

Eidereendensterfte in de winter 2001/2002

Eidereendensterfte in de winter 2001/2002

Bruno J. Ens (Alterra)
Fred H.M. Borgsteede (ID-Lelystad)
Kees (C.J.) Camphuysen (CSR Consultancy)
Gerry M. Dorrestein (Universiteit Utrecht)
Romke K.H. Kats (Alterra/RuG)
Mardik F. Leopold (Alterra)

Alterra-rapport 521

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2002

REFERAAT

Ens, B.J., Borgsteede, F.H.M., Camphuysen, C.J., Dorrestein, G.M., Kats, R.K.H., Leopold, M.F., 2002. *Eidereendensterfte in de winter 2001/2002*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 521. 114 pag. 24 fig.; 18 tab.; 60 ref.

In de winter van 2001/2002 vond een opvallende sterfte plaats onder de Eidereenden *Somateria mollissima* in Nederland. De sterfte vertoonde grote gelijkenis qua timing en pathologie met de in omvang nog extremere sterfte die waargenomen werd in de winter van 1999/2000. In beide winters waren de dood gevonden eenden sterk vermagerd. Er werden zeven mogelijke verklaringen voor deze verhoogde sterfte opgesteld: (1) vervuiling met olie, (2) vergiftiging, (3) een virus epidemie, (4) een epidemie van non-virale microparasieten, (5) een epidemie van macroparasieten (met name de darmparasiet *Profilocollis botulus* en de maagparasiet *Amidostomum acutum*), (6) chronische stress, (7) verhongering als gevolg van voedselgebrek. Om een onderscheid te maken tussen deze verklaringen werd onderzoek gedaan naar de doodsoorzaak van de dood gevonden eenden. Daartoe werd dissectie gepleegd op enkele honderden recent gestorven Eidereenden. Aan een zestal eenden werd gedetailleerd pathologisch onderzoek gedaan. Bij honderd eenden werd de aanwezigheid van de maagparasiet *Amidostomum acutum* onderzocht. De onderzoeker T.K. Christensen stelde gegevens ter beschikking over het lichaamsgewicht en de belasting met darmparasieten van in Denemarken geschoten Eidereenden. Ook kwamen gegevens beschikbaar van het herstel van naar het vogelasiel Damland gebrachte sterk verzwakte Eidereenden. De meest aannemelijke verklaring voor de grote sterfte in 2001/2002 is verhongering als gevolg van een tekort aan geschikt voedsel. De mogelijkheid dat er sprake is van een combinatie van factoren wordt besproken. Hoge sterfte onder Eidereenden treedt vooral op in jaren waarin het geschatte bestand aan halfwas mosselen op de cultuurpercelen in de Waddenzee laag is. Er worden zes aanbevelingen gedaan voor nader onderzoek.

Trefwoorden: Sterfte Eidereenden, parasietbelasting, voedselschaarste, mosselcultuur, *Profilocollis botulus*, *Amidostomum acutum*, *Somateria mollissima*, *Mytilus edulis*

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door € 26,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 521. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

Dit rapport is ook uitgegeven als CSR Report 2002-08.

© 2002 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Uitgebreide samenvatting	7
1 Inleiding	13
2 Methoden	21
2.1 Dissecties	21
2.2 Correctie voor lichaamsgrootte	23
2.3 Gedetailleerd pathologisch onderzoek	25
2.4 Onderzoek aan de maagworm <i>Amidostomum acutum</i>	25
2.5 Opgevangen Eidereenden in vogelasiel Damland in Bergen	25
2.6 In Denemarken geschoten Eidereenden	26
2.7 Niet verrichte bepalingen en monsternames	26
3 Resultaten	27
3.1 Aantallen, verspreiding in tijd en ruimte	27
3.2 Sexe en leeftijd	28
3.3 Uitwendig onderzoek	29
3.4 Slijtage van de veren bij de Eidereend	30
3.5 Gewichten en Biometrie	34
3.6 Inwendig: orgaancondities	37
3.7 Darmparasieten (<i>Profilicollis botulus</i>) als mogelijke doodsoorzaak	40
3.8 Maaggewicht en aanwezigheid van voedselresten	42
3.9 Gedetailleerd pathologisch onderzoek	44
3.10 Additioneel onderzoek naar de aanwezigheid van de maagworm <i>Amidostomum acutum</i>	44
3.11 Opvang Eidereenden in het vogelasiel Bergen NH	44
4 Discussie en conclusies	47
4.1 De hoofdoorzaak van de Eidereenden sterfte in 2001/2002	47
4.2 Sterfte in relatie tot voedselaanbod	53
5 Aanbevelingen voor nader onderzoek	63
6 Dankwoord	65
7 Expertise	67
Literatuur	69
Appendix	
A Dode Eidereenden op de Nederlandse kust	73
B Verslag gedetailleerd pathologie onderzoek van Eidereenden in 2001/2002	89
C Eidereendensterfte in de winter 2001/2002: Additioneel onderzoek naar de aanwezigheid van de maagworm <i>Amidostomum acutum</i> bij eidereenden	97
D Beoordeling van het rapport 'eidereendensterfte in de winter 2001/2002'	109

Uitgebreide samenvatting

In de winter van 2001/2002 vond een opvallend hoge sterfte plaats onder de in de Nederlandse kustwateren overwinterende Eidereenden *Somateria mollissima*. De sterfte was qua omvang de op één na hoogste ooit. Enkele honderden vers dode eenden werden verzameld en ingevroren. In opdracht van het ministerie van LNV werd in het voorjaar van 2002 een onderzoek gestart naar de onderliggende oorzaak (of oorzaken) van deze sterfte. Deze rapportage beschrijft de resultaten van dat onderzoek.

Tijdens een expert meeting op 26 februari 2002 werden door de aanwezige experts (C.J. Camphuysen, M.F. Leopold, F.H.M. Borgsteede, R.K.H. Kats, G. Dorrestein, B.J. Ens en T.K. Christensen) in totaal 7 mogelijke doodsoorzaken en gekoppeld daaraan 7 mogelijke verklaringen voor de hoge sterfte geïdentificeerd en werd een snijprotocol opgesteld voor het onderzoek aan de gestorven eenden. Ook werd besloten vanaf dat moment wekelijks twee vers dode eenden op te sturen naar de Universiteit van Utrecht voor gedetailleerd pathologisch onderzoek. Dit leverde gedetailleerde informatie over 7 eenden. Daarnaast werd extra informatie verkregen over de conditie en de belasting van in Denemarken geschoten Eidereenden met darmparasieten (*Proflicollis botulus*). Een laatste additionele data set bestond uit gegevens over het herstel van naar het vogelasiel Damland gebrachte sterk verzwakte Eidereenden. Onderzoek aan de maagparasiet *Amidostomum acutum* was pas mogelijk nadat het ministerie van LNV in een later stadium additionele financiering ter beschikking stelde. De rapportages over het gedetailleerde pathologische onderzoek en het onderzoek aan de maagparasieten zijn als aparte appendices aan dit hoofdrapport toegevoegd, maar de conclusies zijn in het hoofdrapport verwerkt. Dit geldt ook voor een uitgebreide beschrijving van eerder waargenomen massasterftes onder de Eidereenden in Nederland.

