselzoeken zelf wordt minder efficiënt (Ens & Goss-Custard 1984; Ens & Cayford 1996).

Vaak wordt van de *ideal free distribution theory* (Textbox 2) gebruik gemaakt om de verdeling van vogels over een groot voedselgebied te beschrijven. Echter, voor Scholeksters gaat dat niet goed op, juist omdat ze zo plaatstrouw zijn, en niet in staat lijken snel te reageren op niet-optimale voedselomstandigheden.

Wordt wél van zo'n optimale verdeling uitgegaan, dan is een aantal formuleringen van het verband tussen prooi- en predatordichtheid en de realiseerbare voedselopname in de literatuur beschreven (zie bijv van der Meer & Ens (1997)). Er kan evenwel ook op basis van deze verschillende formuleringen berekend worden hoeveel scholeksters zich gedurende een gehele winterperiode kunnen voeden met een zekere hoeveelheid schelpdieren; en dat lijkt maar weinig af te hangen van de gekozen formulering van die functionele respons (Brinkman & Ens, 1998). Wat wél van belang is is de voedselconcentratie: een beperkt aantal gebieden met hoge voedseldichtheden kan aan meer vogels voedsel bieden dan eenzelfde hoeveelheid voedsel in een gemiddelde (en lagere) dichtheid. Dit is een gevolg van de zoektijd die nodig is om een prooi te vinden. Daarnaast is de droogvalduur van groot belang. Wanneer er weinig voedsel is worden volgens berekeningen met het model WEBTICS (Rappoldt *et al.* 2004) vooral de hoogliggende voedselbestanden in de loop van de winter uitgeput (Rappoldt *et al.* 2006).

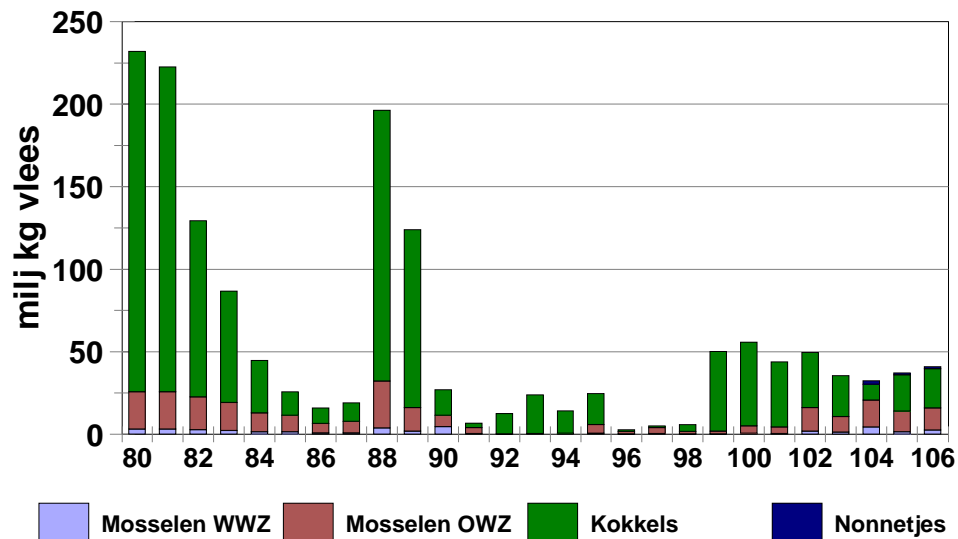
Voedselbeschikbaarheid in Waddenzee

De voedselbeschikbaarheid in de Waddenzee is aan grote fluctuaties onderhevig. In de periode 1980-1988 was een grote hoeveelheid schelpdieren, zowel kokkels als litorale mosselen, aanwezig in de Waddenzee. Deze hoeveelheden waren (en zijn) aan grote fluctuaties onderhevig (Figuur 20). Aan het eind van de jaren '80 vond een vermindering van de nutriëntenaanvoer plaats, waardoor de productiviteit van het waddensysteem negatief beïnvloed werd (Brinkman & Smaal, 2003). Een verslechterde mosselzaadval bracht vissers ertoe om de

¹ Ens tekent hier bij aan dat dit volgens hem niet kan kloppen. Rosse Grutto's bijvoorbeeld vliegen 9 dagen non-stop van Alaska naar Nieuwe Zeeland. Op de terugweg stoppen ze in Azië, maar ook dan zijn er bewijzen van dieren die 7 dagen achtereen vliegen <http://www.werc.usgs.gov/sattrack/shorebirds/overall.html>: "Six of the birds that migrated to Asia took about 7 days to fly non-stop across the ocean (>10,000 km)".

toch al afgenomen hoeveelheden litorale mosselen vrijwel geheel te bevissen. Deels via analoge mechanismen verdween eveneens het grootste deel van het kokkelbestand uit de Waddenzee, en dat leverde de schelpdieretende vogels grote moeilijkheden op (Ens et al, 2004; Ens, 2006).

Schelpdiervlees in Waddenzee



Figuur 20 Bestand aan kokkels, mosselen en nonnetjes (alleen vanaf 2003) in de Waddenzee, alleen litoraal. Gebaseerd op inventarisaties van RIVO/IMARES, en bestandsschattingen voor de periode vóór 1990

Nadien is via beschermende maatregelen de mechanische schelpdiervisserij gereguleerd; het schelpdierbestand heeft zich evenwel maar zeer langzaam hersteld. Kokkelvoorkomens kunnen plotseling massaal zijn, maar deze blijven vaak niet erg lang bestaan. Al kunnen kokkels tot 10 jaar oud worden, een leeftijd van vier jaar is in de Waddenzee al relatief hoog. Een bestaand kokkelvoorkomen heeft niet of nauwelijks aantrekkende kracht voor nieuwe kokkelbroedval.

Mosselen kunnen eveneens massaal als mosselzaadbank verschijnen. Omdat mosselen aan elkaar gehecht zijn vormen ze veel permanentere bestanden dan kokkels. Eenmaal gevestigde mosselbanken kunnen vele jaren achtereen blijven bestaan, vooral ook omdat de natuurlijke verliezen die optreden (sterfte, predatie door vogels, krabben en zeesterren) veelal weer gecompenseerd worden door hernieuwde zaadval. Hierbij dienen bestaande banken dus wél als kern voor hernieuwde zaadval. Deze zaadval is dus vooral restoratief van aard, en betreft niet een areaaluitbreiding.

Daarbij vindt wel steeds areaalverlies plaats als gevolg van storm of ijsgang in strengere winters. Arealtoename is een gevolg van nieuwe mosselzaadval op nieuwe locaties, maar de praktijk leert dat succesvolle, areaaluitbreidende nieuwe zaadval maar eens in de 3 à 5 jaar voorkomt (van Stralen, 2002).

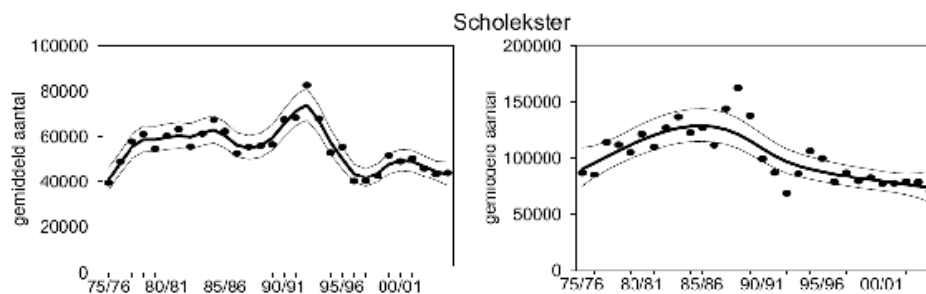
De laatste jaren (sinds ongeveer 2001) heeft het litorale schelpdierenbestand zich enigszins gestabiliseerd. Het mosselbankenareaal is ongeveer 2000 ha (met een versmassa geschat in 2005 op 50 miljoen kg (Steenbergen et al, 2005), en een vleesmassa van 13 miljoen kg), het kokkelbestand betreft ongeveer 60 miljoen kg vers (ongeveer 10-15 miljoen kg vlees)¹.

Deze data houden in dat voor 200.000 Scholeksters de schelpdiervoedselvoorraad alleen onder de maat is; deze is ruwweg voldoende voor ongeveer 100.000 Scholeksters. Voor de negentiger jaren zijn er nettere berekeningen gedaan door Rappoldt et al (2003a) waarbij hij uitkwam op een draagkracht voor ongeveer 135000 Scholeksters zonder bijdrage van mosselbanken.

De hoeveelheid kokkels, mosselen en nonnetjes in de Waddenzee is in wezen sterker achteruitgegaan sinds het midden van de jaren '80 dan uit de achteruitgang van de nutriëntentoevoer zou kunnen worden verklaard. Een mogelijke verklaring is overbevissing omdat de schelpdiervisserij haar streefvangsten niet aanpaste aan de gedaalde productiviteit (Ens 2006). Beukema & Dekker (2005) daarentegen wijten jaren van slechte kokkelbroedval aan de talrijkheid van de garnaal, die als predator op pasgevallen schelpdierbroed sterk negatieve invloed uitoefent op het reproductiesucces.

Dit brengt de discussie over het waarom van een slechte schelpdierreproductie op het voedselwebniveau: de talrijkheid van de garnaal heeft mogelijk met een geringe predatie op die garnaal van doen. Het lijkt zinvol te weten waarom de garnaal de laatste jaren zo talrijk kan zijn.

De laatste jaren is het voedselaanbod in de oostelijke Waddenzee sterk verbeterd, zowel wat betreft mosselen (Goudswaard *et al.* 2006) als wat betreft kokkels (Kesteloo *et al.* 2006) en nonnetjes (litt in (van Roomen *et al.* 2006), maar dit geldt niet voor de westelijke Waddenzee. Desondanks heeft zich geen verschuiving voorgedaan in het voorkomen van de overwinterende Scholeksters (van Roomen *et al.* 2006). Zie Figuur 21.



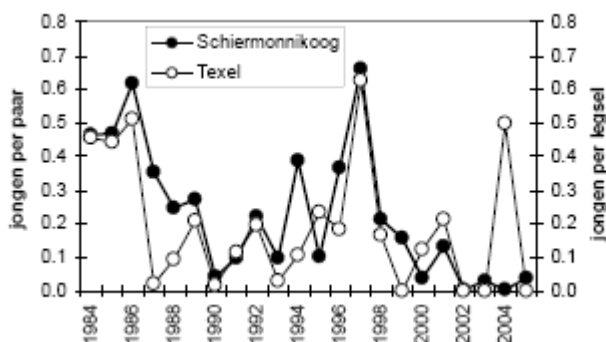
Figuur 21 Vergelijking van de aantalsontwikkeling van Scholeksters in het westelijke en oostelijke deel van de Waddenzee (Uit: Van Roomen et al, 2006)

Eerder werd reeds geconstateerd dat ondanks het hogere voedselaanbod in de voor schelpdiervisserij gesloten gebieden de Scholeksters zich niet massaal verplaatsten naar die gesloten gebieden (Ens *et al.* 2004; Verhulst *et al.* 2004). De meest aannemelijke verklaring is de extreme plaatstrouw van volwassen Scholeksters. Op deze schaal kunnen de aantallen zich vermoedelijk alleen aanpassen aan het voedselaanbod middels de vestiging van jonge individuen.

¹ Ook sublitoraal is het mosselbestand gering (30-40 miljoen kg vers= ongeveer 8-10 miljoen kg vlees, wat maar een fractie is van wat ruim 20 jaar geleden aanwezig was, toen was dat naar schatting een factor 5* zo hoog. Een belangrijk deel van het sublitorale bestand bevindt zich de laatste jaren op de mosselkweekpercelen.

Broedsucces in Nederland

Onderzoek in Friesland laat zien dat Scholeksters tussen 1965 en 1985 sterk in aantal toenamen maar daarna ook weer een sterke terugslag ondergingen. Dit blijkt zowel uit de dichtheden van in Friesland en op Schiermonnikoog broedende Scholeksters als uit de kuikenproductie (Hulscher & Verhulst 2003). Uit een populatiedynamisch model, dat door deze twee auteurs is ontwikkeld en waarin naast het broedsucces ook de overleving van kuikens en volwassen vogels is meegenomen, blijkt dat bij een overleving van 90% van de volwassen vogels 0,6 vliegvlugge kuikens per jaar moeten worden geproduceerd. Bij een overleving van volwassen vogels van 95% zijn 0,3 kuikens nodig. Uit het onderzoek aan de goed bestudeerde populaties op Texel en Schiermonnikoog (Oosterbeek et al. 2006) blijkt dat de overleving van volwassen vogels tussen de 0,85 en 0,95 schommelde maar dat in jaren met strenge vorst soms maar 60-80% van de populatie deze situaties overleefde. Er zijn maar weinig jaren dat de populaties op de 2 eilanden voldoende hoog was om deze hoge sterfte te kunnen compenseren (Figuur 22). De gemiddelde overleving van volwassen Scholeksters in het Nederlandse waddengebied in de jaren 1985-2001 bedroeg 92% (Hulscher & Verhulst 2003)..



Figuur 22 Broedsucces in gemiddelde aantallen vliegvlugge jongen per paar (Schiermonnikoog) of gemiddeld aantal vliegvlugge jongen per 1^e legsel (Texelse polder) vanaf 1984. Naar Oosterbeek et al. 2006.

Ook in het Friese veenweidegebied blijkt de jongenproductie te laag te zijn om een constante populatie te kunnen opleveren. Een belangrijke factor hier is het agrarisch gebruik van de broedgebieden: daar waar de uitkomstdatum van de kuikens niet is veranderd blijkt wel de maaidatum naar voren te zijn geschoven. Een tweede probleem is daarbij dat niet alleen de maaidatum is vervroegd, waardoor meer legfels en kuikens sneuvelen: ook wordt vaker per jaar gemaaid (Hulscher & Verhulst 2003).

Bedreigingen en kennisleemtes

Waar liggen knelpunten en wat zijn bedreigingen en waarom?

Lambeck et al. (1989) geven een uitvoerig overzicht van alle (potentiële) bedreigingen van de Scholekster. Hierbij kan het gaan om effecten van eutrofiëring en verontreiniging (PCB's, zware metalen), schelpdiervisserij, het winnen van wadpieren, verstoring, jacht en habitatverlies door inpolderingen of door de aanleg van dammen die worden aangelegd ten behoeve van de veiligheid van het achterland (zoals de Deltawerken) en voor elektriciteitsopwekking (op sommige plaatsen in het VK). In het Waddengebied heeft in het recente verleden vooral de visserij op schelpdieren (zowel op kokkels als op mosselen) een negatief effect op de aantallen Scholeksters gehad (Smit et al. 1998) en waarschijnlijk heeft de afwezigheid van droogvallende mosselbanken in de westelijke Waddenzee nog steeds een negatief effect op de mogelijkheden van Scholeksters om zich te kunnen herstellen van eerdere verliezen.

Droogvallende mosselbanken zijn in het verleden van groot belang geweest van Scholeksters. Hoewel dit habitatype in het verleden slechts 4000 ha bedroeg (Ens et al. 1993), slechts 3% van het areaal van de droogvallende delen van de Waddenzee, waren hier grote aantallen foeragerende vogels aanwezig, behalve schelpdiereters ook vogelsoorten die vooral van de hier ook aanwezige andere organismen leefden (zoals wormen, krabben, garnalen). Op basis van een dichtheid van 40 Scholeksters per ha (Zwarts 1991) moeten droogvallende mosselbanken in het verleden voor minstens 160.000 Scholeksters het belangrijkste foerageergebied zijn geweest. Smit et al (1998), en enigszins aangepast door Ens et al (2004), berekenen op basis van getelde dichtheden van Scholeksters op mosselbanken, én op basis van een gevonden predatiedruk dat van de 260000 Scholeksters in de Waddenzee rond 1980 ongeveer 55% (= 140000 dieren) leefde van mosselen. Het feit dat het habitatype mosselbank nog steeds vrijwel niet is teruggekeerd in de westelijke Waddenzee, plus het gegeven dat een deel van de mosselbanken elders door Japanse Oesters worden overgenomen, betekent dat er voor Scholeksters nog steeds geen rooskleurig perspectief aanwezig is.

De fluctuaties in de schelpdierbestanden kunnen erg groot zijn. Zolang een minimaal bestand van een prooidiersoort gecompenseerd kan worden door een goed bestand van een andere prooidiersoort zal de Scholekster er geen probleem van ondervinden, zeker niet indien zijn voedselzoekspecialisatie hem geen beperkingen oplegt.

Een situatie zoals in het begin van de jaren '90 zich in het Nederlandse wad heeft voorgedaan, waarbij tijdens een magere natuurlijke situatie ook nog eens én litorale mosselbanken én litorale kokkelbestanden werden weggevisd kan voor de vogels grote problemen opleveren. De vogels zijn niet goed in staat dergelijke situaties goed op te vangen door naar elders te vliegen omdat niet bekend kan zijn dat elders de situatie beter is. Daarbij geldt dat Scholeksters blijkbaar nogal plaatstrouw zijn, waardoor een dergelijke situatie extra nadelig voor ze kan/zal uitpakken.

Momenteel lijkt de voedselsituatie niet goed. De schelpdierbestanden zijn niet hoog, hoewel lokaal hoge dichtheden kokkels aanwezig zijn (Kesteloo et al. 2006) en de vogels zullen naast schelpdieren ook substantieel andere prooidieren nodig hebben om in hun energiebehoefte te kunnen voorzien. Een alternatief vormt *Macoma* (Ens et al. 1996; Bunschoeke et al. 1996; De Vlas et al. 1996), maar de dichtheden van deze soort in de westelijke Waddenzee zijn gedurende de afgelopen jaren sterk teruggelopen (zie o.m. Bos, 2005, met data van Dekker, NIOZ). Dit vormt ook voor de Kanoet als belangrijke predator een bottleneck. Desondanks is handmatige kokkelvisserij toegestaan. Onafhankelijk van de voedselsituatie mogen de vissers elk jaar 5% van het bestand aan grote kokkels opvissen (LNV 2004). De grote kokkels die hoog op de platen liggen zijn zowel voor de scholeksters als voor de handmatige vissers het meest aantrekkelijk, en daarmee vindt voedselconcurrentie plaats tussen handvissers en Scholeksters. Kennis over de effecten van de handmatige kokkelvisserij op het foerageerresultaat voor Scholeksters ontbreekt.

Een tweede bedreiging, op wat kleinere schaal, wordt gevormd door de veranderingen in de Delta, waar door morfologische veranderingen het foerageergebied voor scholeksters verkleind wordt (Geurts van Kessel 2004): de platen in de Oosterschelde vlakken af waardoor de droogvalduur afneemt, en dus de mogelijke foerageertijd voor scholeksters korter wordt. In perioden waarin veel voedsel nodig is kan de vogel de noodzakelijke opname niet binnen één getijdeperiode realiseren (Zwarts et al. 1996c); onder die omstandigheden is een verkorte zoekperiode als gevolg van de plaatafvlakking een obstakel. (Rappoldt et al. 2003b) hebben dit met behulp van dynamische simulaties ook kwantitatief ondersteund. Op basis van de meest recente prognoses van Rijkswaterstaat over de erosie van de wadplaten berekenen (Rappoldt et al. 2006) dat de draagkracht van de Oosterschelde in 2045 gedaald zal zijn tot slechts 15.000 Scholeksters, terwijl er in de jaren tachtig regelmatig meer dan 60.000 scholeksters overwinterden.

Hier ligt een direct conflict met de mechanische kokkelvisserij, die in de Oosterschelde nog toegestaan is, al wordt wel rekening gehouden met de door (Rappoldt *et al.* 2003b) berekende ecologische voedselbehoefte voor de Oosterschelde (LNV 2004). In de Westerschelde wordt mechanische kokkelvisserij toegestaan zonder dat berekeningen hebben plaatsgevonden over de ecologische voedselbehoefte. Het nieuwe beleidsplan voorziet in een ondergrens van 4000 ton versgewicht kokkels (LNV 2004). Berekeningen met het model WEBTICS geven aan dat de draagkracht van de Westerschelde voor Scholeksters als gevolg van mechanische kokkelvisserij in de periode 1992-2003 naar schatting 40% lager was dan zonder kokkelvisserij het geval zou zijn geweest (Rappoldt & Ens 2005; Rappoldt & Ens 2006)

Verstoring

Scholeksters zijn relatief tolerante vogels ten opzichte van verstoring en vaak tot op vrij korte afstand benaderbaar, zowel wanneer ze zich verzameld hebben op hoogwatervluchtplaatsen als wanneer ze foerageren op open wad (Spaans *et al.* 1996). Dat neemt niet weg dat verstoring wel degelijk een negatieve invloed kan hebben als de verstoring intensief is en zich concentreert op de goede voedselgebieden, zoals rijke kokkel- en mosselbanken, en/of de geprefereerde hoogwatervluchtplaatsen. Door (Verhulst *et al.* 2001) is vastgesteld dat verstoring van broedvogels die op het wad naar voedsel zoeken een negatieve invloed heeft op de broedzorg en daarmee waarschijnlijk op het broedsucces.