Het is belangrijk om een duidelijk onderscheid te maken tussen de doodsoorzaak die tot de dood van de aangespoelde eenden heeft geleid en de verklaring voor de ten opzichte van andere jaren sterk verhoogde sterfte. In veel, maar niet in alle, gevallen is er een eenduidig verband tussen de doodsoorzaak en de verklaring voor de verhoogde sterfte. De doodsoorzaak van de onderzochte Eidereenden dient gezocht te worden in een combinatie van voedselschaarste en ernstige parasitaire infectie, waarbij bij juveniele dieren de in de darm parasiterende acanthocephaal *P. botulus* in combinatie met *A. acutum* vermoedelijk de belangrijkste pathogene soorten zijn, terwijl bij oudere dieren *P. botulus* minder belangrijk wordt, maar *A. acutum* een steeds prominenter rol gaat spelen. Dit betekent echter niet automatisch dat de verklaring voor de ten opzichte van andere jaren verhoogde sterfte gezocht moet worden in een combinatie van voedselschaarste met een epidemie van de darmparasiet *P. botulus* en een epidemie van de maagparasiet *A. acutum*. Voordat hier dieper op wordt ingegaan zullen eerste de andere doodsoorzaken en verklaringen worden besproken.

Vervuiling met olie of een andere vetachtige substantie vormt geen verklaring voor de waargenomen sterfte. Het aantal aangespoelde eenden dat met olie of een andere vetachtige substantie was besmeurd was onbeduidend.

Ook **vergiftiging door illegaal geloosde gifstoffen of natuurlijke toxinen** wordt verworpen als verklaring. Ten eerste zijn er uit het reguliere monitoringsprogramma van het RIKZ geen meldingen over verhoogde concentraties gifstoffen. Ten tweede zijn er geen meldingen van opvallende sterftes onder andere in het gebied levende vogelsoorten. Ten derde waren de dood gevonden Eidereenden alle sterk vermagerd, terwijl vergiftigde vogels vaak nog in goede conditie zijn.

Er werd geen aanwijzing gevonden dat er sprake was van een **virus epidemie**. Bij de dissectie en bij het gedetailleerde pathologische onderzoek werden geen organen vastgesteld, die altijd, of bijna altijd, waren aangetast. Ook het snelle herstel (zonder medicijnen) van de eenden in het vogelasiel pleit tegen infectie met een dodelijk virus.

Er werden ook geen aanwijzingen gevonden dat er sprake was van een **non-virale epidemie van microparasieten (bacterie, schimmel, protozoo)**. Ten eerste sterven met een dodelijke microparasiet geïnfecteerde dieren vaak een snelle dood (dagen), terwijl de dood gevonden dieren alle sterk vermagerd waren, hetgeen wijst op een langzame verhongering (weken). Ten tweede zijn er bij een dergelijke infectie vaak specifieke organen die ontstoken raken en "overgroeid" door de ziekteverwekker. Dit was niet het geval: de waargenomen aantastingen van de organen waren zeer variabel. Ten derde pleit ook hier het snelle herstel (zonder medicijnen) van de eenden in het vogelasiel tegen infectie met een dodelijke bacterie, schimmel of protozoo. Aanbieding van eendenkorrels die door de eenden uit eigen beweging werden opgenomen was voldoende om het snelle herstel te bewerkstelligen.

Uit de literatuur is bekend dat massale sterfte onder vogels als gevolg van een **epidemie van macroparasieten** (zoals trematoden, nematoden en cestoden) maar zelden voorkomt. Toch kan niet op voorhand worden uitgesloten dat juist de Eidereend door zo'n zeldzame dodelijke macroparasiet wordt geplaagd. Er zijn twee kandidaten. De darmparasiet *Profilocollis botulus* en de maagparasiet *Amidostomum acutum*. Op grond van de in dit rapport gepresenteerde gegevens kan een epidemie van de darmparasiet als enige oorzaak voor de verhoogde sterfte worden afgevoerd. Ten eerste hebben ook gezonde Eidereenden vaak hoge aantallen van deze parasiet in hun darmen (met name jonge vogels). Ten tweede was er onder de dood gevonden vogels een aanzienlijk aantal dieren met geen of slechts een gering aantal parasieten in hun darmen. Ten derde was er bij volwassen vogels geen verschil in parasietbelasting tussen dood gevonden en geschoten vogels. Ten vierde kon bij de dood gevonden vogels geen verband worden vastgesteld tussen de lichamelijke conditie van de vogel en de belasting met darmparasieten (al moet wel vermeld worden dat het aantal dood gevonden vogels in goede conditie zeer laag was). Tenslotte meldt T.K. Christensen (pers. med.) dat ook onder de geschoten vogels geen verband bestond tussen de lichamelijke conditie van de vogel en de belasting met darmparasieten. Net als de darmparasiet komt ook de maagparasiet voor bij gezonde vogels. En net als voor de

darmparasiet kan ook een epidemie van de maagparasiet *A. acutum* als enige verklaring voor de verhoogde sterfte worden afgevoerd. De besmettingsgraad van met name de jonge Eidereenden is daarvoor te laag.

Chronische stress kan tot de dood leiden doordat het immuun systeem verzwakt wordt. Er werden bij de dood gevonden eenden echter geen aanwijzingen voor een verzwakt immuun systeem gevonden.

Verhongering als gevolg van een tekort aan geschikt voedsel is de meest aannemelijke verklaring voor de waargenomen sterfte, net als bij de grootste sterfte ooit in de winter van 1999/2000. In beide winters waren de gestorven eenden broodmager en konden alternatieve verklaringen voor de sterfte worden verworpen, of onaannemelijk worden gemaakt. Een aanzienlijk aantal eenden (26%) had schelpgruis in de darmen. Bij zieke vogels kan de darm verstopt raken, maar van een duidelijke verstopping was maar bij een klein aantal van de dood gevonden eenden sprake. Een belangrijk aantal eenden is dus al "etend" verhongerd. Dit kan gebeuren als de vogels te weinig voedsel of voedsel van onvoldoende kwaliteit opnemen.

De conclusie dat de Eidereenden verhongerd zijn als gevolg van een tekort aan geschikt voedsel wint aan kracht als ook een verband tussen sterfte en een maat voor het voedselaanbod gevonden kan worden. Vanwege verschillen in beschikbaarheid van de verschillende prooidiersoorten geeft een simpele optelling van de bestanden van de verschillende prooidiersoorten in termen van biomassa geen goed beeld van het voedselaanbod. Er zijn een aantal argumenten om de stelling te onderbouwen dat sublittorale mosselen de geprefereerde prooi zijn van in de Waddenzee overwinterende Eidereenden. Uit de aanlandingen van consumptiemosselen kan het bestand aan halfwas mosselen op de sublittorale percelen in de Waddenzee worden gereconstrueerd. Het blijkt dat hoge sterfte van Eidereenden optreedt in jaren waarin het geschatte bestand halfwas mosselen op de percelen zeer laag is. Het bestand zaadmosselen en het bestand kokkels vertonen geen duidelijke relatie met de Eidereenden sterfte als ook rekening wordt gehouden met het bestand halfwas mosselen. Aangezien de variatie in het bestand halfwas mosselen in het sublittoraal slechts een deel van de variatie in de eidereendensterfte verklaart is het echter te vroeg om te concluderen dat andere schelpdierbestanden (of andere sterfte factoren) geen rol spelen. De zeer hoge sterfte in de winter van 1999/2000 ging behalve met een vrij laag bestand halfwas mosselen ook gepaard met een zeer laag bestand *Spisula* in de Noordzee kustzone.