Is menselijk handelen van invloed op de voedselbeschikbaarheid?

Menselijk handelen is via een aantal routes van invloed op de beschikbaarheid van voedsel voor Scholeksters:

- bevissing van litorale schelpdierbestanden: een directe competitie tussen mens en vogel. In de huidige praktijk is dit in Nederland vooral aan de orde in de Westerschelde en in mindere mate in de Oosterschelde, vanwege de mechanische kokkelvisserij. In de Waddenzee is mechanische kokkelvisserij sinds 2004 verboden, maar handmatige kokkelvisserij mag in tegenstelling tot vroeger zelfs in voedselarme jaren nog plaatsvinden. In de UK wordt nog in beperkte mate op litorale mosselbanken gevist, en in Duitsland gebeurt dat nog (soms) in Niedersachsen. In de UK zijn echter ook situaties waarin de kweekpercelen in het litoraal zijn gelegen, hetgeen een positief effect heeft op de voedselsituatie van de Scholeksters (Atkinson *et al.* 2003; Caldow *et al.* 2004)
- Vermindering van nutriëntentoevoer. Door allerlei beheersmaatregelen (fosfaatverwijdering bij huishoudelijk en industrieel afvalwater, verminderd fosfaatgebruik) is vooral de fosfaattoevoer naar het kustwater afgenomen, met ongeveer 50% tussen begin jaren '80 en eind jaren '90. In de komende jaren valt een verdere afname te verwachten als ook de toevoer uit agrarische bronnen af gaat nemen. Dit geldt momenteel in iets mindere mate voor stikstof, maar ook daarvoor valt in de toekomst een verdere afname te verwachten.
- Verstoring van het voedselweb. Naar Pauly *et al.* (1998) ("Fishing down the food web"). Door intensief te vissen in een ecosysteem kan het dynamische evenwicht in een voedselweb verstoord worden. Als gevolg daarvan kunnen soorten die voorheen 'kort' gehouden werden door hun predatoren plots belangrijk worden. Dit is in feite niets anders dan een 'plaag' in een terrestrisch systeem. Van Nes & Scheffer (2007) beschrijft dit in wezen ook als hij constateert dat ecosystemen die zwaar bevestigd zijn zich maar uiterst moeizaam herstellen.
- Import van exoten. In het verleden is de Japanse Oester (*Crassostrea gigas*, http://nl.wikipedia.org/wiki/Japanse_oester) in de Zeeuwse wateren geïmporteerd. De soort concurreert met andere schelpdieren om pelagisch voedsel. De Oester is in staat is om ook mossel- en kokkelarven uit het water te filtreren, terwijl dat omgekeerd niet kan; de soort heeft dus wat dit betreft een groot competitief voordeel. In de Oosterschelde is inmiddels de situatie ontstaan dat de filtercapaciteit van Japanse Oesters dominant is geworden.

Meningsverschillen over voedsel­ecologie?

Er zijn geen wezenlijke meningsverschillen over de voedsel­ecologie van Scholeksters aangezien deze soort relatief zeer goed is bestudeerd (zie o.a. een breed scala aan voedsel­ecologische studies in Blomert et al. (1996)). Wel wordt de mening van onderzoekers die het belang van droogvallende mosselbanken benadrukken niet door een ieder gedeeld. Nader onderzoek aan dichtheden op mosselbanken, ook gedurende de winter, zou welkom zijn.

Kennisleemtes

De Scholekster is de enige wadvogelsoort waarvoor een model bestaat waarmee de effecten van bestaande of toekomstige menselijke ingrepen op de populatie overwinterende vogels kunnen worden ingeschat. Met een vroege versie van dit model, toen nog DEplete geheten, zijn de effecten van bodemdaling door gaswinning en zeespiegelstijging doorgerekend (Brinkman & Ens 1998). Dit model is verder ontwikkeld en omgedoopt tot WEBTICS (Rappoldt *et al.* 2004). Met WEBTICS zijn de effecten van schelpdi­visserij in Waddenzee (Rappoldt *et al.* 2003a), Oosterschelde (Rappoldt *et al.* 2003b) en Westerschelde (Rappoldt & Ens 2006), plaaterosie en zeespiegelstijging in de Oosterschelde (Rappoldt *et al.* 2006) en vaargeulverruiming in de Westerschelde (Rappoldt & Ens in prep) doorgerekend. Een belangrijke parameter in dit model is een kritisch stressniveau (een index die de moeite weergeeft die de vogels hebben om aan voldoende voedsel te komen). Er is sprake van een vrij grote onzekerheidsmarge in de bepaling van het kritische stressniveau en daarmee in de absolute waarde voor de schatting van de draagkracht met WEBTICS. Daarnaast is er onzekerheid over de snelheid waarmee de Scholekster populatie zich kan aanpassen aan een gewijzigde draagkracht.

Het is nog niet goed duidelijk waar de Scholeksters broeden die in de Waddenzee overwinteren? Welk deel komt uit Noorwegen, Zweden, Finland en Rusland en welk deel uit de binnenlanden van Nederland?

Daarnaast is nog onvoldoende duidelijk in hoeverre voedselspecialisatie de overlevingskansen van Scholeksters negatief beïnvloedt wanneer bepaalde prooidieren wegvallen. Zijn zij voedselspecialisten (en foerageren de dieren die overleven dan niet op schelpdieren), of wordt gewisseld van prooidiersoort?

Belangrijk is het te weten waarom de geconstateerde achteruitgang met name in Nederland te zien is (en iets mindere mate ook in Duitsland) . Zowel de binnenlandse broedpopulatie (van Dijk *et al.* 2006), als die aan de Waddenkust (Willems *et al.* 2005) daalt, evenals de overwinterende populatie (van Roomen *et al.* 2006), en is het broedsucces van de eilandbroeders laag (Oosterbeek *et al.* 2006). Moet de verklaring vooral in het slechte voedselaanbod 's winters worden gezocht, of spelen verslechterde omstandigheden in het binnenland ook een rol. (Reneerkens *et al.* 2005) stellen voor om een vergelijking te maken met Denemarken, Duitsland en Nederland omdat tot voor kort het landbouwbeleid grote overeenkomsten vertoonde, maar het schelpdi­visserijbeleid sterk verschilde.

Een belangrijk deel van de vragen spits zich toe op het waaróm van de lage schelpdi­vierhoeveelheden: waarom vindt geen hervestiging plaats van droogvallende mosselbanken in de westelijke Waddenzee en wat is de oorzaak van de achteruitgang van het Nonnetje in de westelijke Waddenzee? De verminderde productie van het ecosysteem is al genoemd als oorzaak van een achteruitgang van het bestand, maar de effecten van predatie door onder meer garnalen lijken ook van groot belang. Onderzoek naar wat van sturende invloed is op de garnalenstand is daarmee mogelijk ook van belang om het voedselaanbod voor scholeksters te begrijpen.

Literatuur

Atkinson, P. W., Clark, N. A., Bell, M. C., Dare, P. J., Clark, J. A. & Ireland, P. L. (2003) Changes in commercially fished shellfish stocks and shorebird populations in the Wash, England. *Biological Conservation*, **114**, 127-141.

Beukema JJ & Dekker R. 2005. Decline of recruitment success in cockles and other bivalves in the Wadden Sea: possible role of climate change, predation on postlarvae and fisheries. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 287, 149-167

Blew J & Südbeck P (eds). 2005. Migratory waterbirds in the Wadden Sea 1980-2000. Wadden Sea Ecosystem no 20; Common Wadden Sea Secretariat Wilhelmshaven, 201 pp.

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, Special Issue:1-538.

Blomert AM. 2002. De samenhang tussen bodemgesteldheid, droogligtijd en foerageerdichtheid van vogels binnen de intergetijdezone. Altenburg & Wymenga rapport 330

Bos OG. 2005. Recruitment variation in *Macoma balthica* (L): is there a role for larval food limitation? PhD Thesis Univ. Groningen, 160 pp

Brinkman, A.G. & B.J. Ens. 1998. Effecten van bodemdaling in de Waddenzee op wadvogels. IBN-DLO rapport 371, 249 pp.

Brinkman AG & Smaal AC. 2003. Onttrekking en natuurlijke productie van schelpdieren in de Nederlandse Waddenzee in de periode 1976-1999. Alterra/RIVO. Alterra-rapport 888, 247 pp

Brinkman AG, Ens BJ & Kats R. 2004. Modelling the energy budget and prey choice of eider ducks. Alterra Wageningen NL. Alterra-rapport 839

Bult, T. P., Ens, B. J., Baars, J. M. D. D., Kats, R. K. H., & Leopold, M. F. (2004) Eindrapport EVA II deelproject B3 (Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase): Evaluatie van de meting van het beschikbare voedselaanbod voor vogels die grote schelpdieren eten. *RIVO rapport C018/04*. RIVO, Yerseke.

Bunskoeke EJ, Ens BJ, Hulscher JB & De Vlas SJ. 1996. Why do oystercatchers *Haematopus ostralegus* switch from feeding on Baltic tellin *Macoma balthica* to feeding on the ragworm *Nereis diversicolor* during the breeding season? In: Blomert A-M, Ens BJ, Goss-Custard JD, Hulscher JB & Zwarts L (eds): Oystercatchers and their estuarine food supplies. *Ardea* 84a:91-104

Caldow, R. W. G., Beadman, H. A., McGrorty, S., Stillman, R. A., Goss-Custard, J. D., Durell, S. E. A. L., West, A. D., Kaiser, M. J., Mould, K. & Wilson, A. (2004) A behavior-based modeling approach to reducing shorebird-shellfish conflicts. *Ecological Applications*, **14**, 1411-1427.

Cayford, J. T. & Goss-Custard, J. D. (1990) Seasonal changes in the size selection of Mussels, *Mytilus edulis*, by Oystercatchers, *Haematopus ostralegus*: an optimality approach. *Animal Behaviour*, **40**, 609-624.

Davidson NC & Morrison RIG. 1992. Time budgets of pre-breeding Knots on Elesmere Island, Canada. In: Piersma & Davidson: The migration of Knots. Wader Study Group Bulletin 64: Supplement April 1992.

- De Vlas SJ, Bunskoek EJ, Ens BJ & Hulscher JB, 1996. Tidal changes in the choice of *Nereis diversicolor* or *Macoma balthica* as main prey species in the diet of the oystercatcher *Haematopus ostralegus*. In: Blomert A-M, Ens BJ, Goss-Custard JD, Hulscher JB & Zwarts L (eds): Oystercatchers and their estuarine food supplies. *Ardea* 84a:105-116
- Del Hoyo J, Elliot A & Sargatal J (eds).. 1996. Handbook of the Birds of the World Vol 3. Hoatzin to Auks. Lynx Edicions, Barcelona.
- Delany, S., and D. Scott. 2002. Waterbird Population Estimates - Third Edition. Wetlands International Global Series No. 12, Wageningen.
- Engel SB, 2005. Racing the wind. Water economy and energy expenditure in avian endurance flight. PhD Thesis Rijksuniversiteit Groningen, 166pp
- Ens, B. J. & Goss-Custard, J. D. (1984) Interference among Oystercatchers *Haematopus ostralegus*, feeding on mussels, *Mytilus edulis*, on the Exe estuary. *Journal of Animal Ecology*, **53**, 127-231.
- Ens BJ. 1992. The social prisoner. Causes of natural variation in reproductive success of the Oystercatcher. Thesis Rijksuniversiteit Groningen, 222 pp.
- Ens, B. J., G. J. M. Wintermans, and C. J. Smit. 1993. Verspreiding van overwinterende wadvogels in de Nederlandse Waddenzee. *Limosa* 66:137-144.
- Ens, B. J. & Cayford, J. T. (1996) Feeding with other Oystercatchers. In: *The Oystercatcher: From Individuals to Populations* (ed J. D. Goss-Custard), pp. 77-104. Oxford University Press, Oxford.
- Ens, B. J., K. B. Briggs, U. N. Safriel, and C. J. Smit. 1996a. Life history decisions during the breeding season. In: J.D. Goss-Custard (ed.), *The Oystercatcher. From individuals to populations*. Oxford University Press, Oxford:pp. 186-218.
- Ens, B. J., Dirksen, S., Smit, C. J. & Bunskoek, E. J. (1996b) Seasonal changes in size selection and intake rate of oystercatchers *Haematopus ostralegus* feeding on the bivalve *Mytilus edulis* and *Cerastoderma edule*. *Ardea*, **84a**, 159-176.
- Ens BJ. 2000. Berekeningsmethodiek voedselreservering Waddenzee. Alterra-rapport 136, 70 pp.
- Ens BJ, Smaal AC & De Vlas J. 2004. The effects of shellfish fishery 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-Wageningen. Alterra-rapport 1011, RIVO-rapport C056/04, RIKZ-rapport RIKZ/2004.031. 212 pp
- Ens, B. J.(2006) The conflict between shellfisheries and migratory waterbirds in the Dutch Wadden Sea. In: (eds Boere, G. C., Galbraith, C. A., & Stroud, D. A.), pp. 806-811. The Stationery Office, Edinburgh, UK.
- Essink, K., Dettmann, C., Farke, H., Laursen, K., Lüerßen, G., Marencic, H., & Wiersinga, W. (2005) Wadden Sea Quality Status Report 2004. *Wadden Sea Ecosystem No. 19*. Trilateral Monitoring and Assessment Group, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.

Exo, K. M. 1993. Longevity record for a ringed Oystercatcher (*Haematopus ostralegus*): 44 years. *Vogelwarte* 37:144.

Fretwell, S. D. & Lucas, H. L., Jr. (1970) On territorial behavior and other factors influencing habitat distribution in birds. I. Theoretical development. *Acta Biotheoretica*, **XIX**, 16-36.

Geurts van Kessel AJM. 2004. Verlopend tij. Oosterschelde, een veranderend natuurmonument. RIKZ-rapport RIKZ/2004.028

Glutz von Blotzheim UN, Bauer KM & Bezzel E. 1977. Handbuch der Vögel Mitteleuropas Band 6. Charadriiformes (1. Teil). Akad. Verlagsgesellsch. Wiesbaden. 893 pp.

Goss-Custard, J. D., S. E. A. le V. dit Durell, R. T. Clarke, A. J. Beintema, R. W. G. Caldow, P. L. Meininger, and C. J. Smit. 1996b. Population dynamics: predicting the consequences of habitat change at a continental scale. In: J.C. Goss-Custard (ed.), *The Oystercatcher. From Individuals to Populations*. Oxford University Press, Oxford:p. 352-383. .

Goss-Custard, J. D., S. A. E. le V. dit Durrell, C. P. Goater, J. B. Hulscher, R. H. D. Lambeck, P. L. Meininger, and J. Urfi. 1996a. How Oystercatchers survive the winter. In: J.C. Goss-Custard (ed.), *The Oystercatcher. From Individuals to Populations*. Oxford University Press, Oxford:p. 133-154.

Goss-Custard, J. D., Stillman, R. A., West, A. D., Caldow, R. W. G., Triplet, P., dit Durell, S. E. A. I. V. & McGrorty, S. (2004) When enough is not enough: shorebirds and shellfishing. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B-Biological Sciences*, **271**, 233-237.

Goudswaard, P. C., Steenbergen, J., Baars, J. M. D. D., Kesteloo, J. J., Jol, J., & van Stralen, M. R. (2006) Het mosselbestand en het areaal aan mosselbanken op de droogvallende platen in de Waddenzee in het voorjaar van 2006. *Rapport Nr. C059/06*. Wageningen IMARES, Yerseke.

Hulscher JB. 1971. De scholeksters en de Waddenzee. *Waddenbulletin* 6: 9-13.

Hulscher, J. B. 1981. Oystercatcher (*Haematopus ostralegus* L.). In: C.J. Smit & W.J. Wolff (eds.) *Birds of the Wadden Sea*. Balkema, Rotterdam:p. 92-104.

Hulscher, J. B. & Ens, B. J. (1992) Is the bill of the male Oystercatcher a better tool for attacking mussels than the bill of the female. *Netherlands Journal of Zoology*, **42**, 85-100.

Hulscher, J. B., K.-M. Exo, and N. Clark. 1996. Why do Oystercatchers migrate? In: J.C. Goss-Custard (ed.), *The Oystercatcher. From Individuals to Populations*. Oxford University Press, Oxford:p. 155-185.

Hulscher, J. B., and S. Verhulst. 2003. Opkomst en neergang van de Scholekster *Haematopus ostralegus* in Friesland in 1966-2000. *Limosa* 76:11-22.

Kersten M & Visser W. 1996. Food intake by Oystercatchers *Haematopus ostralegus* by day and by night with an electronic balance. In: Blomert A-M, Ens BJ, Goss-Custard JD, Hulscher JB & Zwarts L (eds): *Oystercatchers and their estuarine food supplies*. *Ardea* 84a:57-72

Kesteloo, J. J., M. R. van Stralen, and J. S. Steenbergen. 2006. Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren in 2006. IMARES rapport C054/06, IJmuiden:46 p.

Kvist, A. & Lindström, Å. (2003) Gluttony in migratory waders - unprecedented energy assimilation rates in vertebrates. *Oikos*, **103**, 397-402.

Lambeck, R. H. D., J. D. Goss-Custard, and P. Triplet. 1996. Oystercatchers and man in the coastal zone. In: J.C. Goss-Custard (ed.), *The Oystercatcher. From Individuals to Populations*. Oxford University Press, Oxford:p. 289-326.

Leopold MF, Smit CJ, Goedhart PW, Van Roomen MWJ, Van Winden AJ & Van Turnhout C. 2004. Langjarige trends in aantallen wadvogels in relatie tot de kokkelvisserij en het gevoerde beleid in deze. *Alterra-rapport 954*, 165 pp

LNV (2004) Ruimte voor een zilte oogst. Naar een omslag in de Nederlandse schelpdiercultuur. *Beleidsbesluit Schelpdiervisserij 2005-2020*. Ministerie LNV, Den Haag.

Millat G. 2005. Gesamtbestandserfassung der eulitoralen Miesmuschelbänke. Kartierung 2005. Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer, Wilhelmshaven

Nehls G & Böttger H. 2006. Miesmuschelmonitoring 1998-2005 im Nationalpark "Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer. BioConsult SH / Landesamt Nationalpark SH-Wattenmeer 165 pp

Oosterbeek, K. H., M. van der Pol, M. de Jong, C. J. Smit, and B. J. Ens. 2006. Scholekster populatie studies. Bijdrage aan de zoektocht naar de oorzaken van de sterke achteruitgang van de Scholekster in het Waddengebied. *Alterra rapport 1344*, Wageningen / SOVON-onderzoeksrapport 2006/05, Beek-Ubbergen:61 p.

Pauly D, Christensen V, Dalsgaard J, Froese R & Torres Jr. F. 1998. Fishing down marine food webs. *Science* 279:860-863.

Piersma Th & Davidson N (eds). 1992. The migration of knots. Wader Study Group Bulletin 64: Supplement

Rappoldt, C., Ens, B. J., Dijkman, E., & Bult, T. (2003a) Scholeksters en hun voedsel in de Waddenzee. Rapport voor deelproject B1 van EVA II, de tweede fase van het evaluatieonderzoek naar de effecten van schelpdiervisserij op natuurwaarden in de Waddenzee

Rappoldt C, Ens BJ, Berrevoets CM, Geurts van Kessel AJM, Bult TP & Dijkman EM. 2003b. Scholeksters en hun voedsel in de Oosterschelde. *Alterra-Wageningen. Rapport 883*

Rappoldt, C. & Ens, B. J. (2005) Scholeksters en hun voedsel in de Westerschelde. Een verkenning van de voedselsituatie voor de scholeksters in de Westerschelde over de periode 1992-2003 met het simulatiemodel WEBTICS. *Alterra rapport 1209*. Alterra, Wageningen.

Rappoldt, C. & Ens, B. J. (2006) Scholeksters en kokkels in de Westerschelde; Modelberekeningen voor de periode 1992-2003 op basis van een verbeterde schatting van de groei en overleving van kokkels in de zomer. *EcoCurves rapport 1 / SOVON-onderzoeksrapport 2006/06*. EcoCurves / SOVON Vogelonderzoek Nederland, Haren / Beek-Ubbergen.

en Oosterschelde 1999-2003. *Alterra rapport 882*. Alterra, Wageningen.

Rappoldt, C., Ens, B. J., Kersten, M., & Dijkman, E. (2004) Wader Energy Balance & Tidal Cycle Simulator WEBTICS. Technical Documentation version 1.1. *Alterra rapport 869*. Alterra, Wageningen.

Rappoldt, C., Kersten, M., & Ens, B. J. (2006) Scholeksters en de droogvalduur van kokkels in de Oosterschelde; Modelberekeningen voor de periode 1990-2045 aan het effect van zandhonger en zeespiegelstijging op het aantal scholeksters. *EcoCurves rapport 2/SOVON-onderzoeksrapport 2006/12*. EcoCurves/SOVON Vogelonderzoek Nederland, Haren/Beek-Ubbergen.