Het hele rapport is erop gericht om één hoofdoorzaak voor de verhoogde sterfte op te sporen. Bij eerdere massale sterftes van Eidereenden was er ook steeds sprake van één enkele oorzaak. Desondanks kan een **combinatie van factoren** niet bij voorbaat worden uitgesloten. Met name wordt uitvoerig stilgestaan bij de mogelijkheid dat er behalve voedseltekort ook sprake was van een verhoging in sterfte als gevolg van een verhoogde infectie met macroparasieten. Het is goed mogelijk dat zwaar met darm- en/of maagparasieten geïnfecteerde Eidereenden een sterk verhoogde sterftetekans hebben al wijzen de gepresenteerde gegevens over de darmparasiet *P. botulus* niet op een heel sterk effect op de lichaamsconditie en zijn er wat betreft de pathogeniteit van *A. acutum* alleen gegevens bekend over verwante soorten parasieten. Misschien

nog wel belangrijker is echter dat de infectie met parasieten pas relevant is als verklaring voor verhoogde sterfte in een bepaald jaar als er ook aanwijzingen zijn voor een verhoogde besmetting in dat jaar. Voor wat betreft *A. acutum* bestaan hierover geen gegevens of aanwijzingen. Een verhoogde besmetting kan het gevolg zijn van een verhoogd aanbod van de tussengastheer voor soorten die een tussengastheer kennen. In het geval van de darmparasiet *P. botulus* zijn er conflicterende berichten over een verhoogd aanbod van de tussengastheer, de strandkrab *Carcinus maenas*, in de winter met de grootste sterfte (1999/2000). In de Waddenzee-brede *demersal young fish survey* werd een duidelijk verhoogd aanbod strandkrabben vastgesteld, maar dit werd niet gevonden in de standaard fuikmetingen op Texel. Echter, zoals gemeld is er bij volwassen Eidereenden geen verschil in belasting met darmparasieten tussen dood gevonden en geschoten vogels. Dat verschil is er wel bij juveniele Eidereenden. Voor dat verschil in respons tussen jonge en oude vogels bestaat een plausibele hypothese: bij voedseltekort zullen met name de jonge vogels overschakelen op voedsel met een verhoogd risico van parasitisme. Meer in het algemeen kan gesteld worden dat in tijden van voedselschaarste de verzwakte individuen als eerste zullen sterven.

Samenvattend: de ten opzichte van andere jaren sterk verhoogde sterfte van Eidereenden in 2001/2002 kan verklaard worden uit een tekort aan geschikt voedsel, met name het bestand halfwas mosselen op de percelen in het sublittoraal van de westelijke Waddenzee. Het feit dat veel dood gevonden eenden sterk besmet waren met darmparasieten (*P. botulus*) en/of maagparasieten (*A. acutum*) kan verklaard worden uit het feit dat in tijden van voedselschaarste de verzwakte individuen als eerste sterven. Sterk met parasieten geïnfecteerde dieren zouden bij voedselschaarste wel eens extra in het nadeel kunnen zijn als gevolg van een verhoogde voedselbehoefte. Er zijn geen aanwijzingen, maar ook geen relevante gegevens, dat er behalve voedselschaarste ook sprake was van een epidemie van darmparasieten en/of maagparasieten.

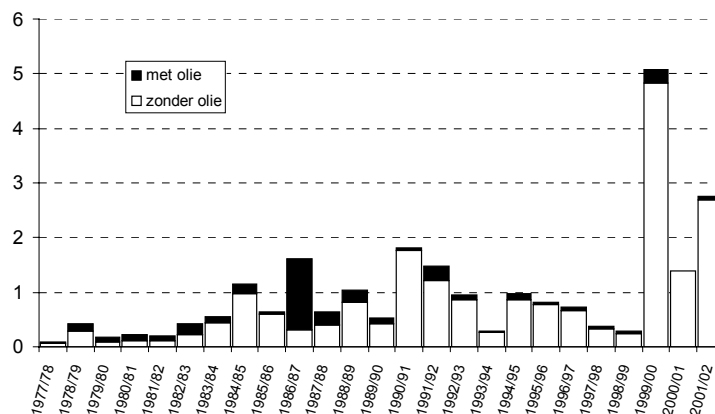
Er worden zes aanbevelingen voor nader onderzoek gedaan:

1. Nader onderzoek naar de rol van de maagparasiet *Amidostomum acutum* bij de sterfte van de Eidereenden. De eerste (en betaalbare) stap is een vergelijking van de parasietbelasting van dood gevonden Eidereenden met de parasietbelasting van geschoten Eidereenden. Het meeste inzicht wordt verkregen als eenden worden geschoten in delen van de Waddenzee waar wel en geen verhoogde sterfte optreedt of is opgetreden. Als alleen eenden uit Denemarken beschikbaar komen, waar op Eidereenden mag worden gejaagd, is dat echter geen ramp voor het onderzoek.
2. Onderzoek naar de geografische herkomst van de gestorven vogels. Er zijn vermoedens dat met name de Eidereenden die in Nederland broeden en niet de rond de Oostzee broedende overwintelaars disproportioneel hebben geleden onder de verhoogde sterfte.
3. Beschikbaar maken van alle getallen over het aanbod van voor de Eidereend belangrijke voedselbronnen, waaronder het aanbod van mosselen op de percelen, en diepgravend onderzoek naar de eigenschappen van het

- prooiaanbod die bepalen of dat prooiaanbod al of niet geschikt is voor de Eidereend.
4. Onderzoek naar de effecten van de introductie van de mosselcultuur op het sublittorale mosselbestand (en daarmee het voedselaanbod voor de Eidereend) in de Waddenzee.
 5. Onderzoek naar de implicaties van het feit dat consumptiemosselen in toenemende mate uit Zeeland worden aangevoerd en niet uit de Waddenzee. Betekent dit dat als onderdeel van veranderingen in het kweekproces het transport van zaad- en halfwas mosselen uit de Waddenzee is toegenomen, waardoor deze mosselen niet meer beschikbaar zijn als voedsel voor de Eidereend?
 6. Onderzoek naar de oorzaken van de recente daling in de productie van consumptiemosselen in de Nederlandse kustwateren.

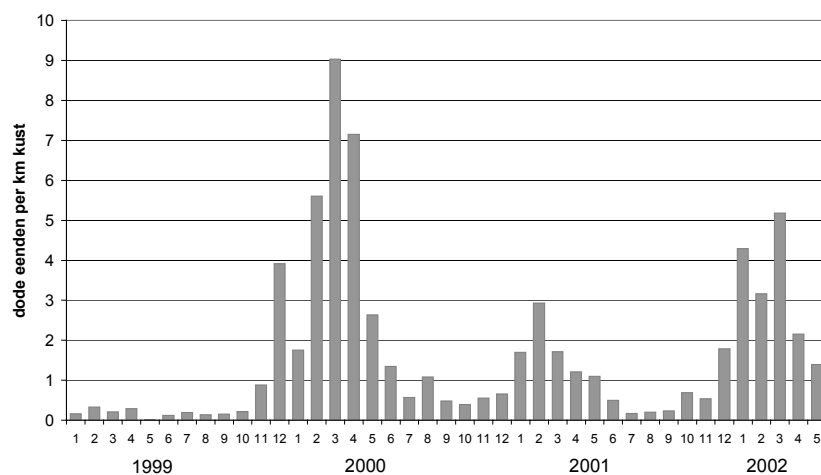
1 Inleiding

In de winters van 1999/2000, 2000/2001 en 2001/2002 was er in Nederland een ongekend hoge sterfte onder de hier overwinterende Eiders *Somateria mollissima* (Camphuysen 2002; Camphuysen *et al.* 2002). De sterfte in de eerste van deze drie winters in serie was het hoogst, en hoger dan ooit tevoren was voorgekomen in Nederland (Figuren 1 en 2). De sterfte in de winter 2000/2001 was duidelijk lager en vergelijkbaar met de sterftepiek in de jaren 1990/1991 en 1991/1992. In de winter van 2001/2002 waren de aantallen op de Nederlandse kust aanspoelende Eiders opnieuw zeer hoog. De uiteindelijke sterfte was de op één na hoogste ooit.



Figuur 1. Wintersterfte (aantallen dood gevonden Eiders per kilometer strand) van Eiders in de Nederlandse kustwateren in de periode november tot april voor de winters 1977/1978 - 1999/2002. Er is een onderscheid gemaakt tussen Eiders met en zonder olie.

Bron: Camphuysen (2002).



Figuur 2. Strandingen van Eiders (gemiddeld aantal per km kustlengte, per maand) zoals vastgesteld door de tellers van de Nederlandse Zeevogelgroep, tussen januari 1999 (links) en mei 2002 (rechts).

Bron: Camphuysen (2002).

De massasterftes, die nu dus al drie jaar aanhouden, zijn in verband gebracht met diverse mogelijke oorzaken, variërend van een geheel natuurlijke, en door Eidereenden zelf in stand gehouden hoge besmettingsgraad met dodelijke aantallen maag- en/of darmparasieten tot een door de schelpdiervisserij veroorzaakt voedselgebrek (v.d. Berk *et al.* 2000). Voor het LNV beleid m.b.t. het beheer van de Waddenzee is dit verschil belangrijk: visserij kan middels extra beleidsmaatregelen gestuurd worden; parasieten op het wad waarschijnlijk niet.

De ongekend massale sterfte in 1999/2000 is gedocumenteerd door Camphuysen *et al.* (2002); de sterfte in 2000/2001 bleef tot op heden ongedocumenteerd en omdat in 2001/2002 opnieuw sprake was van een hoge sterfte zijn door Alterra en de Nederlandse Zeevogelgroep enkele honderden versdode Eidereenden verzameld voor nader onderzoek. LNV stelde begin 2002 een budget beschikbaar om dissecties op deze dieren te doen verrichten, een expert meeting te organiseren en een rapportage te schrijven. Tijdens de expert meeting op 26 februari 2002 werden de verschillende hypothesen besproken die aan de sterfte ten grondslag zouden kunnen liggen, werd een dissectieprotocol vastgesteld en werden werkafspraken gemaakt over de dissectie. De dissecties vonden plaats op Alterra van 11 tot 15 maart 2002 door een team van experts onder leiding van M.F. Leopold



De snijploeg (uitgezonderd Fred Borgsteede), van links naar rechts: Piet Duiven, Susanne Eisenberg, Kees Camphuysen, Mardik Leopold, Evert Jan Slot, Saskia van der Drift, Romke Kats en Maaike van Leeuwen.



Uitwendig onderzoek aan de uitgestalde eenden. Linksachter op de foto Fred Borgsteede.

Behalve deze grote snij-actie werd ook afgesproken dat geprobeerd zou worden om vanaf dat moment elke week twee vers dode Eidereenden naar G. Dorrestein op te sturen voor uitgebreid macroscopisch, histologisch, parasitologisch en microbiologisch onderzoek van het kadaver en de organen. In totaal 6 eenden konden worden onderzocht. Verder was de bij de expertmeeting aanwezige Deense onderzoeker T.K. Christensen zo vriendelijk zijn nog ongepubliceerde gegevens over in Denemarken geschoten Eidereenden ter beschikking te stellen, zodat een vergelijking gemaakt kon worden tussen de belasting met darmparasieten van dood gevonden en geschoten Eidereenden. In de loop van het onderzoek kwamen ook nog gegevens beschikbaar over de opvang van Eidereenden in vogelasiel Bergen. Voor zover relevant zijn deze gegevens in de rapportage gebruikt.

Het eerste concept van de rapportage werd opgeleverd op 1 april 2002. Een belangrijk gemis aan dit eerste concept was het nagenoeg ontbreken van een statistische analyse van de gegevens. Met LNV werd overeengekomen dat uit LNV bestek 5a "voedselaanbod voor vogels" geput kon worden voor het noodzakelijke budget om deze analyses uit te voeren. In dit kader werd ook een uitgebreide beschrijving opgenomen van alle tot nu toe waargenomen grote sterftes onder Eidereenden in Nederland alsook de harde getallen over de aantallen dood gevonden dieren uitgesplitst naar datum en locatie. Het tweede concept werd opgeleverd op 15 mei 2002. In de rapportage wordt geconcludeerd dat verhongering door een gebrek aan geschikt voedsel de meest aannemelijke verklaring voor de gevonden sterfte is. Een logische wens van LNV betrof het verder onderbouwen van deze verklaring door het toevoegen van getallen over het voedselaanbod. Deze extra analyse werd betaald uit de vrije ruimte voor 2002 van het evaluatie-onderzoek aan de schelpdiervisserij (EVA II). Het finale concept werd eind juli 2002 opgeleverd. Tezelfdertijd was ook de aanvullende rapportage van F.H.M. Borgsteede gereed gekomen over additioneel onderzoek naar de aanwezigheid van de maagworm *Amidostomum acutum* bij de gestorven Eidereenden. In de stuurgroepvergadering van 16 september 2002 werd besloten dat het de voorkeur verdiende beide rapportages samen te voegen en de conclusies van de aanvullende rapportage in het hoofdrapport te verwerken. Dit is gebeurd. Verder werd besloten de rapportages voor te leggen aan de audit commissie van het evaluatie-onderzoek aan de schelpdiervisserij. Het rapport van de audit commissie is als appendix toegevoegd en middels voetnoten is aangegeven hoe het commentaar op het finale concept in de definitieve rapportage is verwerkt. Het rapport rolde medio oktober 2002 ten lange leste van de persen.