Rappoldt, C., Kersten, M. & Smit, C. J. (1985) Errors in large scale shorebird counts. *Ardea*, 73, 13-24.

Reneerkens, J., Piersma, T., & Spaans, B. (2005) De Waddenzee als kruispunt van vogeltrekwegen. *NIOZ-rapport 2005-4*. Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), Den Burg.

Smit, C. J., N. Dankers, B. J. Ens, and A. Meijboom. 1998. Birds, mussels, cockles and shellfish fishery in the Dutch Wadden Sea: How to deal with low food stocks for eiders and oystercatchers? *Senckenbergiana maritima* 29:141-153.

Smit, C. J., and 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 Publ. 9, Slimbridge:24-63.

SOVON, and CBS. 2005. Trends van vogels in het Nederlandse Natura2000 netwerk. SOVON-informatierapport 2005/09. SOVON Vogelonderzoek, Beek-Ubbergen / Centraal Bureau voor de Statistiek:320 p.

Steenbergen J, Baars LMDD, Kesteloo JJ, Van Stralen MR & Craeymeersch JA. 2005. Het mosselbestand en het areaal aan mosselbanken op de droogvallende platen in de Waddenzee in het voorjaar van 2005. RIVO-rapport nr C065/05, RIVO Yerseke

Sutherland, W. J. (1996) *From Individual Behaviour to Population Ecology*. Oxford University Press, Oxford.

Sutherland, W. J., Ens, B. J., Goss-Custard, J. D. & Hulscher, J. B. (1996) Specialization. In: *The Oystercatcher: From Individuals to Populations* (ed J. D. Goss-Custard), pp. 56-76. Oxford University Press, Oxford.

Tobalske BW, Hedrick TL, Dial KP, Biewener AA. 2003. Comparative power curves in bird flight. *Nature* 23, 421(6921):363-6

Van de Pol M. 2006. State-dependent life-history strategies, a long-term study on Oystercatchers. PhD Thesis RU Groningen

Van Nes EH & Scheffer M. 2007. Slow recovery from perturbations as a generic indicator of a nearby catastrophic shift. *American Naturalist* 169 (6):738-747

Van der Meer J. 1997. A handful of feathers. PhD Thesis. University of Groningen

van der Meer, J. & Ens, B. J. (1997) Models of Interference and Their Consequences for the Spatial Distribution of Ideal and Free Predators. *Journal of Animal Ecology*, 66, 846-858.

Van Dijk, A. J., Dijkse, L., Hustings, F., Koffijberg, K., Oosterhuis, R., van Turnhout, C., van der Weide, M. J. T., Zoetebier, D., & Plate, C. (2006) Broedvogels in Nederland 2004. *SOVON-monitoringrapport 2006/01*. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Van Roomen M, Van Winden E, Koffijberg K, Ens B, Hustings F, Kleefstra R, Schoppers J, Van Turnhout Ch, SOVON-Ganzen- en Zwanenwerkgroep, Soldaat L. 2006. Watervogels in Nederland in 2004/2005. RIZA-rapport BM06.14 / SOVON-monitoringrapport 2006/02

Van Stralen MR. 2002. De ontwikkeling van mosselbestanden op droogvallende platen en in het sublitoraal van de Waddenzee vanaf 1955. *MarinX-rapport 2001.10*

Videler JJ. 2006. Avian flight. Oxford University Press, 288pp.

Verhulst, S., Oosterbeek, K. & Ens, B. J. (2001) Experimental evidence for effects of human disturbance on foraging and parental care in Oystercatchers. *Biological Conservation*, 101, 375-380.

Verhulst S, Oosterbeek K, Rutten AL & Ens BJ. 2004. Shellfish Fishery Severely Reduces Condition and Survival of Oystercatchers Despite Creation of Large Marine Protected Areas *Ecology and Society* 9(1): 17

Wahl J, Blew J, Garthe S, Günther K, Mooij J & Sudfeldt C. 2003. Überwinternde Wasser- und Watvögel in Detschland: Bestandsgrößen und Trends ausgewählter Vogelarten für den Zeitraum 1990-2000. *Ber. Vogelschutz* 40:91-103

Wernham Chr, Toms M, Marchant J, Clark J, Siriwardea G & Baillie S (eds). 2002. The migration atlas. Movements of the birds of Britain and Ireland. British Trust for Ornithology. T & AD Poyser, London. 884 pp

Willems, F., Oosterhuis, R., Dijkzen, L. J., Kats, R. K. H., & Ens, B. J. (2005) Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee 2005. *SOVON-onderzoeksrapport 2005/07 - Alterra-rapport 1265*. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Zwarts, L. 1991. Mosselbanken: wadvogels op een kluitje. *Vogels* 61:8-12.

Zwarts, L. 1996. Waders and their estuarine food supplies. *Van Zee tot Land*,60. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Dir. IJsselmeergebied.

Zwarts, L., Cayford, J. T., Hulscher, J. B., Kersten, M., Meire, P. M. & Triplet, P. (1996a) Prey size selection and intake rate. In: *The Oystercatcher: From Individuals to Populations* (ed J. D. Goss-Custard), pp. 30-55. Oxford University Press, Oxford.

Zwarts, L., Ens, B. J., Goss-Custard, J. D., Hulscher, J. B. & dit Durell, S. E. A. I. V. (1996b) Causes of variation in prey profitability and its consequences for the intake rate of the Oystercatcher *Haematopus ostralegus*. *Ardea*, 84A, 229-268.

Zwarts L, Ens BJ, Goss-Custard JD, Hulscher JB & Kersten M.1996c. Why Oystercatchers *Haematopus ostralegus* cannot meet their daily energy requirements in a single low water period. In: Blomert A-M, Ens BJ, Goss-Custard JD, Hulscher JB & Zwarts L (eds): Oystercatchers and their estuarine food supplies. *Ardea* 84a:269-290

Zwarts, L., J. B. Hulscher, K. Koopman, T. Piersma, and P. M. Zegers. 1996d. Seasonal and annual variation in body weight, nutrient stores and mortality of Oystercatchers *Haematopus ostralegus*. *Ardea* 84A, Special Issue:327-356.

Steenloper Arenaria interpres

Algemene kenmerken

Verspreiding van de soort

De Steenloper broedt langs de kusten van Fennoscandiavië en in de toendra's van hoogarctische gebieden in Siberië, noord Amerika, Groenland en Spitsbergen. De dichtsbijgelegen locaties zijn de kusten in het noorden van Noorwegen en de eilanden in de Oostzee, Kattegat, Skagerrak. Het is een kosmopolitische overwinteraar die alleen langs kusten overwintert, uiteenlopend van de rotskusten van Schotland, de zandstranden en slikkiger gebieden in gematigde streken en kokosnooteilanden in de tropen. De in Nederland overwinterende vogels zijn waarschijnlijk grotendeels afkomstig uit Groenland en noordoost Canada, de uit Fennoscandiavië en Siberië afkomstige doortrekkers overwinteren waarschijnlijk grotendeels in west Afrika (Bijlsma *et al.* 2001, Delany & Scott 2002).

Grootte, gewicht, variatie in gewicht gedurende seizoenen

De Steenloper is een middelgrote en compact gebouwde steltloper met een lengte van 22-24 cm, een snavel van 2,0-2,5 cm en poten van 3,5 cm. Mannetjes zijn in het algemeen iets kleiner dan vrouwtjes. Ze hebben een gewicht van 85-150 g, waarvan de maximale waarden worden bereikt in mei (vlak voor de trek naar noorden). Boere (in Boere & Smit 1981) woog van december 1971 tot december 1975 720 Steenlopers op Vlieland, met als gemiddeld gewicht 105-115 g. Het gemiddelde gewicht van Steenlopers in mei bedraagt 144,5 gram (n=130), minstens 30 g meer dan in vrijwel alle andere maanden. In Mauretanië zijn vertrekgewichten van 110-140 gemeten (Ens *et al.* 1990). De aangelegde vetreserves worden voor een deel gebruikt tijdens de vlucht naar de broedgebieden. Vlak voor de broedtijd op IJland bleken de vogels nog eens 30 à 40 g te kunnen opvetten (van 117 naar 158 g, Morrison 1975). Door een resterende vetreserve bij aankomst in het broedgebied kunnen vogels een tijdelijke voedselschaarste overleven. Bij slechte omstandigheden kunnen de vogelgewichten tot 48-64 g (♂) cq 61-70 g (♀) dalen, waarbij hongersdood gaat optreden. Daarnaast is een verband aangetoond tussen de voedselbeschikbaarheid in de broedgebied en de timing wanneer met broeden wordt begonnen (Meltofte *et al.* 2007).

Bij najaarstrek gebeurt het omgekeerd: tussen eind juli en eind augustus op St. George Island neemt het gewicht toe van 115 g tot 147 na 14 dagen en 158 g na 19 dagen (Morrison 1975). Met 153 g waren de vogels gereed voor de trek.

Broedsel en kuikens

Legsels bevatten in het algemeen 4 eieren (van 18 g). De broedduur bedraagt 22-24 dagen, de periode van vliegvlug worden 19-21 dagen.

Maximale leeftijd

Glutz von Blotzheim *et al.* (1975) noemt ruim 19 jaar als maximaal gevonden leeftijd.

Ondersoorten

Er worden twee ondersoorten onderscheiden, waarvan *A.i. interpres* hier voorkomt, en *A.i. morinella* die vooral in Noord-Amerika voorkomt. Van *A.i. interpres* worden vijf deelpopulaties onderscheiden. Vogels die in Fennoscandiavië en Rusland broeden en de populatie uit Groenland, NO Canada en IJland. Voor noordwest Europa zijn vooral de populaties van belang die broeden in Groenland, Canada en IJland (grootte geschat op 94.000 exemplaren) en in Fennoscandiavië en noordwest Rusland (grootte geschat op 46.000-119.000 exemplaren). De verder oostelijk broedende populaties overwinteren ook verder oostelijk. Belangrijke overwinteringsgebieden worden onder andere aangetroffen langs de kusten van de Rode Zee, de

Perzische Golf en de gehele oost Afrikaanse kust, inclusief Madagascar. Nog verder oostelijk broedende populaties overwinteren langs de kusten van India, zuidoost Azië en Australië/Nieuw Zeeland en de Stille Oceaan eilanden (Del Hoyo *et al.* 1996, Delany & Scott 2004).

Belangrijke gebieden

Overwinteringsgebieden

Overwintert tot aan de 0 °C januari-isotherm (Glutz von Blotzheim *et al.* 1975). In Europa vormen de Britse eilanden en de Noordse westkust de meest noordelijke overwinterlocaties. Verder strekt het overwinteringsgebied zich zuidwaarts uit en omvat de zuidwest Europese kusten, West-Afrika tot de Kaapprovincie en de Canarische Eilanden. Op de Banc d'Arguin overwinteren 7200-17.000 exemplaren (Hagemeijer & Smit 2005).

Overwinteringshabitats

De Steenloper is nagenoeg gebonden aan de kust en getijdengebieden, zowel op zandig als op slikkig wad. Op trek worden kleine aantallen Steenlopers op binnenlandlocaties gezien met name langs de oevers van grote rivieren. Het voedselbiotoop bestaat uit stranden en drooggevallen slikken en platen waar met name wordt gefoerageerd op het vloedmerk, in wervelden, op mosselbanken, stenige taluds van dijken, en kunstwerken zoals havens en pieren, vooral als deze begroeid zijn met wieren. In de zomermaanden heeft de soort een sterke voorkeur voor mosselbanken en *Enteromorpha* (darmwier)-wad (Zwarts 1970). In de winter als de darmwervelden zijn verdwenen verschuift de soort naar dijken en golfbrekers tot in de lente (Becuwe 1973). Het voedsel bestaat uit wormen, krabbetjes, schelpdieren, strandvlooiën, aas en ook etensresten bij bijvoorbeeld patat- en viskramen. Het rustbiotoop bestaat uit taluds van dijken, havens en pieren, stranden, kwelders en binnendijs op hoogwatervluchtplaatsen in wetlands of op graslanden of bouwland. Ze zijn veelal klein van oppervlak, grenzend aan water, soms zonder wijds uitzicht, en kunnen ook worden aangetroffen in gebieden met relatief veel recreatie (Meininger *et al.* 1994, Berrevoets *et al.* 2002). Tijdens hoogwater wordt vaak doorgegaan met foerageren op taluds van dijken. Tijdens periodes van harde wind en verhoogde waterstanden, wanneer inter-getijdengebieden niet droogvallen, wordt veelvuldig binnendijs gefoerageerd.

Trekroutes in noordwest Europa

De broedvogels van noordoost Canada en Groenland trekken via de oostkust van Groenland over IJsland en via de Shetlands of zuidwest Noorwegen naar hun winterkwartier. Een andere route loopt via de zuidpunt van Groenland (Cape Farvel) rechtstreeks over de Atlantische Oceaan naar noordwest Europa (Glutz von Blotheim *et al.* 1975). Het overwinteringsgebied van deze populatie strekt zich uit van de Noorse westkust, tot aan noordwest Afrika, inclusief de Britse eilanden (Del Hoyo *et al.* 1996). Ringvondsten laten zien dat sommige exemplaren zuidwaarts doortrekken tot aan Mauretanië maar waarschijnlijk gaat het hierbij om uitzonderingen (Ens *et al.* 1990). De terugtrek verloopt rechtstreeks via de Britse eilanden naar IJsland en Groenland. Tijdens de voorjaarstrek trekken er beduidend minder vogels door in zuidwest Noorwegen en de Shetlands. Vogels die op de Orkneys overwinteren vliegen deels met een tussenstop terug naar de broedgebieden. Een ander deel van deze vogels lijkt rechtstreeks naar Groenland te vliegen (Prys-Jones *et al.* 1992).

De volwassen Fennoscandinavische en Russische vogels trekken in de derde juli decade en de eerste augustus decade via het Baltische gebied naar noordwest Europa, en maken daarbij vooral gebruik van het oostelijk deel van het Waddengebied (Nederland, Duitsland Denemarken). In de westelijke Nederlandse Waddenzee wordt deze trekpiek volgens Kersten (1996) vrijwel niet opgemerkt, maar Smit (2007) laat zien dat in de Texelse tellingen de piek van Fennoscandinavische vogels wel degelijk naar voren komt. Eerstejaars vogels kunnen ook in de daaropvolgende weken doortrekken. Eind september hebben deze vogels West-Europa en

waarschijnlijk ook Zuidwest Europa goeddeels weer verlaten. Het overwinteringsgebied van deze vogels ligt zuidelijker en omvat noordwest en west Afrika. Ringvondsten zijn gemeld tot en met Ghana. Nog zuidelijker overwinterende vogels zijn waarschijnlijk vooral van west Siberische oorsprong (oostelijk van het gebied rond de Witte Zee). Deze vogels trekken via de Middellandse Zee, de Kaspische Zee en Kazachstan naar de Rode Zee, de Perzische Golf en oost en zuidelijk Afrika en steken hierbij ook het Afrikaanse continent over (del Hoyo *et al.* 1996).

Ringvondsten geven meermalen aan dat de vogels vaste trekroutes aanhouden, en ook dat de vogels vasthouden aan steeds dezelfde overwinteringsplek (del Hoyo *et al.* 1996, Rehfish *et al.* 2003).

Wat zijn de hot-spots langs de Europese flyway

In de trektijd zijn de gehele kusten van Nederland, Duitsland, Denemarken, UK, Frankrijk, Spanje en Portugal van belang, evenals die van West-Afrika. Maar grote concentraties (zoals die van Kanoeten aan te treffen zijn) komen niet voor.

Treksnelheid

Een gemiddelde dagelijkse trekafstand bedraagt ongeveer 210 km, maar maximale waarden liggen aanzienlijk hoger. Glutz von Blotzheim *et al.* (1975) noemt een vogel die de 1160 km van Falsterbo naar het Kanaal in hooguit 2 dagen aflegde ($560 \text{ km dag}^{-1} = 23 \text{ km h}^{-1}$). Een andere vogel vloog in 25 uur de 820 km van Helgoland naar het Kanaal ($= 33 \text{ km h}^{-1}$). Soms worden nog hogere treksnelheden vermeld, ook over meerdere dagen achtereen. De vliegsnelheid is volgens Glutz von Blotzheim *et al.* (1975) ongeveer 65 km h^{-1} .

Gemiddelde verblijftijd in de Waddenzee

Kleurringonderzoek aan de Scandinavische en noordwest Russische vogels die in juli en augustus doortrekken heeft uitgewezen dat deze vogels vaak niet langer dan twee weken in de Waddenzee en op de Hondsbossche Zeewering verblijven (Kersten 1996, van Brederode & Roersma 2002). De overwinteraars vanuit Oost-Canada en Groenland komen daarna binnen en blijven vaak de gehele winter.

Plaatstrouw aan HVP plus omgeving of opportunistische verspreiding over groot potentieel voedselgebied?

Steenlopers vertonen een hoge mate aan plaatstrouw gedurende de winter (Rehfish *et al.* 2003, Burton & Evans 1997). Adulte Steenlopers zijn doorgaans dominant over eerstejaars overwinteraars. Op hoogwatervluchtplaatsen verblijven de oudere dominante vogels meer in het dichtbevolkte centrum van groepen. De onderlinge agressie nam toe met toenemende windsnelheid (Glutz von Blotzheim *et al.*; 1975)). Bij langdurige koude kan een deel deze vogels (wat) verder zuidwaarts trekken maar de meeste Steenlopers blijken ook in strenge winters trouw te blijven aan hun overwinteringsgebied en daar ook een vrij hoge overleving te hebben (Burton & Evans 1997).

Aantallen

Wereldpopulatie

De totale grootte van de populatie die afkomstig is uit het noordoost Canada en Groenland is 94.000 exemplaren, de grootte van de populatie uit Fennoscandiavië en noordwest Rusland bedraagt 46.000-119.000, die uit west en centraal Siberië bestaat uit 100.000 vogels. Die van de ondersoort *morinella* wordt geschat op 200.000 vogels (Delany & Scott 2002). De grootte van de populaties in oostelijk Siberië en noordwest Alaska wordt geschat op resp. 10.000-100.000 en 25.000-100.000 vogels, waarvan er 14.000 overwinteren in Australië en 30.000-100.000 in Noord- en Zuid-Amerika (Del Hoyo *et al.* 1996).

Eurazische populatie

Op basis van gegevens uit Koskimies (1992), Hagemeyer & Blair (1997) en aanvullende gegevens van www.birdlife.org valt het beeld uit Tabel 11 te destilleren.

Tabel 11 Aantal broedparen Steenloper in Europa, naar Koskimies (1992), Hagemeyer & Blair (1997) en aanvullende gegevens van www.birdlife.org

Land	Aantal broedparen
Denemarken	23-25
Estland	150-250
Finland	5000
Noorwegen	8500
Rusland	3000-10.000
Zweden	4000-6000
Totaal	20.673-29.775
Algehele trend	Lokaal afnemend, o.a. rond de Witte Zee (Kersten 1996) en in het zuidelijk deel van het verspreidingsgebied
Broedgebied	> 1.000000 km ²

De populatie in Duitsland wordt uitgestorven geacht.

Hoeveel langs NW Europese flyway

Een overzicht is in Tabel 12 gegeven.

Tabel 12 Aantal overwinterende Steenlopers in Europa, naar www.birdlife.org

Land	Aantal overwinteraars (exemplaren)
Belgie	1300
Denemarken	37-41
Frankrijk	9580-15000
Duitsland	500-2500
Ierland	8400-8900
Italie	20-70
Nederland	4400
Spanje	590-1700
UK	52400
Totaal	>80000
Waarvan in belangrijke vogelgebieden	49 %
Algehele trend	Lichte achteruitgang

Volgens Blew *et al.* (2005) gebruikt ongeveer 7% van de Canadese + Groenlandse plus en inclusief de Fennoscandinavische en Russische populatie de (internationale) Waddenzee gedurende enig moment tijdens de trekperiode. Kersten (1996) becijfert dat waarschijnlijk de gehele Fennoscandinavische en noordwest Russische populatie in de herfst van de internationale Waddenzee gebruik maakt. De grootte van deze populatie wordt geschat op 20.000-25.000 paren.