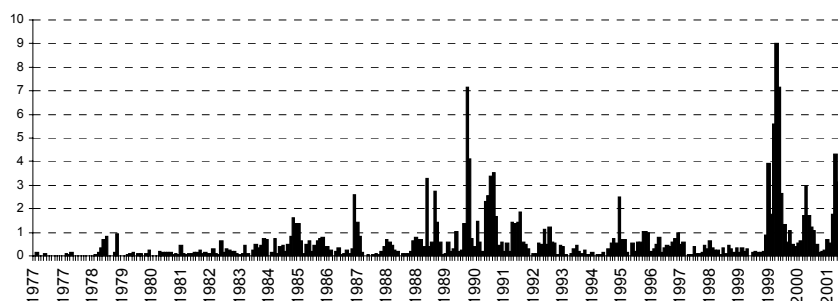
Dit rapport richt zich nadrukkelijk op een verklaring van de verhoogde sterfte van Eidereenden in 2001/2002. Voor algemene informatie over de ecologie van de Eidereend in de Nederlandse kustwateren wordt verwezen naar Camphuysen (1997) en het rapport van het EC-LNV over de sterfte in 1999/2000 (van de Berk *et al.* 2000). Dit rapport gaat ook niet in op de relatie tussen schelpdiervisserij en Eidereenden, anders dan een aantal aanbevelingen voor onderzoek aan het einde van het rapport. De relatie tussen Eidereenden en schelpdiervisserij komt nadrukkelijk aan de orde in het evaluatieonderzoek aan de schelpdiervisserij (EVA II) dat medio 2003 moet worden afgerond (Ens *et al.* 2000).

Aantallen aangespoelde dode Eidereenden van 1977 tot heden

Sinds het begin van de door het Nederlands Stookolieslachtofferzoek (NSO, tegenwoordig werkgroep van de Nederlandse Zeevogelgroep: NZG/NSO) gecoördineerde tellingen van dode vogels op de Nederlandse kust zijn Eidereenden frequent gevonden watervogels, waaronder zo nu en dan verhoogde sterfte optreedt. Voor 1990 werd verhoogde sterfte vrijwel zonder uitzonderingen veroorzaakt door min of meer gemakkelijk aan te wijzen factoren, zoals olievervuiling of vergiftigingen. Bij veel andere, oliegevoelige soorten werden daarnaast ook geregeld zg. '*wrecks*' gevonden, waarbij grote aantallen exemplaren klaarblijkelijk door voedselgebrek in uitgemergelde conditie op de kust terechtkwamen (Camphuysen 1987, 1990ab, 1992, Camphuysen *et al.* 1999). De meeste *wrecks* betroffen strandingen van visetende (Alk

Alca torda, Zeekoet *Uria aalge* en Drieteenmeeuw *Rissa tridactyla*) of planktonetende vogels (Kleine Alk *Alle alle*, Noordse Stormvogel *Fulmarus glacialis*).

In 1990 trad in Nederland voor het eerst sterk verhoogde sterfte van Eidereenden op die duidelijk niet door olie of vergiftiging werd veroorzaakt (Figuren 1 & 3: Tabel 1)



Figuur 3. Maandelijksse dichtheden dode Eidereenden (uitgezonderd met olie besmeurde exemplaren) ten noorden van Camperduin en in het gehele Waddengebied, januari 1977 – mei 2002. Bron: Camphuysen (2002).

Tabel 1: Aantal dood gevonden Eidereenden per km strand per maand per jaar. De tabel betreft uitsluitend vogels zonder olie. Bron: Camphuysen (2002).

	jan.	feb.	mrt.	apr.	mei	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	dec.
1977	0.00	0.14		0.00	0.12		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1978	0.08	0.07	0.17	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.03
1979	0.15	0.35	0.67	0.84	0.00	0.00	0.15	0.95		0.00	0.00	0.06
1980	0.09	0.15		0.12	0.08	0.00	0.09	0.24	0.00	0.00	0.00	0.17
1981	0.15	0.13	0.15	0.15	0.03	0.11	0.07	0.46	0.08	0.04	0.07	0.10
1982	0.14	0.17	0.24	0.08	0.12	0.08	0.12	0.32	0.09	0.03	0.64	0.16
1983	0.28	0.24	0.21	0.19	0.09	0.03	0.12	0.46	0.11	0.02	0.25	0.48
1984	0.32	0.43	0.71	0.66	0.01	0.16	0.75	0.09	0.39	0.43	0.21	0.50
1985	0.85	1.63	1.37	1.39	0.65	0.08	0.50	0.64	0.19	0.43	0.64	0.73
1986	0.80	0.41	0.42	0.24	0.00	0.19	0.36	0.03	0.08	0.22	0.11	0.28
1987	2.60	1.43	0.82	0.12	0.02	0.06	0.00	0.04	0.09	0.07	0.18	0.38
1988	0.70	0.61	0.45	0.25	0.20	0.00	0.08	0.11	0.12	0.20	0.63	0.76
1989	0.71	0.70	0.39	3.27	0.37	0.58	2.73	1.44	0.57	0.05	0.08	0.56
1990	0.21	0.30	1.03	0.21	0.23	1.37	7.15	4.11	0.75	0.38	1.45	0.61
1991	0.19	2.31	2.56	3.37	3.54	1.67	0.46	0.58	0.19	0.56	0.21	1.40
1992	1.37	1.42	1.85	0.58	0.50	0.28	0.00	0.11	0.11	0.52	0.51	1.15
1993	0.50	1.25	0.58	0.56	0.07	0.45	0.38	0.04	0.02	0.08	0.28	0.45
1994	0.22	0.10	0.25	0.06	0.06	0.16	0.02	0.04	0.04	0.17	0.02	0.27
1995	0.53	0.75	0.55	2.48	0.68	0.70	0.13	0.00	0.53	0.19	0.60	0.60
1996	1.03	1.04	0.97	0.18	0.28	0.50	0.79	0.13	0.32	0.43	0.37	0.61
1997	0.75	0.97	0.47	0.60	0.02	0.04	0.06	0.39	0.12	0.11	0.14	0.45
1998	0.30	0.64	0.36	0.24	0.26	0.07	0.33	0.12	0.43	0.29	0.13	0.33
1999	0.16	0.33	0.21	0.29	0.02	0.12	0.19	0.13	0.16	0.21	0.88	3.91
2000	1.75	5.61	9.03	7.15	2.63	1.34	0.57	1.08	0.48	0.39	0.55	0.65
2001	1.70	2.93	1.72	1.21	1.10	0.50	0.17	0.20	0.23	0.69	0.54	1.79
2002	4.29	3.16	5.19	2.16	1.39							