Aantallen in Nederland

De soort komt vrijwel alleen voor in de Waddenzee en langs de stranden van de eilanden, in de Oosterschelde, de Westerschelde en de Voordelta. SOVON & CBS (2005) geven de volgende gemiddelde seizoensgemiddelden (1999/2000-2003/04) voor Nederland:

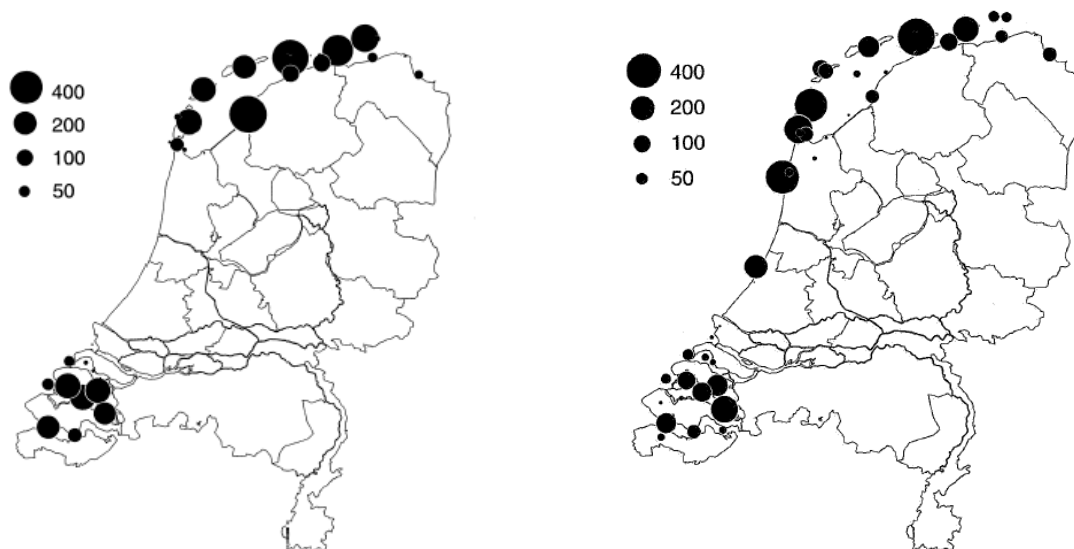
Waddenzee	2200
Oosterschelde	640
Westerschelde & Saeftinghe	230
Noordzeekustzone	160
Voordelta	70
Grevelingen	30

Het aantalsverloop in de Nederlandse Waddenzee vertoont een golvend patroon van toenames en afnames (SOVON & CBS 2005). De grote lijn is echter dat de soort vanaf 1975/76 is afgenomen. De aantallen in de zoute Delta vertonen hetzelfde beeld (van Roomen *et al.* 2006).

De verspreiding binnen Nederland is weergegeven in de Figuur 23.

Seizoensdynamiek

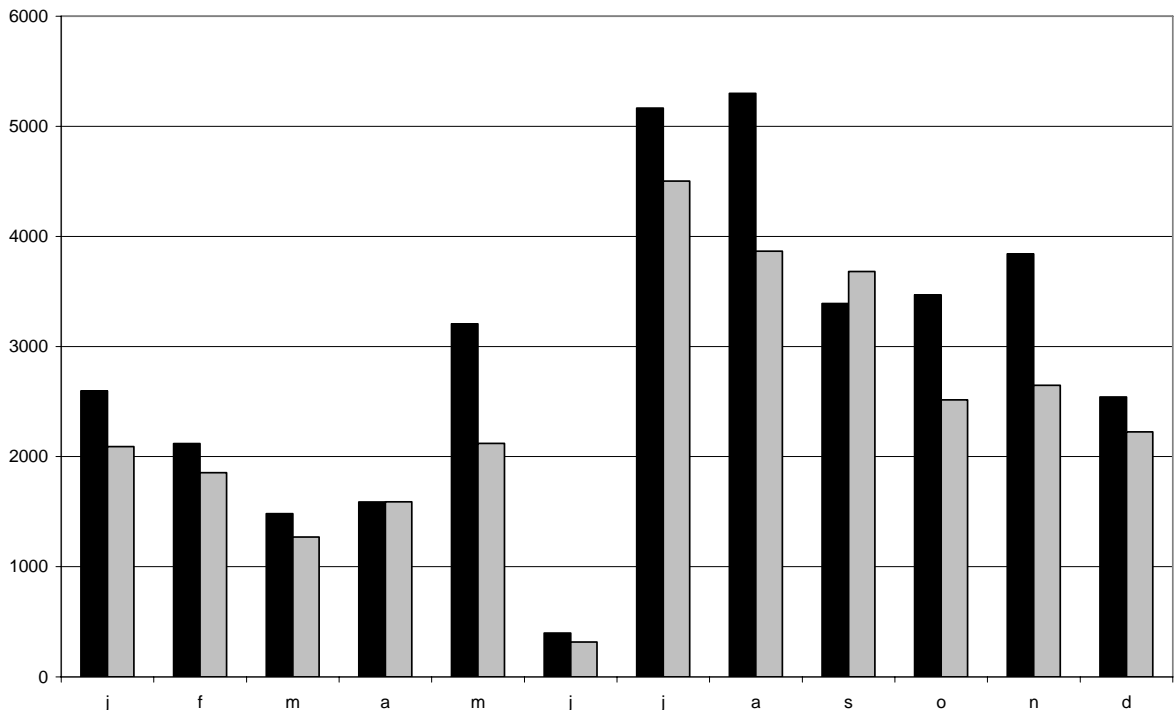
De Steenloper kent een vrij gelijkmatige aanwezigheid in de Waddenzee, met uitzondering van de maanden juni en juli/augustus. In juni zijn vrijwel alle Steenlopers naar de broedgebieden vertrokken, in juli/augustus trekt gedurende korte tijd de Fennoscandinavische populatie door.



Figuur 23 Verspreiding van in augustus 2000 (links) en januari 2002 (van Roomen et al. 2003).

Van september tot en met december schommelen de aantallen rond de 3000 exemplaren, gedurende de voorjaarsmaanden liggen de aantallen wat lager (Figuur 24).

Steenloper

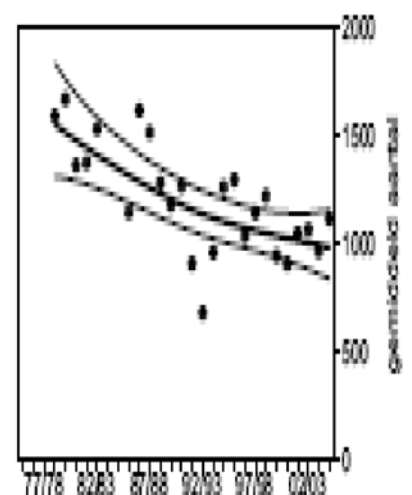


Figuur 24 Gemiddelde aanwezigheid van Steenlopers per maand over de jaren 1998-2002 (grijze kolommen) en de aantallen in het telseizoen 2004-2005 (zwarte kolommen) in de Nederlandse Waddenzee. Naar van Roomen et al. 2006

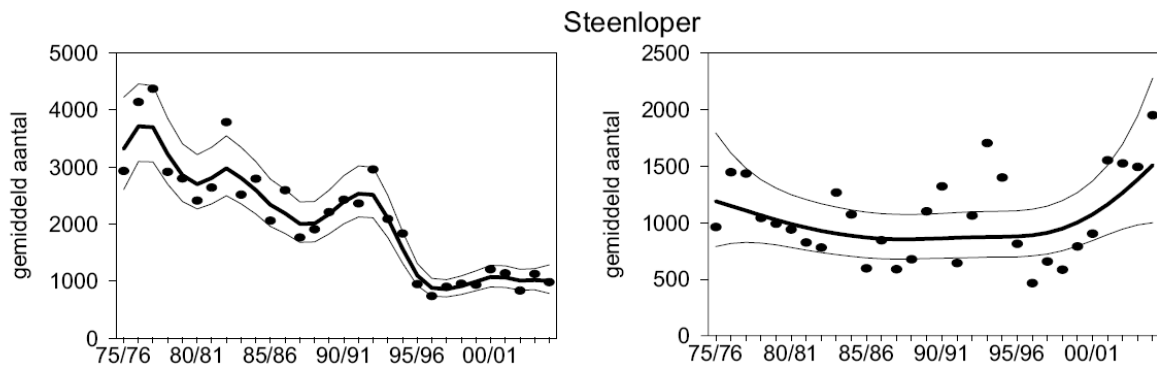
Trend

Tussen de jaren '70 en 1997/98 zijn de aantallen in Nederland ruwweg gehalveerd. Deze afname is zowel waargenomen in de Waddenzee als in de Delta (Figuur 25), maar in de Waddenzee lijkt de trend sinds de winter van 1997/98 enigszins gekeerd (Figuur 26). De gesignaleerde afname staat haaks op de ontwikkelingen van de grootte van beide biogeografische populaties. De Canadees/Groenlandse populatie neemt toe, de Fennoscandinavisch/Russische populatie wordt geacht stabiel te zijn (Delany & Scott 2002), hoewel deze plaatselijk achteruit gaat. Ook de aantallen in de internationale Waddenzee gaan achteruit (Blew *et al.* 2005), een verschijnsel dat ook elders in Europa is geconstateerd (zie bijvoorbeeld Dott 1997). Een mogelijke reden hiervoor is dat er een verandering in het overwinteringspatroon optreedt, waarbij relatief meer vogels in Noorwegen blijven overwinteren (Holloway *et al.* 1999, Rehfish *et al.* 2004). Een andere mogelijkheid is dat deze veranderingen een gevolg van het verdwijnen van mosselbanken in de Waddenzee in vooral Nederland en Niedersachsen. Droogvallende mosselbanken vormen één van de belangrijkste voedselhabitats van de soort.

Figuur 25 Trend van de Steenloper in de Zoute Delta in de periode 1978-2001. Deze trendlijn maakt geen onderscheid tussen de 2 in Nederland aanwezige populaties. Bron: van Roomen et al. 2006.



Deze zijn teruggekeerd in het oostelijk deel van de Nederlandse Waddenzee maar nog niet in het westelijk deel en het herstel van de Steenlopers speelt zich dan ook uitsluitend af in het oostelijke deel van de Nederlandse Waddenzee (Figuur 26) (van Roomen et al. 2006). Mosselbanken zijn al jaren verdwenen uit de Ooster- en Westerschelde. In Niedersachsen is de ontwikkeling van het litorale mosselbestand zorgwekkend: na een goede mosselbroedval in 1999 heeft jarenlang nauwelijks vernieuwing plaats gevonden waardoor het areaal en bestand langzaam achteruitgegaan is (Millat, 2005)). De afname van Steenlopers in de Delta (Figuur 25) is waarschijnlijk een gevolg van areaalvermindering van inter-getijdengebieden.



Figuur 26. Aantalsontwikkeling van Steenlopers in de westelijke Waddenzee (links) en de oostelijke Waddenzee (rechts). Uit (van Roomen *et al.* 2006)

De Steenloper tellingen in de periode 1992-94 waren van onvoldoende kwaliteit om de totale aantallen vogeldagen per jaar te schatten en zijn niet meegenomen in de analyse. De jaarlijkse aantallen vogeldagen voor de Steenloper laten op het eerste gezicht een min of meer continue afname zien, van ongeveer 1.3 miljoen vogeldagen per jaar tot een niveau van circa 750.000. In 1996/97 (streng winter) dalen de aantallen sterk, waarna een herstel volgt, dat minimaal vijf jaren duurt.

Blew *et al.* (2005) geven aan dat het maximale aantal Steenlopers in de internationale Waddenzee ongeveer 7020 bedroeg in de jaren 1980-1991, en 6960 in de jaren 1992-2000. Wahl (2003) geeft voor het Duitse Waddengebied 500-2500 exx aan, met de aantekening dat de bestanden teruglopen (tot ongeveer de helft in de periode 1990-2000). De aantallen zijn afhankelijk van de wintertemperatuur, in milde winters zijn de aantallen hoger.

Voedsel en energieverbruik

Voedselkeuze

Steenlopers foerageren vooral op rotsen (of surrogaat rotskusten als kadés, strekdammen, dijkvoeten etc) en op mossel- en schelpenbanken en bij hoogwater ook wel op kwelderranden, aanspoelselranden, havenkadés of nog hoger op de kust. Ze eten vermoedelijk alles wat eetbaar is, waaronder aas, inclusief menselijke lijken of hun eigen dode soortgenoten (Cramp & Simmons 1983), aangespoelde kwalen (Ates 1991), zaden, insecten en vlokreeften uit aanspoelsel (Höfmann & Hoerschelmann 1969; Davidson 1971; Jones 1975; Doyon & McNeil 1978; Whitfield 1990), zeepokken (Davidson 1971; Prater 1972b; Jones 1975), etc. Ook wordt vaak voedsel gezocht aan de randen van pakketen zeesla of Darmwier. Hierbij wordt het materiaal met de snavel opgelicht en worden kleine kreeftachtigen en wormen bemachtigd. Deze manier van foerageren is alleen mogelijk wanneer er pakketen wier op de drooggevallen intergetijdeplaten aanwezig zijn, hetgeen vooral in de nazomer het geval is. Op Schiermonnikoog vormde dit habitat een belangrijk foerageergebied (Zwarts 1970). Daarnaast wordt ook vaak op drooggevallen mosselbanken gefoerageerd waar een veelheid aan prooien wordt bemachtigd, zoals kleine krabben, wormen, resten van prooien van Scholeksters en mosselbroed (eigen waarnemingen

CS, Zwarts 1991). In tegenstelling tot veel andere steltlopers wordt vooral visueel gevoerd: de snavel van Steenlopers bevatten namelijk relatief weinig mechanoreceptoren waarmee prooien op gevoel kunnen worden opgespoord (Hoerschelmann 1972).

Als een van de weinige soorten steltlopers kunnen Steenlopers ook levende zeepokken eten, waarvan ze de "schelp" met hun snavel open hakken (Groves 1978). Het dieet bestaat echter meestal uit allerlei kleine diertjes die ze onder en tussen schelpen en steentjes vinden, maar hoewel dit vaak onder de ogen van potentiële waarnemers gebeurt, is er bijzonder weinig informatie over het dieet van deze soort in de Waddenzee. De meest omvangrijke studie is die van Meelis (1964ab) die op Vlieland Steenlopers observeerde en ook magen en faeces onderzocht. Hij vond een divers spectrum aan prooien: tweekleppigen (mosseltjes, nonnetjes, strandgapers), gastropoda (wadslakjes, alikruiken), vrij veel *Nereis*, en verder krabben, *Corophium*, insecten en vis (grondels). Verder zijn er uit de Waddenzee alleen wat observaties van Nolet (1983), die op Terschelling Steenlopers *Corophium* zag eten, en van Steketee (1976), die op Vlieland krabben en *Corophium* gegeten zag worden. In de Westerschelde werden schelpdieren, waaronder nonnetjes en wadslakjes, *Nereis*, *Corophium* en insecten als prooien gevonden (Ruiters 1992). In de haven van Bruinisse zag Valk (1977) hoe Steenlopers mossel- en kokkelvlees aten van aangevoerde vangsten van schelpdiervissers. Tweekleppigen, niet in de zin van aas, of wormen waren in de meeste studies niet bijzonder belangrijk, alleen in een aantal Britse estuaria waren mosselen, kokkels en/of nonnetjes soms belangrijk (Campbell 1966; Davidson 1971; Prater 1972b; Jones 1975). In de Wash werden soms zelfs in de helft van de onderzochte braakballen van Steenlopers resten van deze schelpdieren gevonden. Gastropoda waren vrijwel even belangrijk in deze studies, maar over het algemeen domineerden kreeftachtigen, insecten en nog andere prooien het dieet.

Waarschijnlijk wordt bij deze dieetstudies de rol van tweekleppige schelpdieren onderschat. Vaak worden door Steenlopers ook de laatste restanten van schelpdieren uit de openstaande schelpen gegeten die door Scholeksters zijn bemachtigd. Deze resten bestaan geheel uit vlees, dat geen sporen in de braakballen of faeces achterlaat.

Voedselbehoefte, energieverbruik en digestive bottleneck

Dagelijks

Naar een schatting van Davidson & Morrison (1992) verbruiken Steenlopers gemiddeld ongeveer 380 kJ d⁻¹. Dat houdt in dat de dagelijkse voedselbehoefte ongeveer 17 g AFDW bedraagt, ofwel 85 gram vlees. Een prooidier als *Littorina littorea* (Gewone Alikruik) die ongeveer 18 mm kan worden, bevat ruwweg 0.02 g AFDW, ofwel 0.4 kJ. Als een assimilatie-efficiëntie van 80% wordt aangehouden, zou een Steenloper 1200 *Littorina*'s per dag moeten verschalken, ofwel 50 per uur (over 24 uur gemeten).

Opvetten

Uit onderzoek op de Banc d'Arguin, Mauretanië, bleek dat Steenlopers in april per dag ongeveer 0,5 g in gewicht toenamen (Ens *et al.* 1990). In IJsland is aangetoond dat gedurende de opvetperiode een Steenloper binnen twee à drie weken ongeveer 40 gram (versgewicht) kan aankomen (Morrison, 1975). Dit is vooral vet, met een hoge energie-inhoud (ongeveer 32 kJ g⁻¹ vet). Dus de extra energieopslag bedraagt ongeveer 1280 kJ, dus 64 kJ d⁻¹, indien een periode van 20 dagen wordt aangehouden. Nodig hiervoor is minimaal 80 kJ d⁻¹ aan voedsel, maar dat is een onderschatting omdat een deel van de opgenomen energie weer nodig is voor het verteren van het voedsel. Dit is globaal 1/7, als waarden voor andere vogels (zoals Eiders) worden aangehouden. Daarmee komt de dagelijkse extra energiebehoefte tijdens opvetten op zeker 93 kJ d⁻¹. Dit komt overeen met een kwart van het normale dagelijkse verbruik.

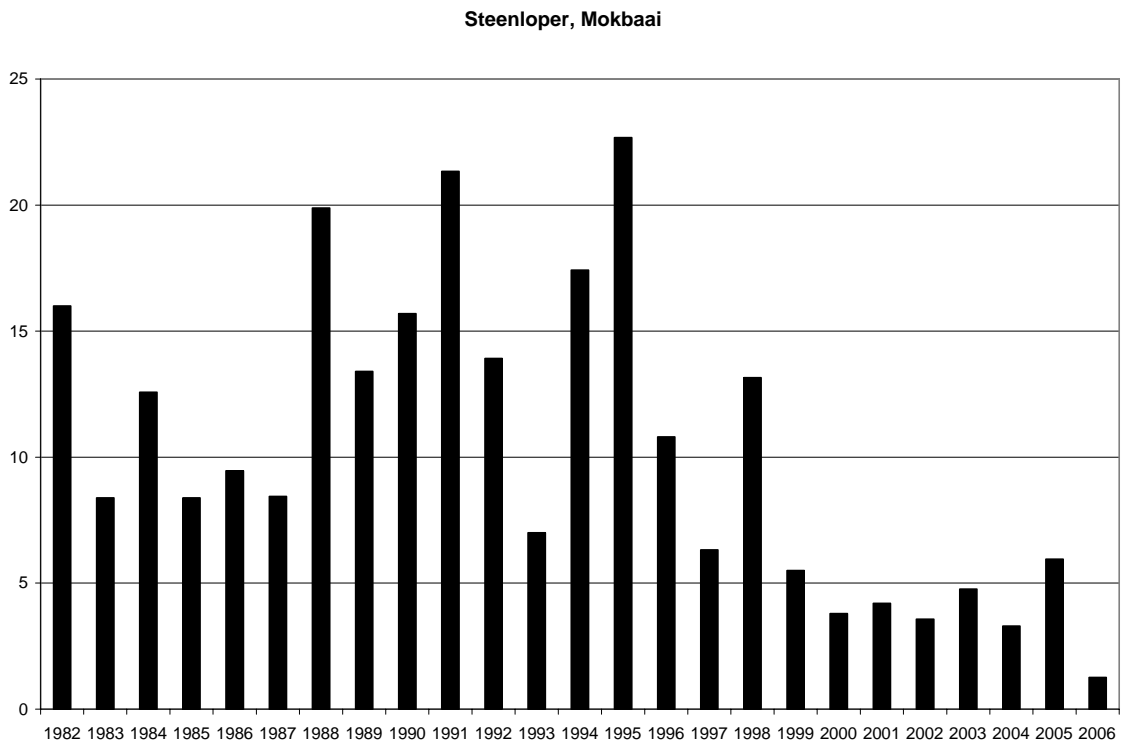
Is er digestive bottleneck?

De vogel slikt prooien als Alikruiken en tweekleppige schelpdieren niet in zijn geheel in, maar peutert de inhoud uit de schelp. Kleine krabben en garnalen worden echter geheel of in kleinere stukken, inclusief pantser, ingeslikt. In de periode waarin maximaal gegeten wordt (vooral gedurende de opvetperiode in april en mei) moet een individu ruw geschat 150 gram vlees per dag verwerken. Als daarbij een deel van de prooidieren een lager percentage energetisch hoogwaardige bestanddelen bevat kan de voedselopname tijdens deze opvetperiode mogelijk 200 g d^{-1} (versgewicht prooi) dienen te bedragen. Bij een verblijftijd in het maagdarmkanaal van 1 à 2 uur (wat ook bij een soort als de Eidereend een vrij normale tijdsduur is en, gezien de prooikeuze, bij een Steenloper niet wezenlijk anders zal zijn) houdt dit in dat gemiddeld 10 à 20 g voedsel per individu in het maag-darmstelsel aanwezig is, oftewel 10 à 20 % van het eigen gewicht.

Verstoring van het eetpatroon (door verjaging of wat dan ook) zal met name in de opvetperiode cruciaal negatieve invloeden hebben op de conditie van de vogel, op de mogelijke trekafstand en op de conditie van de vogel bij aankomst in het broedgebied. Juist tijdens de voorjaarsstrek, waarbij vaak bijvoorbeeld rechtstreeks van west Europa naar IJsland wordt gevlogen speelt dit een belangrijke rol.