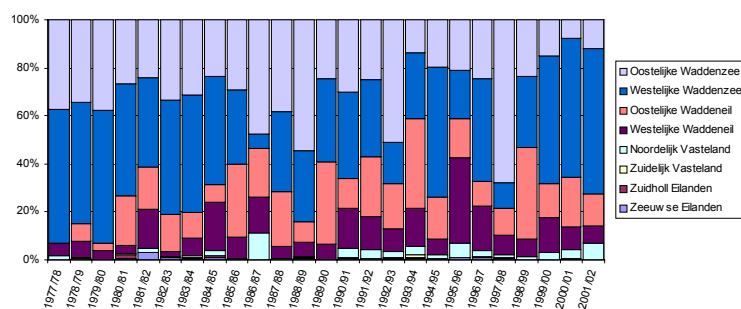
De sterfte begon in de winter, maar tot in 1992 werden ook 's zomers in het Waddengebied sterk verhoogde dichtheden aangetroffen. Meer dan de helft van de getroffen vogels werd in de Waddenzee gevonden, ruim 90% in het Waddengebied inclusief de Noordzeestranden aldaar (Fig. 4; Tabel 2). Gezien de problemen die ook andere schelpdieretende vogels ondervonden, met name de Scholekster *Haematopus ostralegus* (Camphuysen *et al.* 1996), en vanwege de buitengewoon verlaagde schelpdierbestanden als gevolg van overbevissing en tegenvallende zaadval (Beukema & Cadée 1996), werd verondersteld dat verhongering de belangrijkste factor was voor de verhoogde sterfte (Hart 1990, 1991, Gronert 1991, Camphuysen 1997). De waargenomen symptomen (extreme vermagering, schoon verenkleed, verzwakte vogels alom) waren gelijk aan het normaliter tijdens zeevogelwrecks vastgestelde beeld. Afwijkend waren de duur van de sterfte en de ruimtelijke schaal.

Tabel 2: Aantal dood gevonden Eidereenden per km strand per deelgebied per winter (nov-apr). De getallen tussen haakjes zijn niet gebaseerd op daadwerkelijke tellingen maar geschat op grond van de langjarige regionale verschillen. In de eerste rijen van de tabel staat het nummer van het telgebied en in de tweede rij het aantal kilometers strand. De tabel betreft uitsluitend vogels zonder olie. Bron: Camphuysen (2002).

	Zeeuwse Eilanden	Zuid- hollandse Eilanden	Zuidelijk Vasteland	Noordelijk Vasteland	Westelijke Wadden- eilanden	Oostelijke Wadden- eilanden	Westelijke Wadden- zee	Oostelijke Wadden- zee
gebiedno.	1	2	3	4	5	6	7	8
km strand	75	41	62	60	88	55	203	122
1977/78	0.00	0.00	0.00	0.04	0.09	0.00	0.43	(0.48)
1978/79		0.03	0.01	0.08	0.55	0.94	(1.78)	2.00
1979/80	0.00	0.01	0.01	0.00	0.18	0.23	(1.18)	1.33
1980/81	0.01	0.04	0.00	0.00	0.04	0.36	0.22	0.21
1981/82	0.03	0.00	0.00	0.02	0.16	0.28	0.16	0.17
1982/83	0.02	0.00	0.01	0.01	0.04	0.49	0.41	0.47
1983/84	0.00	0.04	0.01	0.05	0.25	0.56	0.71	0.76
1984/85	0.06	0.10	0.02	0.21	1.27	0.74	1.24	1.07
1985/86	0.00	0.02	0.00	0.01	0.32	1.78	0.48	0.77
1986/87	0.00	0.00	0.01	1.16	1.07	2.36	0.19	2.46
1987/88	0.00	0.00	0.00	0.01	0.15	1.04	0.41	0.78
1988/89	0.03	0.08	0.00	0.05	0.40	0.92	0.89	2.68
1989/90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	2.72	0.74	0.88
1990/91	0.05	0.10	0.02	0.88	2.50	3.04	2.34	3.26
1991/92	0.01	0.02	0.03	0.54	1.40	3.96	1.39	1.80
1992/93	0.02	0.04	0.04	0.33	0.83	2.64	0.65	3.22
1993/94	0.01	0.01	0.04	0.09	0.31	1.15	0.23	0.19
1994/95	0.01	0.00	0.00	0.15	0.32	1.38	1.17	0.71
1995/96	0.05	0.00	0.00	0.46	1.91	1.36	0.46	0.80
1996/97	0.05	0.00	0.01	0.18	0.81	0.76	0.83	0.78
1997/98	0.02	0.07	0.00	0.11	0.50	1.10	0.28	3.00
1998/99	0.00	0.01	0.00	0.04	0.19	1.59	0.34	0.44
1999/00	0.04	0.05	0.00	1.15	4.19	6.32	6.59	3.07
2000/01	0.00	0.04	0.00	0.51	0.78	2.78	2.10	0.48
2001/02	0.02	0.00	0.03	1.68	1.21	3.55	4.38	1.46

Van 1993 tot en met de zomer van 1999 was de sterfte van Eidereenden niet structureel omvangrijker dan tijdens de jaren tachtig (Figuren 1 & 3). In oktober en november 1999 veranderde dit radicaal (Camphuysen 2000a). Bij een massale sterfte in het gehele Waddengebied kwamen naar schatting 21.000 Eidereenden om het leven (Camphuysen *et al.* 2002), waaronder een belangrijk deel van de oude, ervaren broedvogels (Camphuysen 2000b). De symptomen waren opnieuw zodanig dat verondersteld werd dat verhongering een belangrijke onderliggende factor moest zijn geweest (Camphuysen 2000c; Piersma & Camphuysen 2001; Camphuysen *et al.* 2002).

In het seizoen 2000/01 werd opnieuw verhoogde sterfte geconstateerd zij het op een wat lager niveau dan in het daaraan voorafgaande jaar (Camphuysen 2001). In de daarop volgende winter van 2001/02 werd de tot dusver op één na omvangrijkste *wreck* geconstateerd (Figuren 1 & 3). In de drie laatste winters werden veruit de grootste aantallen dode Eidereenden in de westelijke Waddenzee aangetroffen (Fig. 4). Ofschoon proportioneel wellicht onbeduidend, is vermeldenswaard dat langs de Noord-Hollandse kust in de laatste winter veel grotere aantallen dode Eidereenden werden gevonden dan ooit tevoren (archief NZG/NSO). Ruwe schattingen, op basis van gevonden dichtheden en spreiding door het seizoen in vergelijking met het jaar met de meest omvangrijke sterfte (1999/2000) komen neer op 5-7000 slachtoffers in 2000/01 en 10.000-12.000 in de meest recente winter (2001/02). Afgezet tegen een overwinterende populatie van om en nabij de 120.000 Eidereenden in Nederland komt dit neer op een sterfte van respectievelijk ruim 18%, 4-6% en 8-10%..



Figuur 4. Regionale verdeling (%) van dode Eidereenden per winter (nov-apr) over de Nederlandse kust (uitgezonderd met olie besmeurde exemplaren). Bron: Camphuysen (2002).

Mogelijke doodsoorzaken

In appendix A wordt een uitgebreid overzicht gegeven van alle bekende gevallen van massale sterfte van Eidereenden in Nederland, inclusief de referenties naar de oorspronkelijke literatuur. Tijdens de expert meeting is een lijst gemaakt van alle enigszins realistische hypothesen over de directe doodsoorzaak van de in de winter van 2001/2002 dood gevonden Eidereenden, de bijbehorende achterliggende oorzaken en de manier waarop uitsluitel verkregen zou kunnen worden (Tabel 3).

Het gaat om de volgende mogelijke oorzaken:

1. Vervuiling door olie of een andere vetachtige substantie.
2. Vergiftiging door giflozing of natuurlijke toxinen.
3. Epidemie van virale microparasieten.

4. Epidemie van niet-virale microparasieten (bacterie, schimmel of protozoo).
5. Epidemie van macroparasieten (met name wormen).
6. Chronische stress.
7. Verhongering als gevolg van een tekort aan geschikt voedsel.

Tabel 3: Lijst met mogelijke doodsoorzaken, de data die verzameld moeten worden om de betreffende doodsoorzaak vast te kunnen stellen en de bijbehorende onderliggende oorzaak. Een uitgebreide beschrijving van eerder waargenomen massasterftes van Eidereenden in de Nederlandse kustwateren is te vinden in appendix A.

Doodsoorzaak	Kenmerken waaraan de betreffende doodsoorzaak kan worden vastgesteld	Verklaring voor de verhoogde sterfte
Vervuiling met olie of een andere uitwendige vetachtige substantie	Dood gevonden vogels zijn zonder uitzondering uitwendig besmeurd met olie of andere vetachtige substantie	Ongeluk met olietanker of (illegale) lozingen van olie of andere vetachtige substantie (palmolie, verf, paraffine, dodecylphenol, nonylphenol, polyisobutyleen)
Vergiftiging	Vogels die een snelle vergiftigingsdood sterven zijn in goede lichamelijke conditie. Ook andere soorten die met de gifstof in aanraking komen moeten verhoogde sterfte vertonen. Tijdens metingen van de waterkwaliteit moet een exceptioneel hoog niveau van een bepaalde gifstof worden vastgesteld.	Behalve (illegale) giflozingen (bijv. telodrin, dieldrin) kan er ook sprake zijn van natuurlijke toxinen (botulisme, "red tides" door giftige algen)
Virus infectie	Virologisch onderzoek aan lever, nier en alvleesklier van een beperkt aantal dieren (tekenen van een gedood immuun systeem; op typische wijze aangetaste organen; vaststelling virus DNA via virus-specifieke primers). Om "langzame" virussen vast te stellen moeten checks door het hele jaar plaatsvinden. "Langzame" virussen zijn het eenvoudigst vast te stellen bij jongen vogels.	Virus epidemie. In Nederland zijn tot nu toe geen gevallen beschreven van massale sterfte van Eidereenden door een virus epidemie, maar dergelijke epidemieën zijn wel bekend voor andere diersoorten, zoals de Gewone Zeehond (<i>Phoca vitulina</i>)
Niet virale infectie met microparasieten (bacterie, schimmel, protozoo)	Deze ziekteverwekkers "overgroeien" specifieke organen van de gastheer: opvallende ontstekingen van bijvoorbeeld lever of darmen. Succesvol isoleren en kweken van de ziekteverwekker. Snel gestorven dieren zijn in goede conditie.	Epidemie van niet-virale microparasieten. Een bekend voorbeeld is vogelcholera, die veroorzaakt wordt door de bacterie <i>Pasteurella multocida</i> .
Verhongering als gevolg van hyperinfectie met macroparasieten	Gestorven dieren hebben extreem laag gewicht en extreem hoge infectie met een specifieke macroparasiet.	Epidemie van macroparasieten. De volgende twee macroparasieten van de Eideend zijn mogelijk pathogeen: de darmparasiet <i>Profilicollis botulus</i> en de maagparasiet <i>Amidostomum acutum</i>

Chronische stress	Bij chronische stress wordt de werking van het immuun systeem onderdrukt (geen immuun reactie op bijv. darmparasieten). Het gevolg is dat de vogels vatbaarder worden voor een keur aan ziektes waaraan ze kunnen sterven.	Een veelheid aan factoren, zoals vervuiling, voedseltekort en verstoring
Verhongering door een te lage inname van energierijk voedsel	Belangrijkste kenmerk is dat de gestorven vogels een extreem laag gewicht hebben.	Een tekort aan voedsel van geschikte kwaliteit

In dit verslag zal worden nagegaan welke van deze oorzaken het meest waarschijnlijk is als verklaring voor de in de winter van 2001/2002 waargenomen sterfte onder de Eidereenden. Daartoe worden eerst uitgebreid de gevolgde methode en de beschikbare data beschreven. Vervolgens worden de resultaten van de metingen en analyses besproken. Aan de hand van die resultaten worden dan de verschillende mogelijke oorzaken van de massasterfte onder de loop genomen.

Een vergelijkbaar onderzoek naar de oorzaak van de massale sterfte van Eidereenden in de winter van 1999/2000 (van de Berk *et al.* 2000) heeft aanleiding gegeven tot een wetenschappelijke controverse. Volgens Camphuysen (2000c), Piersma & Camphuysen (2001) en Camphuysen *et al.* (2002) is de meest aannemelijke verklaring voor die sterfte verhogering als gevolg van voedseltekort, waarbij schelpdiervisserij een hoofdoorzaak is van het voedseltekort. Deze conclusie wordt bestreden door Smaal *et al.* (2001a), omdat er in hun ogen in 1999/2000 geen sprake was van een abnormaal laag bestand aan schelpdieren. Zij constateren wel een abnormaal hoge dichtheid strandkrabben (*Carcinus maenas*) en postuleren daarom dat een verhoogde infectie met de darmparasiet *Proflicollis botulus* een aannemelijke alternatieve verklaring voor de sterfte is. Smaal *et al.* houden echter geen rekening met het feit dat er verschillen zijn in de mate waarin de schelpdierbestanden beschikbaar zijn als voedsel voor de Eidereend. In dit rapport zal evidentie worden gepresenteerd dat voor de Eidereend belangrijke schelpdierbestanden in 1999/2000 wel degelijk laag waren en dat de verhoogde sterfte in de winter van 2001/2002 ook het gevolg was van een tekort aan geschikt voedsel. Dat wil niet zeggen dat er geen verbeteringen mogelijk zijn in de gepresenteerde analyse van het voedselaanbod voor de Eidereend. Het rapport eindigt met voorstellen die richting kunnen geven aan het verdere onderzoek aan deze kwestie in het kader van het evaluatie onderzoek aan de schelpdiervisserij (EVA II) dat in 2003 moet worden afgerond. (Ens *et al.* 2000)

2 Methoden

2.1 Dissecties

Eidereenden zijn verzameld van 2000-2002 door Romke Kats, en door een keur aan andere aanleveraars, waarvan de belangrijkste zijn: Natuurvereniging de Windbreker in Petten (eenden uit Noord-Holland), Folkert Janssens, Carl Zuhorn en Peter de Boer (Vlieland) en Dirk Kuiken (Harlingen). De eenden zijn op Alterra gelabeld en diepgevroren bij -20 °C. Voor de verwerking werd gekozen voor een grote snij-actie, waarbij in zo kort mogelijke tijd, aan zo veel mogelijk eenden zo veel mogelijk gemeten en bepaald zou kunnen worden. In de beschikbare ruimte op Alterra konden circa 200 eenden worden uitgelegd. Met circa 400 eenden in de vriezer betekende dit dat twee meetseries moesten worden afgewerkt. De eerste 200 eenden zijn op de vrijdag voorafgaand aan de snijweek uit de vriezer gehaald en ter ontgooing op lange tafels uitgelegd; de tweede serie werd op dinsdagmiddag uit de vriezer gehaald. Bij de verwerking van de eenden werd steeds in ploegen van twee mensen gewerkt, waarbij de één de betreffende bepaling deed, terwijl de ander de gegevens noteerde. Iedere eend kreeg een eigen dissectieformulier, waarop alle gegevens werden genoteerd. De verschillende teams van twee mensen werkten achter elkaar aan, en maakten steeds een bepaalde meting helemaal af aan alle eenden. Hierbij was de teamindeling zodanig, dat bestaande expertise onder de verschillende leden van het team zo goed mogelijk werd benut. Vooraf was een snijprotocol gemaakt waarin de taken naar kunde en kennis van de verschillende teamleden waren verdeeld. Iedere eend kreeg een volgnummer, waarin informatie over vinddatum en vindplaats was verwerkt. Hiertoe werden de databases van Romke Kats (informatie over de aangebrachte eenden) en die van Kees Camphuysen (NSO archief, informatie over tellingen aan dode vogels op de Nederlandse kusten) gekoppeld.