Voedselbeschikbaarheid in Waddenzee

Gezien de gevarieerde dieetkeuze, gecombineerd met de aantallen Steenlopers in de Waddenzee, zou er weinig reden moeten zijn om te veronderstellen dat voedsel in de Waddenzee een regulerende factor zou zijn voor de Steenloper-populatie.



Figuur 27 Gemiddelde aantallen Steenlopers per jaar in de Mokbaai, Texel, op basis van frequente tellingen tijdens laag water. Elke kolom is gebaseerd op ongeveer 25 (tegenwoordig) tot 40-50 (vóór 1990) tellingen, die jaarrond werden uitgevoerd. Bron: Smit, IMARES, ongepubl.

Ook indien hard substraat als voornaamste foerageeromgeving worden gezien, dan nog zouden 8000 Steenlopers impliceren dat er maar enkele tientallen Steenlopers per km zeevering zouden voorkomen. Figuur 27 suggereert echter dat het verhaal gecompliceerder in elkaar zit en dat het verdwijnen van mosselbanken een (wellicht belangrijke) bijdrage heeft geleverd aan de achteruitgang van de Steenloper. Uit deze figuur blijkt dat de soort in de Mokbaai tussen 1982 en 1998 jaarlijks sterk in aantal fluctueerde op een niveau van 6-22 vogels, maar dat dit sinds 1999 op een constant en lager niveau blijft. Rond deze tijd is de in de Mokbaai aanwezige mosselbank, waar altijd het grootste deel van de populatie foerageerde, door Japanse Oesters overgenomen. Op deze oesterbank worden vrijwel nooit Steenlopers waargenomen.

Verstoring

Door vertrouwd gedrag in de nabijheid van mensen lijkt de soort niet sterk gevoelig voor verstoring. Thompson (1974) laat echter zien dat fysiek contact van mensen en vogels (door ringactiviteiten) duidelijk haar sporen achterlaat bij Steenlopers. De snelheid van opvetten werd duidelijk negatief beïnvloed wanneer een vogel gevangen en geïnged werd. Dit is een gevolg van stress en ander gedrag na invrijheidsstelling. Ens et al. (1990) komen tot dezelfde conclusie.

De soort lijkt niet sterk gevoelig voor kokkelvisserij doordat op een grote diversiteit aan prooien wordt gefoerageerd. Ook effecten van gaswinning in de vorm van bodemdaling zijn niet te verwachten. Wel ondervindt de soort problemen vanwege het feit dat de soort in het verleden bij voorkeur voorkwam op droogvallende mosselbanken. Dit habitatype is in grote delen van de inter-getijdenwateren rond 1990 verdwenen en maar ten dele teruggekeerd. Een deel van de momenteel aanwezige mosselbanken lijkt te worden overgenomen door droogvallende oesterbanken die een minder goed voedselgebied blijken te zijn.

Energieverbruik tijdens de trek

Het energieverbruik van een vliegende Steenloper zal ongeveer 12.2 W bedragen (de waarde is berekend op basis van Winter & Von Helversen, 1998). Dagelijks wordt dan 1054 kJ verbruikt, ofwel 33 g vet d⁻¹ (gerekend met 32 kJ g⁻¹ vet). Gezien het gewicht kan de vogel ongeveer 40-60 g vet opslaan, dus 1 à 2 dagen achtereenvolgende vliegen. In hoeverre die energie ook binnen die tijd allemaal geconverteerd kan worden uit de vetvoorraad is (ons) niet bekend.

Functionele respons

Buiten de broedtijd komen Steenlopers vrijwel altijd in groepen voor, van zijn 10-100 exemplaren bijeen (Cramp & Simmons 1983). Binnen deze groepen heerst er een sterke sociale structuur waarbij sommige dieren een dominante positie innemen en andere duidelijk sub-dominant zijn. Steenlopers bleken, evenals Kanoeten, bij hogere vogeldichtheden minder prooidieren te vinden. Bij Steenlopers daalde daardoor zowel het aantal gevonden prooien als ook de netto-opname (Vahl et al. 2005a). Het foerageersucces van sub-dominante exemplaren wordt sterk beïnvloed door de aan- of afwezigheid van dominante vogels, maar alleen wanneer er verschillende vogels dicht bij elkaar foerageren (Vahl 2005b).

Ecologische voedselbehoefte

De ecologische voedselbehoefte betreft een vertaling van wat de vogel fysiologisch nodig heeft (in termen van energie) naar wat in een gebied aanwezig moet zijn aan voedsel opdat de vogel die fysiologische behoefte kan dekken (Goss-Custard *et al.* 2004; Ens *et al.* 2004). Hierbij is de voedseldichtheid van belang (kleine gebieden met concentraties van voedsel zijn veel efficiënter te doorzoeken dan grote gebieden met een lage voedseldichtheid), de totaal aanwezige hoeveelheid voedsel, en de interactie tussen de vogels onderling en die met andere vogelsoorten. De Steenloper is selectief in de keuze van de foerageergebieden, met een duidelijke voorkeur voor dijkglooiingen, Zeesla- en Darmwiervelden en droogvallende mosselbanken. Voedselconcurrentie tussen soortgenoten is een opvallend kenmerk van de vaak luidruchtig met elkaar om voedsel en voedselplekken strijdende Steenlopers (Vahl *et al.* 2005a; Vahl *et al.*

2005b). Over de functionele respons op natuurlijke voedselbronnen is daarentegen nauwelijks iets bekend, omdat het vrijwel niet doenlijk is dat voedselaanbod goed te meten als gevolg van het zeer selectieve foeragegedrag van de Steenloper. Dat betekent dat het praktisch niet mogelijk is de ecologische voedselbehoefte van de Steenloper te schatten.

Gedrag

Op het open wad van de Waddenzee behoort de Steenloper tot de soorten die de kleinste verstoringafstanden ten opzichte van mensen kennen. Spaans et al. (1996) maten een gemiddelde opvliegafstand van ruim 42 m (range 12-135 m). Er zijn geen gegevens over de minimaal aan te houden afstanden ten opzichte van hoogwatervluchtplaatsen.

Kennisleemtes

Specifieke kennisleemtes bij deze soort zijn onduidelijkheden over de trekroutes, de populatiegrootte-ontwikkeling en de oorzaken daarvan (Reneerkens *et al.* 2005). De onduidelijkheden over de trekroutes worden voor een belangrijk deel veroorzaakt doordat de populaties uit Fennoscandiavië en noordwest Rusland uiterlijk en op basis van lichaamsmaten niet zijn te onderscheiden van de broedvogels uit Groenland en noordoost Canada. Trekroutes kunnen daardoor alleen worden vastgesteld door middel van terugmeldingen van gekleurde of geringde vogels of via het volgen van vogels die zijn voorzien van een zender. Tot op heden is onderzoek met zenders met relatief kleine vogels, van het formaat van een Steenloper, over grotere afstand niet mogelijk.

Het effect van het verdwijnen van droogvallende mosselbanken na 1985 in de Waddenzee kan allen worden onderzocht d.m.v. een gedetailleerde vergelijking van de aantalsontwikkeling tussen gebieden waar deze wel en niet zijn verdwenen of teruggekeerd. Hierbij zou ook de aantalsontwikkeling in Nedersachsen en Schleswig-Holstein en, zo mogelijk, ook de aantalsontwikkeling in verder noordelijk gelegen overwinteringsgebieden moeten worden betrokken.

De ecologische voedselbehoefte is niet bekend, maar is ook praktisch niet te schatten.

Meningsverschillen over voedsel生态学?

Er bestaan, voor zover ons bekend, geen nadrukkelijke verschillen van mening tussen onderzoekers over de voedsel生态学 van deze soort.

Literatuur

Ates, R. M. L. 1991. Predation on Cnidaria by vertebrates other than fishes. *Hydrobiologia* 216/217: 305-307.

Becuwe, M. 1973. Een ecologische interpretatie van het seizoenale talrijkheidspatroon van de Steenloper, *Arenaria interpres*, in België. *De Giervalk* 63: 281-290.

Berrevoets, C. M., R. C. W. Strucker & P. L. Meininger. 2002. Watervogels in de Zoute Delta 2000/2001. Rapport RIKZ-2002.002, Middelburg / Delta ProjectManagement, Culemborg: 86 p.

Bijlsma, R. G., F. Hustings & C. J. Camphuysen. 2001. Avifauna van Nederland, deel 2. Algemene en schaarse vogels van Nederland. GMB Uitgeverij / KNNV uitgeverij, Haarlem / Utrecht: 496 p.

Blew, J. & P. Südbeck (eds.). 2005. Migratory waterbirds in the Wadden Sea. Overview of numbers and trends of migratory waterbirds in the Wadden Sea 1980-2000. Wadden Sea Ecosystem No. 20. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhemshaven; Trilateral Monitoring and

Assesment Group; Joint Monitoring Group of Migratory Birds in the Wadden Sea, Wilhemshaven, Germany: 192 p.

Boere, G. C. & C. J. Smit. 1981. Turnstone (*Arenaria interpres* L.). In: C.J. Smit & W.J. Wolff (eds.), *Birds of the Wadden Sea* Balkema, Rotterdam: 212-219.

Burton, N. H. K. & P. R. Evans. 1997. Survival and winter site-fidelity of Turnstones *Arenaria interpres* and Purple Sandpipers *Calidris maritima* in northeast England. *Bird Study* 44: 35-44.

Campbell, B. 1966. Turnstone scavenging after Oystercatchers. *British Birds* 68: 151-152.

Cramp, S. & K.E.L. Simmons (eds.). 1983. *Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa, Vol. III, Waders to Gulls*. Oxford University Press, Oxford: 913 p.

Davidson, N. C. & R. I. G. Morrison. 1992. Time budgets of pre-breeding Knots on Ellesmere Island, Canada. *Wader Study Group Bulletin* 64, Supplementary volume: The migration of Knots.

Davidson, P. E. 1971. Some foods taken by waders in Morecambe Bay, Lancashire. *Bird Study* 18: 177-186.

del Hoyo, J., A. Elliot & J. Sargatal. 1996. *Handbook of the birds of the world, Vol. 3, Hoatzin to Auks*. Lynx Edicions, Barcelona: 821 p.

Delany, S. & D. Scott. 2002. *Waterbird Population Estimates - Third Edition*. Wetlands International Global Series No. 12, Wageningen.

Dott, H. E. M. 1997. Declines in turnstones and purple sandpipers wintering in south east Scotland. *Scottish Birds* 19: 101-104.

Doyon, D. & R. McNeil. 1978. Regime alimentaire de quelques oiseaux de rivage sur deux milieux lagunaires des Iles-de-la-Madeleine, dans le Golfe Saint-Laurent, Quebec. *La Terre et la Vie* 32: 343-385.

Ens, B. J., P. Duiven, C. J. Smit & T. M. van Spanje. 1990. Spring migration of Turnstones from the Banc d'Arguin in Mauritania. *Ardea* 78: 301-314.

Ens, B. J., Smaal, A. C., & de Vlas, J. (2004) The effects of shellfish fishery 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-rapport RKZ/2004.031*. Alterra, Wageningen.

Goss-Custard, J. D., Stillman, R. A., West, A. D., Caldow, R. W. G., Triplet, P., dit Durell, S. E. A. I. V. & McGrorty, S. (2004) When enough is not enough: shorebirds and shellfishing. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B-Biological Sciences*, **271**, 233-237.

Glutz von Blotzheim, U. N., K. M. Bauer & E. Bezzel. 1975. *Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 7. Charadriiformes (Vol. 1)*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden: 840 p.

Groves, S. 1978. Age-related differences in Ruddy Turnstone foraging and aggressive behavior. *Auk* 95: 95-103.

Hagemeijer, E. J. M., Smit C.J. (eds.), P. de Boer, A. J. van Dijk, N. Ravenscroft, M. W. J. van Roomen & M. Wright. 2004. Wader- and waterfowl count on the Banc d'Arguin, Mauritania, January-February 2000. WIWO report 81, Beek-Ubbergen: 146 p.

- Hagemeijer, W. J. M. & M. J. Blair. 1997. The EBCC Atlas of European breeding birds. Their distribution and abundance. Poyser, London: 903 p.
- Hoerschelmann, H. 1972. Strukturen der Schnabelkammer bei Schnepfenvögeln (Charadriidae und Scolopacidae). Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie 185: 105-121.
- Höfmann, H. & H. Hoerschelmann. 1969. Nahrungsuntersuchungen bei Limikolen durch Mageninhaltsanalysen. Corax 3: 7-22.
- Jones, R. E. 1975. Food of Turnstones in the Wash. British Birds 68: 339-341.
- Kersten, M. 1996. De najaarstrek van Steenlopers door de Waddenzee. Limosa 69: 141-142.
- Koskimies, P. 1992. Population sizes and recent trends of breeding birds in the Nordic countries. Bird Census News 5: 41-79.
- Meelis, E. 1964. De Steenloper, *Arenaria interpres* (L.). Aythya 3: 2-11.
— . 1964. Steenlopers. Amoeba 40: 7-9.
- Meininger, P. L., C. M. Berrevoets & R. C. W. Strucker. 1994. Watervogeltellingen in het zuidelijk Deltagebied 1987-91. Rapport RIKZ-94.005, Middelburg / NIOO-CEMO, Yerseke: 381 p.
- Meltofte, H., T. T. Höye, N. M. Schmidt & M. C. Forchhammer. 2007. Differences in food abundance cause inter-annual variation in the breeding phenology of high-arctic waders. Polar Biology 30: 601-606.
- Millat G. 2005. Gesamtbestandserfassung der eulitoralen Miesmuschelbänke. Kartierung 2005. Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer, Wilhelmshaven
- Morrison, R. I. G. 1975. Migration and morphometrics of European Knot and Turnstone on Ellesmere Island, Canada. Bird Banding 46: 290-301.
- Nolet, B. 1983. Consumptie door steltlopers op het wad, I en II. Aythya 22: 4-16.
- Prater, A. J. 1972. Food of Turnstones in Morecambe Bay. Bird Study 19: 51-52.
- Prys-Jones, R. P., C. J. Corse & R. W. Summers. 1992. The role of the Orkney Islands as a staging post for Turnstones *Arenaria interpres*. Ringing and Migration 13: 83-89.
- Rehfishch, M. M., G. E. Austin, S. N. Freeman, M. J. S. Armitage & N. H. K. Burton. 2004. The possible impact of climate change on the future distributions and numbers of waders on Britain's non-estuarine coast. Ibis 146: 70-81.
- Rehfishch, M. M., H. Insley & B. Swann. 2003. Fidelity of overwintering shorebirds to roosts on the Moray Basin, Scotland: Implications for predicting impacts of habitat loss. Ardea 91:53-70.
- Reneerkens, J., T. Piersma & B. Spaans. 2005. De Waddenzee als kruispunt van vogeltrekwegen. Literatuurstudie naar de kansen en bedreigingen van wadvogels in internationaal perspectief. NIOZ-report 2005-4, Texel: 125 p.
- Ruiters, P. S. 1992. Relaties tussen verspreiding en dieetkeuzes van steltlopers en het voorkomen van macrozoobenthos in de Westerschelde. Rapporten en Verslagen NIOO 1992-04, Yerseke: 49 p.

Smit C.J. 2007. Wad- en watervogeltellingen op Texel, 1980-2006: de Steenloper. De Skor 26 (3):87-94

SOVON & CBS. 2005. Trends van vogels in het Nederlandse Natura2000 netwerk. SOVON-informatierapport 2005/09. SOVON Vogelonderzoek, Beek-Ubbergen / Centraal Bureau voor de Statistiek: 320 p.

Spaans, B., L. Bruinzeel & C. J. Smit. 1996. Effecten van verstoring door mensen op wadvogels in de Waddenzee en de Oosterschelde. IBN rapport 202, Wageningen: 134 p. .

Steketee, J. 1976. Verslag Steenloperonderzoek. Vlieboek 3, Vogelwerkgroep ACJN: 18-23.
Vahl, W. K., J. van der Meer, F. J. Weissing, D. van Dulleman & T. Piersma. 2005a. The mechanisms of interference competition: two experiments on foraging waders. Behavioral Ecology 16: 845-855.

Vahl, W. K., T. Lok, J. van der Meer, T. Piersma & F. J. Weissing. 2005b. Spatial clumping of food and social dominance affect interference competition among ruddy turnstones. Behavioral Ecology 16: 834-844.

Valk, B. 1977. Steenlopers op mosselschepen. Het Vogeljaar 25: 70-71.

van Brederode, N. & H. Roersma. 2002. Doortrek van Steenlopers aan de Hondbossche Zeewering. De Kleine Alk 20: 12-14.

van Roomen, M., E. van Winden, K. Koffijberg, B. Ens, F. Hustings, R. Kleefstra, J. Schoppers et al. 2006. Watervogels in Nederland in 2004/2005. RIZA-rapport BM06.14, SOVON-monitoringrapport 2006/02. SOVON Vogelonderzoek, Beek-Ubbergen, 191 p.

van Roomen, M., van Winden, E., Koffijberg, K., Ens, B. J., Hustings, F., Kleefstra, R., Schoppers, J., & van Turnhout, C. (2006) Watervogels in Nederland in 2004/2005. *SOVON-monitoringrapport 2006/02, RIZA-rapport BM06.14*. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Wahl, J., J. Blew, S. Garthe, K. Günther, J. H. Mooij & C. Sudfeldt. 2005. Überwinternde Wasser- und Watvögel in Deutschland: Bestandsgrößen und Trends ausgewählter Vogelarten für den Zeitraum 1990-2000. Berichte zum Vogelschutz 40: 91-103.

Whitfield, D. P. 1990. Individual feeding specializations of wintering turnstone *Arenaria interpres*. Journal of Animal Ecology 59:193-212.

Winter, Y. & v. Helversen, O. (1998): The energy cost of flight: do small bats fly more cheaply than birds? J. Comp. Physiol. B 168: 105-111.

Zwarts, L. 1970. Wadvogelinventarisaties op een fourageergebied. Schierboek 4: 102-112.

Zwarts L. 1991. The macrobenthos fraction accessible to waders may represent marginal prey. Oecologia 87:581-587

Kanoet *Calidris canutus*

Algemene kenmerken

Verspreiding van de soort

De kanoet is een steltloper van de toendra's in hoogarctische broedgebieden in Centraal- en Oost-Azië, Alaska, Canada en Groenland. Buiten de broedtijd zijn in Nederland 2 populaties aanwezig waarvan er één alleen doortrekt en overwintert in West-Afrika (*Calidris canutus*, een broedvogel van Centraal-Siberië) terwijl de andere van de nazomer tot in mei aanwezig is (*Calidris canutus islandica*, broedvogel in noord Canada en Groenland). Kanoeten komen hier alleen voor in kustgebieden, bij voorkeur in grote open wadgebieden en vaak in grote concentraties.

Grootte, gewicht, variatie in gewicht gedurende seizoenen

Lengte 25 cm. ♂ zijn in het algemeen iets kleiner dan ♀. Gewicht 112-220 g, maximale waarden worden in mei bereikt (vlak voor trek naar noorden). Voor de Canadees-Groenlandse kanoeten variëren de gewichten van 125 tot 210 g. Het gewicht is laag in het najaar, en bereikt een eerste maximum vlak voor de winter (ongeveer 160 g). Na de winter is het gewicht weer tot ongeveer 125 g gedaald. De trektijd is in mei, wanneer de vogels grote afstanden afleggen; de vogels vetten in korte tijd op tot ongeveer 210 g. De gewichtstoename kan tot bijna 4 g per dag bedragen (Tabel 13 en Tabel 14). Bij aankomst in IJsland is het gewicht weer tot ongeveer 135 g gedaald, waarna ze eerst weer moeten opvetten omdat nog een grote afstand moet worden afgelegd. In ongeveer 15 dagen wordt weer een gewicht van 210 g bereikt, waarna de rest van de tocht wordt afgelegd.

Tabel 13 Gewichtstoename in doortrekgebieden in gram per dag in het voorjaar voor *islandica* kanoeten. Tabel uit (Ens *et al.*, 2006).

Gebied	Toename (g/d)	SD _{toename}	M _{aankomst} (g)	M _{vertrek} (g)	Aantal dagen	Bron
1 Frankrijk						Geen data
2 NL, Waddenzee						Geen data
3 UK, Wash, Morecambe Bay	2.0	1.0	135	185-195	30	(Davidson & Wilson 1992)
3 UK, Wash	1.7	-	-	187	30	(Piersma <i>et al.</i> 2004)
4 D, Schleswig-Holstein	2.9	-	142	185-195	30?	(Prokosch 1988; Davidson & Wilson 1992)
4 D, Schleswig-Holstein	2.8	-	-	191	20	(Piersma <i>et al.</i> 2004) van (Prokosch 1988; Brinkman & Smaal 2004)
5 W IJsland	3.1	0.3	135-145	210	21	(Davidson & Wilson 1992; Alerstam <i>et al.</i> 1992; Gudmundsson <i>et al.</i> 1991)
5 W IJsland	2.9	-	-	211	28	(Piersma <i>et al.</i> 2004; Piersma <i>et al.</i> 1999; Gudmundsson <i>et al.</i> 1991)
6 N Noorwegen	3.8	1.4	135-145	205-210	23	(Davidson & Wilson 1992)
6 N Noorwegen	2.7	-	-	190	21	(Piersma <i>et al.</i> 2004) van (Davidson & Evans 1986)
8 NE Canada	-2.2	1.2	143-150			(Davidson & Wilson 1992)

Tabel 14 Gewichtstoename in doortrekgebieden in gram per dag in het voorjaar voor *canutus* kanoeten. Tabel uit (Ens *et al.*, 2006).

Site	Toename (g/d)	SD _{toename}	M _{aankomst} (g)	M _{vertrek} (g)	Aantal dagen	Bron
1 Zuid-Afrika	1.7					(Piersma <i>et al.</i> 1992) van (Summers & Waltner 1979)
1 Zuid-Afrika	1.5	-	-	191	40	(Piersma <i>et al.</i> 2004) van (Summers & Waltner 1979)
2 Mauritanie	0.7	-	-	168	60	(Ens <i>et al.</i> 1989; Piersma <i>et al.</i> 2004)
3 Guinea Bissau	0.9	-	-	157	70	(Piersma <i>et al.</i> 2004)
4 W France	?					Geen data
5 Waddenzee	2.5 (3.6)					(Prokosch 1988)
5 Waddenzee	3.0	-	-	210	28	(Piersma <i>et al.</i> 2004) van (Prokosch 1988)
8 Taimyr	-	-	130			(Schekkerman <i>et al.</i> 2004)

Broedsel en kuikens

Legsels bevatten in het algemeen 4 eieren (van 20 g). De broedtijd bedraagt ca 22 dagen en de kuikens doen er ongeveer 18 dagen over om vliegvlug te worden (Schekkerman *et al.*, 2003). De kans op een succesvol broedsel wordt bepaald door de predatiekans op de toendra, die weer in grote mate afhangt van de lemmingsituatie. Lemmingen zijn het favoriete voedsel van predatoren, maar de lemmingstand varieert in een driejarige cyclus. In jaren met weinig lemmingen hebben steltlopers meer last van predatie en worden er minder jongen vliegvlug (Underhill *et al.*, 1993). Verder wordt de groei en het broedsucces beïnvloed door temperatuur en voedselbeschikbaarheid (Schekkerman *et al.*, 2003).

Maximale leeftijd

De maximaal bekende leeftijd van kanoeten is 17 jaar, 10-12 jaar kan normaliter zeker bereikt worden (Glutz von Blotzheim *et al.*, 1975).

Ondersoorten

Inmiddels worden er zes verschillende ondersoorten onderscheiden: *C. C. canutus*, *C. C. islandica*, *C. c. rogersi*, *C. c. rufa*, *C. c. roselaari* en *C. c. piersmai*, waarvan de laatste pas recentelijk (Tomkovich, 2001). Van deze ondersoorten komen alleen *C. c. canutus* en *C. C. islandica* in de Waddenzee voor.

Belangrijke gebieden

Broedgebieden

C. c. islandica in NO Canada en Noord-Groenland benoorden de 75° breedtegraad. Op IJsland is de soort slechts doortrekker. Voor *C. c. canutus* is het broedgebied in Noord-Siberië beperkt van Noord-Taimyr, oostwaarts tot Kaap Tscheljuskin en op de Noord-Siberische eilanden.

Overwinteringsgebieden

De Siberische broedpopulatie overwintert vooral aan de kusten van West-Afrika, maar komt zuidelijk tot aan Zuid-Afrika voor. De NO-Canadese/Groenlandse populatie overwintert in de NW-Europese waddengebieden.

Overwinteringshabitats

De meeste kanoeten zijn te vinden in estuaria, getijdengebieden en riviermondingen. Hierbij wordt zowel zand- als slikwad gebruikt, maar gemengd wad heeft de voorkeur. Voornamelijk gebonden aan zoutwatermilieus en getijdengebieden, in ons land beperkt tot Waddenzee en Zoute Delta. Het voedselbiotoop bestaat uit vrij zandige maar ook meer slikkige getijdenplaten. Om te overtijen geven ze de voorkeur aan kale zandplaten die bij hoog water droog blijven, en niet zozeer aan begroeide kwelderranden. Kanoetstrandlopers overtijen meestal maar in enkele grote concentraties op specifieke locaties (meest onbewoonde zandplaten). Op sommige plaatsen (Griend, Richel, Vliehors, Balgzand) concentreren kanoeten zich in groepen van tienduizenden vogels (Bijlsma et al. 2001, Smit & Piersma 1989).

In het binnenland worden ze soms gezien bij plassen en inlagen, maar niet in grote aantallen.

Trekroutes in NW-Europa

De broedvogels van Noordoost Canada en Groenland trekken óf via de oostkust van Groenland over IJsland en via de Shetlands of Zuidwest Noorwegen, óf via de Zuidpunt van Groenland rechtstreeks over de Atlantische Oceaan naar hun winterkwartier (Glutz von Blotzheim et al, 1975; Piersma & Davidson, 1993, Davidson & Wilson 1992). Dit winterkwartier bevindt zich op de Britse eilanden en langs de Noordzeekust zuidwaarts tot en met Frankrijk. De voorjaarstrek vindt rechtstreeks plaats van de Britse eilanden naar IJsland en Groenland. Tijdens de voorjaarstrek trekken er beduidend minder vogels door het gebied van ZW Noorwegen tot aan de Shetlands dan tijdens de najaarstrek.

De Siberische vogels trekken in de nazomer en vroege herfst langs de kusten, en eind september hebben deze vogels West-Europa en waarschijnlijk ook Zuidwest Europa goeddeels weer verlaten. De adulten verblijven eind juli-augustus in de Waddenzee, de juvenielen eind-augustus-september (Piersma et al, 1992). Hun winterkwartier ligt in West-Afrika, en deels nog veel zuidelijker tot Zuid-Afrika. Volgens Piersma et al (1992) vliegt een belangrijk deel van de vogels in het voorjaar direct van Mauretanië naar het Waddengebied, en slechts een minderheid tankt onderweg bij (Portugal, Frankrijk, Delta).

Wat zijn de hot-spots langs de Europese flyway

In West-Afrika zijn de Banc d'Arguin en de Achipélago dos Bijagos in Guinea-Bissau veruit de belangrijkste locaties (*C.c.canutus*). In zuidelijk Afrika zijn de kustgebieden zoals Langebaan Lagoon belangrijke overwinteringsgebieden. Als tussenstation zijn alle continentale getijdengebieden van belang. In West-Europa zijn de Nederlandse en Duitse (en deels Deense) Waddenzee belangrijk en alle estuaria van de Britse Eilanden met als zwaartepunten de Wash, de Humber en gebieden langs de Ierse Zee, en Frankrijk (Baie de Somme, Baie de St. Brieuc, Zuid-Bretagne, Baie de l'Aguillon, Charente-Maritime en Gironde).

Treksnelheid

(Kvist *et al.*, 2001) hebben de vliegsnelheid gemeten van kanoeten in een windtunnel en berekenden dat een kanoet die met 210 g vertrekt, en aankomt met 110 g een afstand van 3420 km kan afleggen. De treksnelheid van kanoeten is geschat op 60 kmh⁻¹. (Piersma & van de Sant, 1992), hetgeen betekent dat ze per dag 1440 km af kunnen leggen.

Gemiddelde verblijftijd in WZ

De Noord-Siberische vogels verblijven relatief kort in de (voornamelijk Duitse) Waddenzee. Ze moeten wel hun vetvoorraad op peil brengen om de tocht naar West-Afrika te kunnen volbrengen. Dit kost de vogels tot zeker een maand (zie verderop bij voedselbehoefte). Ditzelfde proces speelt in het voorjaar weer, wanneer de vetreserves voor de overtocht naar IJsland op orde moeten worden gebracht.

De NO-Canadese en Groenlandse vogels overwinteren en blijven dus enkele maanden in de Waddenzee.

De vogels hebben ook tijd nodig voor de rui. De rui van een deel van de kleine lichaamsveren vindt tijdens de broedtijd plaats, vanaf midden juli tot eind augustus. De rui van de vleugelveren vindt plaats óf in het overwinteringsgebied (de Groenlandse vogels), of zoals voor de Siberische populatie (*canutus*) onderweg in het Nederlands-Duitse Waddengebied (Glutz von Blotzheim et al, 1975). Voor de duur van de rui wordt dan de trek onderbroken. Een derde rui (ook van kleine lichaamsveren) vindt plaats gedurende de lange rustperiode vóór de terugkeer naar het broedgebied.

Plaatstrouw aan HVP plus omgeving of opportunistische verspreiding over groot potentieel voedselgebied?

Vergeleken met andere steltlopersoorten zijn kanoeten in zoals gemeten in de Moray Basin in Schotland het minste trouw aan bepaalde hoogwatervluchtplaatsen (Rehfish, Insley & Swann, 2003). Individuele kanoeten kunnen binnen het seizoen meerdere malen wisselen tussen oostelijke en westelijke NL Waddenzee (mond med. B. Spaans). Waarschijnlijk hangt de keus voor de rustplaats af van een combinatie van de voedselverspreiding, predatierisico en verstoring. In de Waddenzee zijn er niet zoveel alternatieven voorhanden, omdat de voorkeur uitgaat naar kale geïsoleerde, droogvallende platen. Uit onderzoek aan gezenderde kanoeten bleek dat kanoeten vaak naar dezelfde voedselgebieden gaan. Zo bleken kanoeten die op Richel overtijen in de buurt van Richel te foerageren en Grienkanoeten bij Griend te foerageren (van Gils, 2004)¹. Waarschijnlijk spelen bij dit patroon tijds- en energiebesparing een belangrijke rol. Sommigen van de gezenderde kanoeten bleken wel foerageerdagen te maken van 16 uur per dag. Gezien het feit dat het maar 12 uur per dag laagwater is, lijkt dit niet mogelijk, maar ze konden dit toch realiseren door gebruik te maken van getijverschillen tussen oost en west.

Aantallen

Wereldpopulatie

Wetlands International (2006) geeft een schatting van 1.1-1.2 miljoen vogels. .

Eurazische populatie

In Europa broedt de soort niet, op een paar broedgevallen in Noorwegen na. De *canutus*-populatie in Siberië wordt op 516000 exemplaren geschat (Rose & Scott, 1997; Wetlands International 2002; uit Reneerkens et al, 2005), maar de tellingen van de laatste jaren duiden op aanzienlijk lagere aantallen. Reneerkens geeft 230000 exx. als schatting van het huidige aantal. Wel noemt hij dat de tellingen moeilijk uit te voeren zijn, en daarom grote onzekerheden bevatten; maar dat geldt evenzeer voor de schattingen van Rose & Scott uit 1997. Blew et al (2005) geven 340000 exx aan als schatting van de *canutus*-populatie. Wetlands International (2006) schatten 400.000 en Stroud *et al* (2004) 340.000 *canutus* voor de jaren '90.

¹ Toevoeging van BJ Ens: (Leyrer *et al.* 2006) schrijft " Using automated and manual radio-telemetry and resightings of individual colour-ringed birds, we assessed the daily use of space of red knots *Calidris canutus canutus* at a tropical wintering area along the Sahara coast, the Banc d'Arguin in Mauritania. Confirming earlier suggestions, we found that birds were very faithful to their roosts and that the daily foraging range was small; in the course of several winter months birds used an area of only 2-16 km² of intertidal area. We found no differences between their movements in daylight and at night. Additionally, individuals seem to return to exactly the same locations in subsequent winters. This pattern is very different from red knots wintering in the temperate Wadden Sea. Here, they readily change roost sites and easily cover areas of about 800 km² in the course of weeks but, just as in Mauritania, no differences between day and night are apparent. In northern Patagonia and north-western Australia, red knots have range sizes closer to those on the Banc d'Arguin, but here they do show differences in space use between day and night. Ecological explanations for these contrasting patterns require further comparative data based on in-depth studies on the predictability of the food base and the presence of diurnal and nocturnal predators"

De *islandica*-populatie, geschat uit wintertellingen, was begin jaren '90 ongeveer 330000 exemplaren groot. Maar de aantallen in de Ned Waddenzee zijn sindsdien sterk teruggelopen, van 80-100.000 overwintersaars in 1999 tot ongeveer 20.000 in 2002. Blew et al (2005) geven 450000 exx aan, Wetlands International (2006) 450.000 *islandica* en Stroud et al (2004) 450.000 *islandica* voor de jaren negentig. Daarnaast geeft Wetlands International (2006) 220.000 *rogersi* + *piersmai*, 35.000-50.000 *roselaari*, 20.000-30.000 *rufa* als schatting.

Volgen de BTO en www.birdlife.org, neemt de populatie kanoeten de laatste jaren af. Zij noemen de afname 'moderate', al is die classificatie niet gebaseerd op de nieuwste data. Reneerkens (2005) volgend zou de achteruitgang sterker negatief moeten worden beoordeeld.

Aantallen langs de West-Paelearctische flyway

Tabel 15 Aantal overwintersaars Kanoet in Europa (www.birdlife.org, jaren 1990-2003) .

Land	Aantal overwintersaars
Belgie	20
Denemarken	20000-25000
Frankrijk	28000-38000
Duitsland	2000-35000
Ierland	17000-27000
Italie	0-100
Nederland	110000
Spanje	50-250
UK	295000
Totaal	>470000
Waarvan in belangrijke vogelgebieden	>90 %
Algehele trend	Matige achteruitgang
Deel van de wereldpopulatie:	25-49 %

Volgens Blew et al (2005) gebruikt ongeveer 75% van de Canadese + Groenlandse plus Fennoscandinavische + Russische populatie de (internationale) Waddenzee gedurende enig moment tijdens de trekperiode. Blew et al (2005) geven aan dat het maximale aantal kanoeten in de internationale Waddenzee ongeveer 433000 bedroeg in de jaren 1980-1991, en 339000 in de jaren 1992-2000. In Duitsland verblijven in de midwinterperiode tussen de 2000-35000 exemplaren (periode 1995-2000 (Wahl et al. 2003)). Het minimumaantal werd in 1997 geteld (koude winter) en het maximum in 1995.

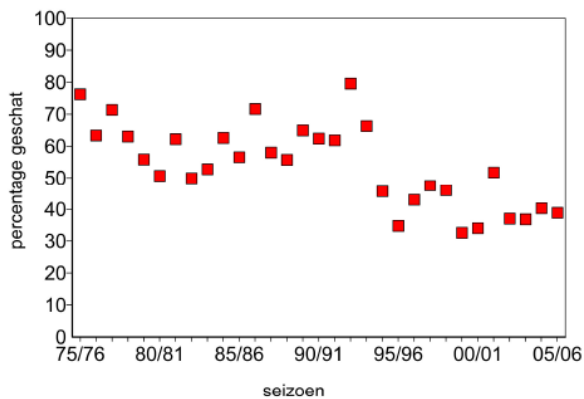
Aantallen in Nederland

Seizoensdynamiek

De kanoet is in Nederland alleen aanwezig als doortrekker en wintergast. Piekaantallen worden geteld van oktober tot en met december. De twee ondersoorten worden in de tellingen meest niet onderscheiden. De totale grootte van de Groenlandse populatie (*islandica*) omvat 450.000 exemplaren, die van de *canutus* populatie 340.000 (Delany & Scott 2002). In Nederland overwinteren gemiddeld 123.000 kanoeten, de meeste in de westelijke Waddenzee en in de Oosterschelde. Dit betekent dat van de ondersoort *islandica* regelmatig 27 % van de populatie in Nederland aanwezig is. De aantallen in juli/augustus, wanneer beide populaties in Nederland aanwezig zijn, waren in augustus 2000 op 106.000, waarvan 97% in de Waddenzee. Omdat het om een gemengde populatie gaat (beide ondersoorten zijn dan aanwezig) is niet aan te geven welk percentage van de internationale flyway populatie dan in Nederland aanwezig is. Nederlandse wetlands worden gebruikt als ruigebied.

Trend

Kanoeten zijn vogels van grote, zeer open wadvlakten, die zich bij hoogwater het liefst massaal, in een of enkele zeer grote groepen op afgelegen plaatsen verzamelen (Peters & Otis, 2007). Vrijwel alle kanoeten van de westelijke Waddenzee kunnen zich bij hoogwater terugtrekken op één hoogwatervluchtplaats, vaak op een voor wadvogeltellers moeilijk te bereiken plaats, zoals Griend, de Vliehors, Richel of de Hengst. Dat maakt dat enerzijds een integrale waddentelling goed uit te voeren is, maar anderzijds mag zo'n belangrijke hvp niet gemist worden omdat dan een groot deel (tot bijna alle) van de in de Waddenzee aanwezige vogels niet geteld wordt. Daarbij komt dat sommige afgelegen hoge wadplaten pas relatief recent als potentiële hoogwatervluchtplaats voor grote aantallen kanoeten werden ontdekt, toen bij het onderzoek van Piersma *cs* deze soort steeds meer in de belangstelling kwam te staan. De Vliehors, Richel en de Hengst werden in het verleden vrijwel niet geteld. Bij de wadvogeltellingen wordt achteraf via een imputingroutine de aantallen vogels in niet-getelde telgebieden geschat op basis van wél beschikbare tellingen op andere momenten en jaren. In Figuur 28 is aangegeven wélk percentage van het totale aantal Kanoeten geteld en welk geschat is.



Figuur 28 Het percentage Kanoeten dat in de loop van de jaren geschat is via een imputingroutine, in plaats van direct geteld

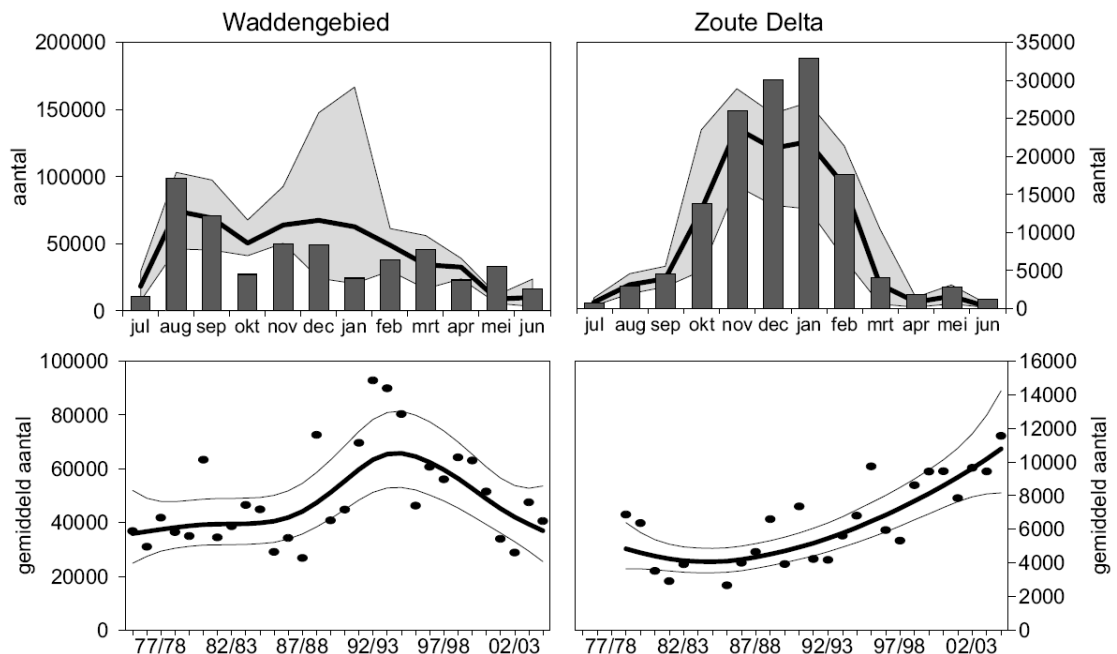
Doordat de verplaatsingen van grote aantallen kanoeten door het werk van Piersma *cs* steeds beter begrepen werd, onder meer door het gebruik van kleine zenders op een aantal vogels, en doordat dit onderzoek zich sinds circa 1990 geleidelijk uitbreidde van Griend naar steeds meer omliggend wad, werd de functie van de Vliehors, Richel en de Hengst steeds duidelijker en werd steeds meer moeite gedaan om ook deze plaatsen bij integrale tellingen goed geteld te krijgen. Volgens Leopold *et al* (2004) moet dit haast wel geleid hebben tot een steeds toenemend aantal *getelde* kanoeten in de Nederlandse Waddenzee, in de begin-jaren 90, en een structurele onderschatting van de aantallen in de jaren 70 en 80, waardoor een eventuele toename van de geschatte aantallen in de Nederlandse Waddenzee met de nodige reserve moeten worden bekeken¹. De afname van de aantallen kanoeten in recente jaren, is daarentegen wel reëel,

¹ Van Roomen, M (SOVON, pers comm.) tekent hierbij het volgende aan:

- of de aantalstoename in de 70er en 80er jaren dan wel of niet reëel is hangt niet alleen af van de toename in getelde aantallen maar ook of de uitgevoerde bijschatting voor niet getelde gebieden enigszins betrouwbaar is. Dat zal voor een soort die dan in grote aantallen op de een en dan op de andere HVP aanwezig is niet meevallen. (...) [Te concluderen dat] het aandeel geteld zal zijn toegenomen en dat dat dan wel de toename zal veroorzaken [lijkt niet juist]. Ik denk niet dat dat een logische redenering is in relatie tot de methodologie van de bijschatting. Hoe je het went of keert ga ik er toch vanuit dat door de bijschatting dit effect in ieder geval sterk zal zijn afgezwakt. Je zou eens veel preciezer naar het aantalsverloop en de imputing per hoofdgebied moeten kijken om een beter oordeel te kunnen vellen over de kwaliteit van de bijschatting.

- wij [Van Roomen *et al*, 2005], hebben (...) de aannemelijkheid van ook de toename in de 70er en 80er jaren verdedigd onder verwijzing naar het aantalsverloop in de UK (verhaal van Piersma en Boyd in *Ardea* [Boyd & Piersma, 2001]) waar een vergelijkbare toename plaats vindt.

omdat tegenwoordig alle moeite wordt gedaan om de kanoeten in de Nederlandse Waddenzee te vinden, zowel bij SOVON-tellingen als ten behoeve van het onderzoek aan kanoeten. Om deze reden wordt aan gevonden trends bij de analyses in de laatste jaren meer gewicht toegekend, dan aan trends in de cijfers van vóór circa 1995¹.



Figuur 29 Trend van de kanoet in de Waddenzee (links) en in de Zoute Delta (rechts) in resp. de periodes 1975-2001 en 1978-2001. Deze trendlijn maakt geen onderscheid tussen de 2 in Nederland aanwezige populaties (van Roomen *et al.* 2006).

De aantallen in de Waddenzee vertonen een sterk fluctuerend verloop (Figuur 29). Van 1975 t/m 1993 was sprake van een geleidelijke toename, daarna vertonen de aantallen een sterk dalende lijn. Dit geldt met name voor de Westelijke Waddenzee. In de Delta is sinds 1988 sprake van een toename (van Roomen *et al.*, 2006). De afname in de Westelijke Waddenzee vanaf midden jaren negentig loopt synchroon met de afname in voedselbeschikbaarheid. In de oostelijke Waddenzee nemen de aantallen toe, wat klopt met de veel gunstiger ontwikkeling in het voedselaanbod in dat gebied (van Roomen *et al.* 2006). Vanwege de menging van de 2 populaties in de herfst kunnen geen uitspraken worden gedaan over de aantalsontwikkelingen van de in Nederland doortrekkende *canutus* populatie. In het voorjaar is deze laatste populatie slechts in vrij klein aantal in Nederland aanwezig.

De twee flyway- (internationale) populaties vertonen een afnemende trend (Delany & Scott 2002).

(..) Op basis van de huidige informatie is de toename voor 1990 wel minder goed te verdedigen, de crux is dan de kwaliteit van de uitgevoerde imputing in die periode. Ik denk dat je daar wel meer over kunt uitzoeken maar daar zouden we dan echt een keer diep in moeten duiken.

¹ Van Winden, E. (SOVON, pers comm.) voegt hier nog aan toe:

Voor het ontbreken van de niet getelde gebieden wordt dus gecorrigeerd. Wat er wel toe doet is:

1. mate van bijschatting. In bijgevoegde figuur is het percentage bijschatting uitgezet. Vanaf 94/95 zal de trend betrouwbaarder zijn, maar niet perse beter.
2. is de bijschatting representatief voor die periode. Als er in het verleden weinig tellingen van de afgelegen platen zijn, zal het imputmodel hiervoor minder goed corrigeren.

Voedsel en energieverbruik

Voedselkeuze

Kanoeten staan bekend als echte tweekleppigen-eters. Ze zijn vooral afhankelijk van kleine schelpdieren; het nonnetje *Macoma baltica* is de meest geprefereerde prooi. Bij afwezigheid van nonnetjes worden ook kokkels *Cerastoderma edule*, mosselen *Mytilus edulis* en andere kleine schelpdieren of krabbetjes gegeten (Zwarts & Blomert 1992; Zwarts et al. 1992; Dekinga & Piersma 1993; Piersma et al. 1994). Wadslakjes en andere kleine, harde prooien als plantenzaden, vormen soms alternatieve prooien (Ehlert 1964; Knief 1977; Doyon & McNeil 1978; Evans et al. 1979; Dekinga & Piersma 1993; Piersma et al. 1994; Moreira 1994, 1997). Wormen ontbreken vrijwel geheel als prooi voor deze soort, wat de kanoet uniek maakt onder de hier onderzochte soorten wadvogels. Alleen Zwart & Blomert (1992) vonden enkele *Nereis* kaken in kanoet faeces voor de Friese kust, en zagen kanoeten deze wormen ook eten, terwijl Evans et al. 1979 (Tee-estuarium) zelfs in 45% van de door hen uitgezochte kanoet braakballen *Nereis* kaken vonden. Kreeftachtigen ontbreken vrijwel in het dieet; deze worden slechts in geringe mate, maar wel in meerdere studies gevonden.

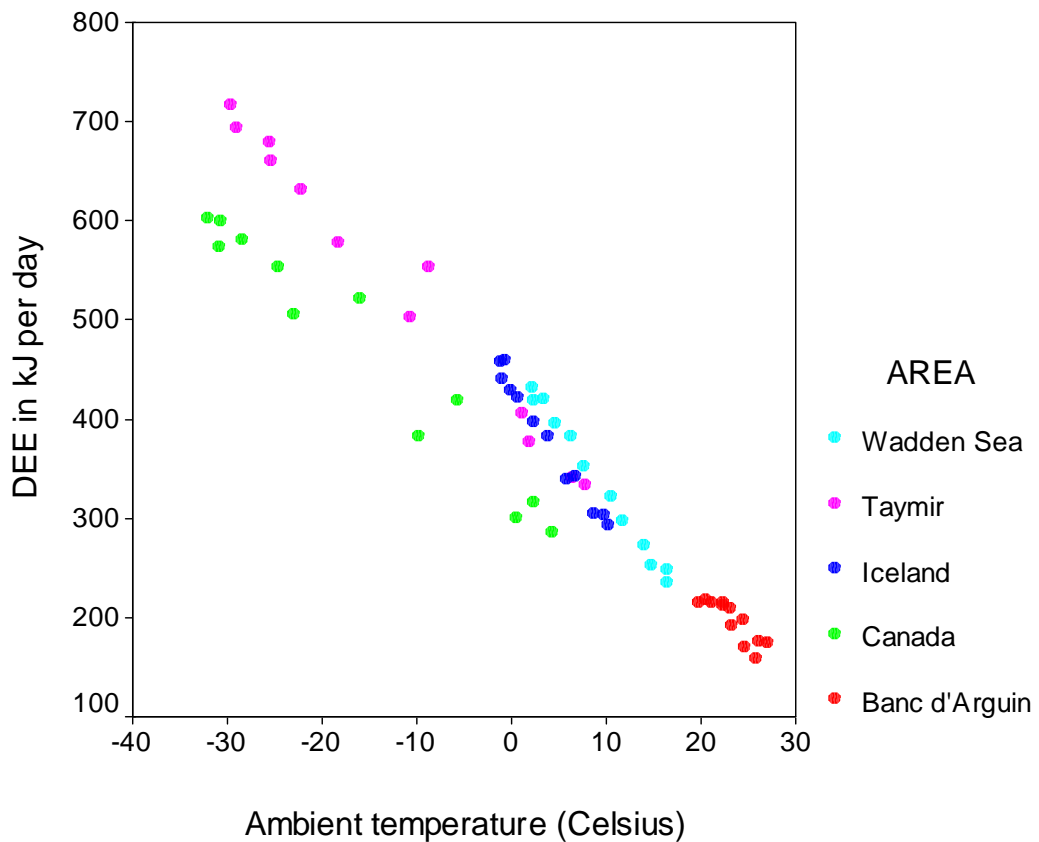
Ze slikken de prooien in zijn geheel door en kraken de schelpen in de gespierde maag. Omdat ze de prooien met hun snavel uit het sediment halen zijn alleen prooien die zich in de bovenste 4 cm bevinden bereikbaar. Doordat ze de prooien in zijn geheel doorslikken zit er ook een maximum aan de schelpgrootte die ze op kunnen eten. Zo kunnen ze kokkels tot 17 mm, nonnetjes tot 18 mm en mosselen tot 20 mm aan. Te kleine prooien zijn weer niet rendabel omdat dan de energie die het kost om ze te zoeken en inslikken niet opweegt tegen de energie die het oplevert. Voor kanoeten is dus maar een klein deel van de aanwezige schelpdieren geschikt als prooi.

Kanoeten vinden hun prooien door middel van een bijzonder teledetectiesysteem, waardoor ze met hun gevoelige navelpunt harde objecten in zachte substraten kunnen opsporen. Een beperking van dit systeem is dat ze in sedimenten waarin veel andere objecten zoals steentjes of zandkorrels van verschillende grootte voorkomen, veel moeilijker prooien op kunnen sporen.

Doordat kanoeten de prooi met schelp en al inslikken kan hun maag snel vol raken. Door deze 'digestive bottleneck' moeten ze noodgedwongen pauzes inlassen om het voedsel te verteren (Van Gils *et al.*, 2005b; Van Gils *et al.*, 2005c). De snelheid waarmee hun maag vol raakt met onverteerbaar materiaal en ook de verteringssnelheid hangt samen met de kwaliteit van de prooi en verklaart waarschijnlijk verschillen in dieet (Van Gils *et al.*, 2005b)

Voedselbehoefte en energieverbruik

Het metabolisme van een kanoet is afhankelijk van de omgevingstemperatuur (Wiersma & Piersma, 1994) en varieert wanneer ze in Nederland zijn tussen ongeveer 250 kJ d⁻¹ (in zomer en nazomer) en 500 kJ d⁻¹ ('s winters, Figuur 30). Voor een neutrale energiebalans (geen massaverandering) is een voedselopname van ongeveer 11-25 g asvrij droogmassa (AFDW) per dag nodig. Op basis van deze energiebehoefte is uit te rekenen hoeveel van de verschillende prooidiersoorten een kanoet per dag moet eten. Nonnetjes is een hoofdbestanddeel van het Kanoetenvoedsel; zij nemen vooral middelgrote exemplaren (Piersma et al, 1993). Een 20 mm groot nonnetje bevat ongeveer 0.13 g AFDW; een kanoet moet daarvan 80-200 exx per dag verorberen; van 10 mm grote nonnetjes zijn ongeveer 15* zoveel exemplaren nodig.



Figuur 30 Voorspelde dagelijkse energieuitgave (kJ per dag) van kanoeten als functie van de gemiddelde omgevingstemperatuur voor elke maand voor vijf locaties. Gebaseerd op data van (Wiersma & Piersma 1994) and (Piersma 2002). Figuur uit (Ens *et al.*, 2006)

Energieverbruik tijdens de trek

Door (Weber *et al.* 1998) is een computer model ontwikkeld, dat de optimale gedragstrategie beschrijft voor de voorjaarstrek van vogelsoorten die afhankelijk zijn van een relatief beperkt aantal "tussenstations". Door (Ens *et al.* 2006b) is dit model, DYNAMIG geheten, geparameteriseerd voor de twee ondersoorten van de kanoet die gebruik maken van de Waddenzee.

Bij het overzicht van de variatie in gewichten is al aangegeven dat kanoeten snel in gewicht kunnen toenemen (tot 4 g d^{-1}) (Tabel 13 en Tabel 14).

De afstand Waddenzee-Banc 'Arguin bedraagt ongeveer 4500 km; bij een vliegsnelheid van 60 km h^{-1} af te leggen in 75 vlieguren. Het benodigde vliegvermogen ligt, bij ongeveer $60\text{-}120 \text{ W kg}^{-1}$ (Tobalske *et al.*, 2003), tussen de $10\text{-}20 \text{ W}$ bij een gemiddeld lichaamsgewicht van 165 g . Dat houdt in dat per vlieguur 1.1 à 2.3 g vet verbruikt wordt (gerekend met 32 kJ g^{-1} vet). 75 vlieguren impliceren een gewichtsverlies van 84 à 170 g ; het laatste getal impliceert dat de kanoet dat nooit kan realiseren omdat het boven zijn eigen lichaamsgewicht ligt. Kan de vogel de benedengrens (10 W verbruikt vliegvermogen) realiseren, dan is het mogelijk zo'n afstand wél rechtstreeks af te leggen, maar anders moet de vogel onderweg (af en toe) bijtanken. (Kvist *et al.* 2001) hebben kanoeten eindeloos in de windtunnel laten vliegen en op basis van die metingen is duidelijk dat die dieren zonder wind 3420 km kunnen vliegen als ze beginnen met een gewicht van 210 g en eindigen bij 110 g (Ens *et al.* 2006b). Dit massaverlies impliceert een energieverbruik van $100 \text{ (g)} * 32000 \text{ (J g}^{-1}) / (3420 \text{ (km)} / 60 \text{ (km h}^{-1})) = 56 \text{ kJ h}^{-1}$, ofwel 15.5 W .

Verminderen van het energieverlies kan bereikt worden door gebruik te maken van gunstige winden; een windsnelheid van 10 m s^{-1} , die op enige hoogte volstrekt normaal is, levert al een besparing op van bijna 40 %, omdat de effectieve vliegsnelheid geen 60 km h^{-1} is maar bijna 100 km h^{-1} .

Functionele respons

Door (van Gils 2004) zijn modellen ontwikkeld voor de prooikeus en plaatskeus van de kanoet, maar een model dat beschrijft hoe de vogels in de loop van het winterseizoen het prooiaanbod uitputten, zoals dat wel ontwikkeld is voor de scholekster (Brinkman & Ens 1998; Rappoldt *et al.* 2004), ontbreekt. (Ens *et al.* 2006a) concluderen dat op basis van de bestaande gegevens een dergelijk model ook voor de kanoet ontwikkeld zou moeten kunnen worden. Op basis van een dergelijk model kan de ecologische voedselbehoefte berekend worden. Dit is de hoeveelheid voedsel die aan het begin van de winter per kanoet in het ecosysteem aanwezig moet zijn, zodat de dieren de hele winter lang in hun fysiologische voedselbehoefte kunnen voorzien. Zie (Goss-Custard *et al.* 2004; Ens *et al.* 2004) voor een nadere uitleg van het begrip ecologische voedselbehoefte.

Er is vrij uitgebreid onderzoek gedaan naar het verband tussen voedseldichtheid en opnamesnelheid bij kanoeten. (Piersma *et al.*, 1995; Van Gils & Piersma, 2004). Dit verband blijkt niet alleen bepaald te worden door de dichtheid van het voedsel, maar ook door de snelheid waarmee het voedsel verwerkt kan worden (van Gils, 2004). Dit laatste hangt weer nauw samen met de kwaliteit van het voedsel (met name de hoeveelheid schelp in relatie tot de hoeveelheid vlees) en de grootte van de maag, een orgaan dat behoorlijk kan variëren tussen individuen, maar door flexibele aanpassingen aan het voedsel kan dit ook binnen individuen in de tijd variëren.

Vahl (2006) geeft een overzicht van wat er beschikbaar is aan literatuur over functionele response van kanoeten. Naast zijn eigen recente werk (Vahl, 2006; Vahl *et al.*, 2005) betreft het Prater (1972), Bryant (1979), Zwarts *et al.* (1992), Piersma *et al.* (1993) en Goss-Custard *et al.* (1977).

Uit kooi-experimenten bleek dat kanoeten minder gevoelig zijn voor de predatordichtheid dan steenlopers; zij reageren vooral door bij veel concurrenten in de onmiddellijke nabijheid wat minder uitgebreid te zoeken, en makkelijker prooien te accepteren. Bij beide soorten geldt dat de vogels minder prooien ontdekten naarmate de predatordichtheid toenam, maar vooral kanoeten compenseren dat door eerder een prooi te accepteren. De dosis-respons relatie (opnamesnelheid tegen predator dichtheid) is daardoor vrij vlak.

Voedselbeschikbaarheid in Waddenzee

De voedselsituatie voor kanoeten in de Waddenzee wordt sinds begin jaren negentig in kaart gebracht. De oorzaak van de sterke achteruitgang heeft waarschijnlijk te maken met de sterk verslechterde voedselsituatie (Reneerkens *et al.* 2005). De voor kanoeten favoriete prooi, het nonnetje, is sinds eind jaren tachtig dramatisch in aantal teruggelopen in het westelijk deel van de Waddenzee. De achteruitgang van het nonnetje loopt synchroon met de achteruitgang van de *islandica* kanoeten in de Waddenzee. De situatie van voor eind jaren tachtig is niet bekend. Ook de beschikbaarheid van kokkels en mosselen is sterk afgenomen. Zowel de hoeveelheid als de kwaliteit (schelp/vleesverhouding) nam aanzienlijk af (van Gils, 2004). Het feit dat nonnetjes zich slecht herstellen wordt door (Piersma *et al.* 2001) gezien als een effect van door schelpdiervisserij veranderend sediment, maar (Beukema & Dekker 2005) zijn van mening dat de verminderde recrutering van nonnetjes en andere schelpdieren vooral het gevolg is van de toegenomen stand van de garnaal, die een hoge predatiedruk uitoefent op de jonge stadia van de schelpdieren. Daarnaast is de Waddenzee in dezelfde periode warmer geworden en is de gemiddelde watertemperatuur hoger dan optimaal is voor nonnetjes (van der Veer pers comm). Uit waarnemingen aan individueel gekleurde kanoeten bleek dat kanoeten met kleine magen

minder vaak werden teruggezien dan kanoeten met grote magen. De laatste waren kennelijk beter in staat hun magen te vergroten, iets wat nodig is als er alleen prooien van lage kwaliteit beschikbaar zijn (van Gils *et al.* 2006).

Is menselijk handelen van invloed op de voedselbeschikbaarheid?

Verandering in sediment (omwoelen bodem) als gevolg van mechanische kokkelvisserij leidt volgens (Piersma *et al.* 2001) tot een andere samenstelling van het prooiaanbod en tot afname van de favoriete prooidierbestanden. De bevindingen in het kader van het EVA II onderzoek zijn minder eenduidig (Ens *et al.* 2004). Volgens (Beukema & Dekker 2005) is de afgenomen recrutering van nonnetjes en andere schelpdieren in de westelijke Waddenzee vooral een gevolg van de toegenomen garnalenstand, terwijl (Philippart *et al.* 2003) concludeert dat de verhoging van de watertemperatuur tot een verhoogde predatie op de schelpdierlarven leidt. Volgens Peter Herman (pers. comm.) zou de dalende eutrofiering (Brinkman & Smaal 2004; Philippart *et al.* 2006) wel eens ten grondslag kunnen liggen aan het afnemend broedvalsucces van schelpdieren in de westelijke Waddenzee. Baggeractiviteiten, bodemdaling en zeespiegelrijzing kunnen leiden tot geomorfologische veranderingen in het wad en daarmee eveneens tot afname van kwaliteit van voedselgebieden.

Bedreigingen en kennisleemtes

Waar liggen knelpunten en wat zijn bedreigingen en waarom?

Voedsel

Vanwege de specifieke voedselvoorkeur gecombineerd met de manier waarop ze hun prooi detecteren is de kanoet kwetsbaar. Naast effecten van schelpdiervisserij en andere vormen van menselijk ingrijpen heeft de soort ook te maken met enkele autonome ontwikkelingen die het voedselpakket van de soort kunnen beïnvloeden. Als gevolg van de stijging van de temperatuur van het zeewater in het vroege voorjaar is de timing van de broedval van Nonnetjes, één van de geprefereerde schelpdiersoorten, naar voren verschoven. De primaire productie (bloei van algen die als voedsel voor de larven van de Nonnetjes kunnen dienen) wordt echter niet gereguleerd door watertemperatuur maar door de beschikbaarheid van licht in het voorjaar, en van nutriënten later in het seizoen (vanaf ongeveer begin april; dit kan van jaar tot jaar verschillen) (Brinkman & Smaal, 2003; Philippart *et al.*, 2007). De hoeveelheid verandert nauwelijks, maar het aanbod aan nutriënten (met name fosfaat) is sinds medio jaren '80 sterk achteruitgegaan. Er is dus een timing-aspect (de larven verschijnen eerder in het jaar dan vroeger, en slechter passend op de opkomst van het voedsel), en een productie-aspect (de productie van voedsel loopt terug). Als gevolg zijn de foerageeromstandigheden van de larven van Nonnetjes verslechterd, waardoor op termijn minder Nonnetjes in de Waddenzee worden verwacht (Philippart *et al.* 2003). Bos (2005) onderzocht de ontwikkeling van larven van nonnetjes. Hij concludeerde dat de ontwikkeling van nonnetjeslarven mogelijk met voedselbeperking te maken kreeg; hoe langer het pelagiale stadium duurt, des te groter is de kans op predatie en daarmee des te kleiner het aantal larven dat uiteindelijk het bentische stadium bereikt.

De tweede geprefereerde schelpdiersoort (Kokkel) kent een onregelmatige broedval terwijl daarnaast de overlevingskansen van de larven voor een belangrijk deel worden bepaald door de aanwezigheid van garnalen, die optreden als predator van larven van schelpdieren. Door het warmere water van de Waddenzee en mogelijk ook door een betere overleving van garnalen als gevolg van de lage stand van enkele vissoorten die veel garnaal eten (bijvoorbeeld kabeljauw), is de garnalenstand in het vroege voorjaar hoger dan vroeger. Als gevolg hiervan vindt een hogere predatie op de larven van kokkels, nonnetjes en strandgapers plaats, vooral in de lager gelegen delen van de Waddenzee (Beukema & Dekker, 2005). Dit verschijnsel zou kunnen verklaren waarom de verspreiding van de Kokkel zich in de afgelopen 20 jaren heeft verplaatst van het centrale deel van de Waddenzee naar de randen van het gebied, naar een gebied waar de groei van de jonge kokkels achterblijft bij die in de dieper gelegen delen. De derde mogelijke prooidiersoort (jonge mosseltjes) kent een onregelmatige broedval en is niet altijd en niet overal

als prooidiersoort beschikbaar. Alle schelpdiersoorten kennen een onregelmatige broedval, maar er is wel sprake van enige synchronisatie omdat de broedval vaak goed is na een strenge winter (Beukema *et al.* 1993). Als gevolg van deze ontwikkelingen zouden kanoeten met voedseltekorten te maken kunnen krijgen waardoor de aantallen zouden kunnen dalen. Aangezien het min of meer autonome processen betreft zijn geen compenserende beheersmaatregelen mogelijk.

Er is derhalve een aantal duidelijke knelpunten:

- (1) verzanding centrale westelijke Waddenzee, het kerngebied van de kanoet (oorzaak mogelijk schelpdiervisserij of autonoom proces),
- (2) dalende eutrofiering met mogelijk effecten op broedval
- (3) klimaatverandering (mismatch via temperatuur en minder strenge winters),
- (4) toegenomen garnalenstand (oorzaak onduidelijk)

Verstoring

Kanoeten zijn door de vorming van een beperkt aantal zeer grote groepen op hoogwatervluchtplaatsen gevoelig voor verstoring door recreatie en vliegverkeer. Effecten van gaswinning in de vorm van bodemdaling zijn niet te verwachten maar dienen goed te worden gemonitord.

Interacterende factoren

Vaak wordt de oorzaak van waargenomen ontwikkelingen gezocht in slechts een oorzaak. Maar wat in het geval van de Waddenzee ook heel goed mogelijk is dat verschillende factoren elkaar versterken. Naast de bodemberoerende visserij zijn in dezelfde periode ook veranderingen in klimaat en draagkracht opgetreden. Deze factoren kunnen interacteren met elkaar waardoor effecten versterkt kunnen worden.

Kennisleemtes

Het tellen van vogels is een manier om een vinger aan de pols te houden van populatieontwikkelingen. Maar aantallen zijn slechts het resultaat van een aantal processen. Door bestudering van die processen kunnen veranderingen in populaties als gevolg van bedreigingen eerder op het spoor gekomen worden. Belangrijke voor de populatie en tevens goed te bestuderen zijn: overleving, reproductie en verspreiding. Het verdient aanbeveling modellen die deze processen beschrijven verder te ontwikkelen (Ens *et al.* 2006b; Ens *et al.* 2006a).

Reneerkens *et al.* (2005) formuleren specifiek voor kanoeten de volgende leemtes in kennis:

C.C. islandica:

- Hoe beïnvloedt de strengheid van winters de overleving van de kanoet?
- Wat is de reden van de achteruitgang van een van de belangrijkste prooidieren, het nonnetje? En wat is de reden waarom het nonnetje zich zo slecht herstelt?
- Welke factoren en welke perioden hebben de grootste invloed op de overleving en reproductie van kanoeten

C.C. canutus

- waarvan hangt het gebruik van een tussenstop in Frankrijk af?
- Wanneer verplaatsen de vogels zich naar de oostelijke Waddenzee?
- Wat is de rol van de voedselomstandigheden in Mauritanië, Frankrijk en de Waddenzee
- Zijn er verschillen in voedselaanbod tussen de westelijke en oostelijke Waddenzee en verklaart dat waarom de *canutus* kanoeten vooral in de oostelijke Waddenzee opvetten?
- In hoeverre ondervinden beide ondersoorten concurrentie van elkaar? Eten *islandica* kanoeten 's winters en in het vroeg voorjaar de wadplaten leeg zodat die voor *canutus* kanoeten niet meer interessant zijn?

- Is de jaarlijks sterfte van *canutus* kanoeten groter dan die van *islandica* kanoeten vanwege langere trekvluchten en wordt deze sterfte gecompenseerd door een hogere jaarlijkse aanwas? En als dat zo is, hoe kan dit?

Daarnaast gelden als belangrijkste vragen:

- Wat is de reden van de verzanding centrale westelijke Waddenzee, het kerngebied van de kanoet, en hoe belangrijk is het verschijnsel,
- hoeveel invloed heeft de dalende eutrofiering op broedval
- hoeveel invloed heeft klimaatverandering (mismatch via temperatuur en minder strenge winters) op broedval,
- Wat is de reden van de toegenomen garnalenstand

Meningsverschillen over voedsleecologie?

Er bestaat weinig verschil van mening over de voedsleecologie van de kanoet. Er is wel verschil van mening over de mogelijke impact van visserij en over oorzaken van veranderingen in bodemfauna en vogels in de Waddenzee.

Literatuur

Alerstam T, Gudmundsson GA & Johanneson K. (1992) Resources for long-distance migration: intertidal exploitation of Littorina and Mytilus by Knots *Calidris canutus* in Iceland. *Oikos*, 65, 179-189.

Beukema JJ, Essink K, Michaelis H & Zwarts L. (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 JJ & Dekker R. 2005. Decline of recruitment success in cockles and other bivalves in the Wadden Sea: possible role of climate change, predation on postlarvae and fisheries. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 287, 149-167

Boyd H & Piersma T. 2001. Changing balance between survival and recruitment explains population trends in Red Knots *Calidris canutus islandica* wintering in Britain, 1969-1995. *Ardea* 89: 301-317.

Bryant DM. 1979. Effects of prey density and site character on estuary usage by overwintering waders (Charadrii). *Estuarine and coastal marine science* 9: 369-384

Brinkman AG. & Ens BJ. (1998) Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee: Vogels. IBN rapport 371. IBN, Den Burg.

Brinkman AG & Smaal AC. (2004) Onttrekking en natuurlijke productie van schelpdieren in de Nederlandse Waddenzee in de periode 1976-1999. Alterra rapport 888. Alterra, Wageningen.

Davidson NC & Evans PR. (1986) The ecology of migrant Knots in North Norway. Report SG86/1. Department of Zoology, University of Durham, Durham.

Davidson NC & Morrison RIG. 1992. Time budgets of pre-breeding Knots on Ellesmere Island, Canada. In: Piersma & Davidson: The migration of Knots. Wader Study Group Bulletin 64: Supplement April 1992.

Davidson, NC & Wilson J. (1992) The migration system of European-wintering Knots *Calidris canutus islandica*. Wader Study Group Bulletin, 64 Supplement, 39-51.

Ens BJ, Piersma T, Wolff WJ, & Zwarts L. (1989) Report of the Dutch-Mauritanian project Banc d'Arguin 1985-1986. WIWO rep 25 RIN rep 89/6. WIWO, Zeist.

Ens BJ, Smaal AC, & de Vlas J. (2004) The effects of shellfish fishery 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-rapport RKZ/2004.031. Alterra, Wageningen.

Ens BJ, Oosterbeek KH, & Rappoldt C. (2006a) WEBTICS voor Kanoeten. Rapportage over de werkzaamheden die nodig zijn om het simulatiemodel WEBTICS toe te passen op de Kanoet. SOVON-onderzoeksrapport / EcoCurves rapport. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Ens BJ, Schekkerman H, Tulp I, Bauer S, & Klaassen M. (2006). Modelling the flyway of arctic breeding shorebirds. Parameter estimation and sensitivity analysis, Rep. No. Alterra-report 1290, NIOO-report 2006-01. Alterra/NIOO.

Fretwell SD & Lucas HL Jr. (1970) On territorial behavior and other factors influencing habitat distribution in birds. I. Theoretical development. *Acta Biotheoretica*, XIX, 16-36.

Goss-Custard JD, Kay DG & Blindell RM. 1977. The density of migratory and overwintering redshank, *Tringa tetanus* (L.), and curlew (*Numenius arquata* (L.)), in relation to the density of their prey in south-east England. *Estuarine and Coastal Marine Science* 5: 497-510

Goss-Custard, J. D., Stillman, R. A., West, A. D., Caldow, R. W. G., Triplet, P., dit Durell, S. E. A. I. V. & McGrorty, S. (2004) When enough is not enough: shorebirds and shellfishing. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B-Biological Sciences*, 271, 233-237.

Glutz von Blotzheim UN, Bauer KM & Bezzel E. 1975. *Handbuch der Vögel Mitteleuropas Band 6. Charadriiformes (1. Teil)*. Akad. Verlagsgesellschaft. Wiesbaden. 839 pp.

Gudmundsson GA, Lindström Å & Alerstam T. (1991) Optimal fat loads and long-distance flights by migrating Knots *Calidris canutus*, Sanderlings *C. alba* and Turnstones *Arenaria interpres*. *Ibis*, 133, 140-152.

Hambly C, Pinshow B, Wiersma P, Verhulst S, Pieterney SB, Harper EJ & Speakman JR. 2004. Comparison of the cost of short flights in a nectarivorous and a non-nectarivorous bird. *Journal of Experimental Biology* 207, 3959-3968

Kvist A, Lindström Å, Green M, Piersma T & Visser GH. (2001) Carrying large fuel loads during sustained bird flight is cheaper than expected. *Nature*, 413, 730-732.

Leopold MF, Smit CJ, Goedhart PW, Van Roomen MWJ, Van Winden AJ & Van Turnhout C. 2004. Langjarige trends in aantallen wadvogels in relatie tot de kokkelvisserij en het gevoerde beleid in deze. Alterra-rapport 954, 165 pp

Leyrer J, Spaans B, Camara M & Piersma T. (2006) Small home ranges and high site fidelity in red knots (*Calidris c. canutus*) wintering on the Banc d'Arguin, Mauritania. *Journal of Ornithology*, 147, 376-384.

Morrison RIG. 1975. Migration and morphometrics of European Knot and Turnstone on Ellesmere Island, Canada. *Bird-Handling* 46: 290-301

Peters KA & Otis DL. (2007) Shorebird roost-site selection at two temporal scales: is human disturbance a factor? *Journal of Applied Ecology*, 44, 196-209.

Philippart CJM, Van Aken HM, Beukema JJ, Bos OG, Cadée GC & Dekker R. (2003) Climate-related changes in recruitment of the bivalve *Macoma balthica*. *Limnology and Oceanography*, 48, 2171-2185.

Philippart CJM, Beukema JJ, Cadée GC, Dekker R, Goedhart PW, Van Iperen JM, Leopold MF & Herman PMJ. (2006) Impacts of nutrient reduction on coastal communities. *Ecosystems*.

Philippart CJM, Anadón R, Danovaro R, Dippner JW, Drinkwater KF, Hawkins SJ, O'Sullivan G, Oguz T & Reid PC. (2007) Impacts of Climate Change on the European Marine and Coastal Environment. *Ecosystems Approach*. Marine Board Position Paper 9. European Science Foundation,

Piersma T, Prokosch P & Bredin D. (1992) The migration system of Afrosiberian Knots *Calidris canutus canutus*. *Wader Study Group Bulletin*, 64 Supplement, 52-63.

Piersma, T. & van de Sant, S. (1992) Pattern and predictability of potential wind assistance for waders and geese migrating from West Africa and the Wadden Sea o Siberia. *Ornis Svecica*, 2, 55-66.

Piersma T & Davidson N (eds). 1993. The migration of knots. *Wader Study Group Bulletin* 64: Supplement

Piersma T, Prokosh P, & Bredin D. 1993. The migration system of Afro-Siberian Knots *Calidris canutus canutus*. In: Piersma Th & Davidson N, eds: The migration of knots. *Wader Study Group Bulletin* 64: Suppl.

Piersma T, Hoekstra R, Dekinga A, Koolhaas A, Wolf P, Battley PF, Wiersma P, 1993. Scale and intensity of intertidal habitat use by knots *Calidris canutus* in the western Wadden Sea in relation to food, friends and foes. *Neth J Sea Res* 31:331–357.

Piersma T, Van Gils J, De Goeij P, & Van der Meer J. (1995) Hollings functional response model as a tool to link the food-finding mechanism of a probing shorebird with its spatial distribution. *Journal of Animal Ecology*, 64, 493-504.

Piersma T, Gudmundsson GA & Lilliendahl K. (1999) Rapid changes in the size of different functional organ and muscle groups during refuelling in a long-distance migrating shorebird. *Physiological and Biochemical Zoology*, 62, 405-415.

Piersma T, Koolhaas A, Dekinga A, Beukema JJ, Dekker R & Essink K. (2001) 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, Rogers DI, González PM, Zwarts L, Niles LJ, de Lima Serrano do Nascimento I, Minton CDT, & Baker AJ. (2004) Fuel storage rates before northward flights in red knots worldwide: facing the severest ecological constraint in tropical intertidal environments? In: *Birds of Two Worlds*, (eds Greenberg, R. & Marra, P. P.), Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Prokosch P. (1988) Das Schleswig-Holsteinische Wattenmeer als Fruhjahrsaufenthaltsgebiet der arktischer Watvogel-Populationen am Beispiel van Kiebitzregenpfeifer *Pluvialis squatarola*, Knutt *Calidris canutus*, und Pfuhschnepfe *Limosa lapponica*. *Corax*, 12, 273-442.

Prater AJ. 1972. The ecology of Morecambe Bay. *Journal of Applied Ecology* 9: 179-194

Rappoldt C, Ens BJ, Kersten M, & Dijkman E. (2004) Wader Energy Balance & Tidal Cycle Simulator WEBTICS. Technical Documentation version 1.1. Alterra rapport 869. Alterra, Wageningen.

Rehfishch MM, Insley H, & Swann B (2003) Fidelity of overwintering shorebirds to roosts on the Moray Basin, Scotland: Implications for predicting impacts of habitat loss. *Ardea*, 91, 53-70.

Schekkerman H, Tulp I, Piersma T, & Visser GH. (2003) Mechanisms promoting higher growth rate in arctic than in temperate shorebirds. *Oecologia*, 134, 332-342.

Schekkerman H, Tulp I, Calf KM, & de Leeuw JJ. (2004) Studies on breeding shorebirds at Medusa Bay, Taimyr, in summer 2002. Alterra -report 922. Alterra, Wageningen.

Stillman RA, Goss-Custard JD, McCroarty S, West AD, Le V dit Durell SEA, Clarke RT, Caldw RWG, Norris KJ, Johnstone IG, Ens BJ, Bunscoeke EJ, Van de Merwe A, Van der Meer J, Triplet P, Odoni N, Swinfen R & Cayford JT 1996. Models of shellfish populations and shorebirds: final report. Institute of Terrestrial Ecology Dorset, UK. 255 pp.

Stroud DA, Davidson NC, West R, Scott DA, Haanstra L, Thorup P, Ganter B & Delany S. (2004) Status of migratory wader populations in Africa and Western Eurasia in the 1990s. *International Wader Studies*, 15, 1-259.

Summers R W & Waltner M (1979) Seasonal variation in the mass of waders in southern Africa with special references to migration. *Ostrich*, 50, 21-37.

Sutherland W J (1996) *From Individual Behaviour to Population Ecology*. Oxford University Press, Oxford.

Tobalske BW, Hedrick TL, Dial KP, Biewener AA. 2003. Comparative power curves in bird flight. *Nature* 23, 421(6921):363-6

Tomkovich PS. 1992. An analysis of the geographic variability in *Knights calidris canutus* based on museum skins. In: Piersma & Davidson: The migration of *Knights*. Wader Study Group Bulletin 64: Supplement April 1992.

Tomkovich PS (2001) A new subspecies of Red Knot *Calidris canutus* from the New Siberian Islands. . *Bulletin of the British Ornithologists Club*, 121, 257-263.

Underhill LG, Prys-Jones RP, Syroechkovski EE, Groen NM, Karpov V, Lappo HG, Van Roomen MWJ, Rybkin A, Schekkerman H, Spiekman H, & Summers RW (1993) Breeding of waders (*Charadrii*) and Brent Geese *Branta Bernicla Bernicla* at Pronchishcheva Lake, northeastern Taimyr, Russia, in a peak and a decreasing lemming year. *Ibis*, 135, 277-292.

Vahl WK. 2006. Interference competition among foraging waders. PhD Thesis Univ. Groningen. 238 pp.

Vahl WK, Van der Meer J, Weissing FJ, Van Dulleman D & Piersma Th. 2005. The mechanisms of interference competition: two experiments on foraging waders. *Behavioural ecology* 16: 845-855.

Van der Meer J & Ens BJ. (1997) Models of Interference and Their Consequences for the Spatial Distribution of Ideal and Free Predators. *Journal of Animal Ecology*, 66, 846-858.

Van Gils JA (2004) Foraging decisions in a digestively constrained long-distance migrant, the red knot (*Calidris canutus*), Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.

Van Gils JA & Piersma T (2004) Digestively constrained predators evade the cost of interference competition. *Journal of Animal Ecology*, 73, 386-398.

Van Gils JA, Battley PF, Piersma T, & Drent R (2005a) Reinterpretation of gizzard sizes of red knots world-wide emphasises overriding importance of prey quality at migratory stopover sites. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 272, 2609-2618.

Van Gils JA, De Rooij SR, Van Belle J, Van der Meer J, Dekinga A, Piersma T, & Drent R (2005b) Digestive bottleneck affects foraging decisions in red knots *Calidris canutus*. I. Prey choice. *Journal of Animal Ecology*, 74, 105-119.

Van Gils JA, Dekinga A, Spaans B, Vahl WK, & Piersma T (2005c) Digestive bottleneck affects foraging decisions in red knots *Calidris canutus*. II. Patch choice and length of working day. *Journal of Animal Ecology*, 74, 120-130.

Van Gils JA, Piersma T, Dekinga A, Spaans B & Kraan C (2006) Shellfish Dredging Pushes a Flexible Avian Top Predator out of a Marine Protected Area. *PLoS Biology*, 4, e376.

Van Roomen M, van Winden E, Koffijberg K, Ens BJ, Hustings F, Kleefstra R, Schoppers J, & Van Turnhout C (2006) Watervogels in Nederland in 2004/2005. SOVON-monitoringrapport 2006/02, RIZA-rapport BM06.14. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Wahl J, Blew J, Garthe S, Günther K, Mooij J & Sudfeldt C. 2003. Überwinternde Wasser- und Watvögel in Deutschland: Bestandsgrößen und Trends ausgewählter Vogelarten für den Zeitraum 1990-2000. *Ber. Vogelschutz* 40:91-103

Weber T P, Ens, B.J & Houston, A I (1998) Optimal avian migration: A dynamic model of fuel stores and site use. *Evolutionary Ecology*, 12, 377-401.

West, A.D., Goss-Custard, J.D., Durell, S., & Stillman, R.A. (2005) Maintaining estuary quality for shorebirds: towards simple guidelines. *Biological Conservation*, 123, 211-224.

Wetlands International (2006) Waterbird Population Estimates - Fourth Edition. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands.

Wiersma, P & Piersma T. (1994) Effects of Microhabitat, Flocking, Climate and Migratory Goal on Energy-Expenditure in the Annual Cycle of Red Knots. *The Condor*, 96, 257-279.

Zwarts L, Blomert A-M, 1992. Why knots *Calidris canutus* take mediumsized *Macoma balthica* when six prey species are available. *Mar Ecol Prog Ser* 83:113-128.

Verantwoording

Dit rapport voor

Opdrachtgever

Ministerie van LNV
Bezuidenhoutseweg 73
2594 AC Den Haag

Project in kader van Ecologische Hoofdstructuur
Helpdeskvraag HDV-16

Projectnummer


IMARES 439.62107.01

is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en beoordeeld door of namens het Wetenschapsteam van Wageningen IMARES.

Akkoord:

Prof. Dr. Ir. P. Reijnders
Senioronderzoeker

Handtekening:

Prof Dr. ir P. Reijnders
Senioronderzoeker

30 juli 2007

Datum:

Akkoord:

Dr. H.J. Lindeboom
Directielid Wetenschap

Handtekening:

Dr. H.J. Lindeboom
Directielid Wetenschap

30 juli 2007

Datum:

Aantal exemplaren:	40
Aantal pagina's:	122
Aantal tabellen:	15
Aantal figuren:	30
Aantal bijlagen:	1