Aan de eenden werden de volgende bepalingen gedaan (niet alle bepalingen waren bij alle eenden mogelijk):

1. UITWENDIGE BESCHRIJVING

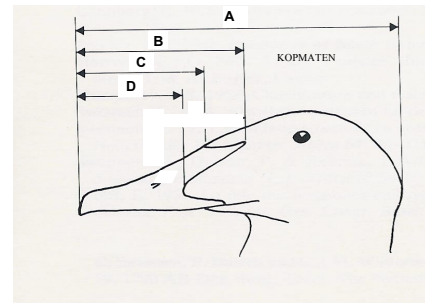
- Sexe
- Leeftijd (op grond van veer-kenmerken)
- Staat (zeer vers – vers – vrij vers – vrij oud – oud – zeer oud); te oude eenden (rot) of te zeer beschadigde kadavers werden verwijderd
- Olie / Andere uiterlijke besmeuring, verstriking etc
- Rui en sleet van slagpennen en staartpennen, beschrijving overige veren waar nodig

2. UITWENDIGE BIOMETRIE VLEUGEL EN POOT

- Vleugellengte (links en rechts), maximaal gestrekte handvleugel
- Tarsuslengte (links en rechts)

3. KOPMATEN (Zie schema, tekening C. Swennen):

- A - Koplengte
- B - Snavel tot in diepe zij-inham
- C - Snavel bovenop tot veerpunt
- D - Snavel tot wang-veerlob



4. GEWICHT

Alleen relatief schone en complete vogels werden gewogen.

5. INWENDIGE BIOMETRIE

- Lengte borstbeen.

6. INWENDIGE CONDITIE & ORGAAN INDICES

- Onderhuids Vet (score 0 tot 3, van niets tot zeer vet) (zie foto)
- Borstspier (Score 0 tot 3, van vrijwel tot op het bot vermagerd, tot goed in vlees zittend)
- Darmvet (0-3)
- Darmconditie (0-3, eventueel met beschrijving pathologie)
- Long (idem)
- Nier (idem)
- Lever (idem)
- Duidelijke inwendige pathologie (ontstekingen, gezwellen, rupturen, schimmels etc).



Een vrouwtje Eidereend met een volle borstspier en een vetlaag (links) en een vrouwtje Eidereend zonder vetlaag en een sterk ingevallen borstspier (rechts)

7: GONADEN

- Controle sexe op grond van gonaden
- Man: lengte en breedte linker testis (mm)
- Vrouw: diameter grootste follikel (mm) en uiterlijk oviduct (score 1-4, van dun en recht tot breed en gekronkeld (als gevolg van een eerdere ei-passage).

8: ORGAANGEWICHTEN

- Lever
- Maag (Spiermaag, leeg)
- Hart
- Borstspier (éénzijdig)

9: MAAG/DARM INHOUD

- Voedselresten (soort, grootte, hoeveelheid)
- Non-food
- Aantallen darmparasieten (zie foto).



Een opengesneden darm van een Eidereend met daarin veel exemplaren van de darmparasiet Profilicollis botulus

10 VERZAMELDE ONDERDELEN:

Van iedere eend werden verzameld en opnieuw diepgevroren:

- Levermonsters voor latere DNA en toxicanten bepalingen
- Spiermagen voor latere bepalingen aan maagparasieten
- Koppen voor latere bepalingen aan toxicanten (hersenen) of voor DNA
- Vleugels met verschillende stadia van sleet voor bacterieel onderzoek

NB: Verwerking van deze monsters is afhankelijk van nadere financiering.

In totaal zijn circa 400 eenden verzameld en diepgevroren bewaard. Deze zijn allemaal verwerkt, maar enkele tientallen vielen om uiteenlopende redenen af, vóór of tijdens het onderzoek. Zo waren enkele eenden ongelabeld. Verder waren sommige eenden bij nader inzien te vies of te kapot; soms bleek dit pas nadat ze geopend waren voor inwendige inspecties. Het aantal bepalingen per eend varieert hierdoor van 0 (niet opgenomen), via gedeeltelijk (bijvoorbeeld alleen uitwendige biometrie) tot de volledige set. Tarsus maten en de snavelmaten B en D zijn alleen bij de eerste 200 eenden gedaan. Deze maten zijn weinig onderscheidend (George Wintermans en Piet Duiven, ongepubliceerd). Borstspiergewichten zijn genomen bij een selectie van 65 eenden, verdeeld over de sexen en conditie-indices. Het databestand bevat gegevens over 382 eenden. De kadavers van 290 eenden waren voldoende vers om het gewicht te nemen.

2.2 Correctie voor lichaamsgrootte

In een deel van de analyses spelen orgaangewicht en lichaamsgewicht een belangrijke rol. Variatie in gewicht van organen en lichaam kan het gevolg zijn van variatie in lichaamsgrootte en van variatie in voedingstoestand. Voor deze rapportage is primair de voedingstoestand van belang. De vraag is dus of er lichaamsmaten zijn, die gebruikt kunnen worden om te corrigeren voor lichaamsgrootte. De volgende structurele maten werden genomen: koplengte, drie verschillende snavelmaten, tarsuslengte (links en rechts), vleugellengte (links en rechts) en lengte van het sternum (intern en extern). In Tabel 4 worden een aantal statistieken over de verschillende variabelen gegeven. De coëfficiënt van variatie ligt voor alle variabelen in dezelfde orde van grootte. De lengte van het sternum is zo weinig frequent extern gemeten dat het niet zinnig is deze variabele in de analyse te betrekken, ook al omdat de correlatie tussen de interne en externe meting zeer hoog is ($r=0.93$, $N=49$). Er is

geen verschil tussen links en rechts bij tarsus en vleugel en de correlatie tussen links en rechts is zeer hoog (tarsus: $r=0.995$, $N=187$; vleugel: $r=0.98$, $N=352$). Daarom is voor zowel vleugel als tarsus het gemiddelde van links en rechts genomen. In Tabel 5 zijn de correlaties berekend tussen de overgebleven structurele maten. Zoals te verwachten was zijn alle correlaties positief en significant verschillend van nul. Voor vogels zonder enig spoor van vetreserves is het verband tussen deze overgebleven structurele maten en het lichaamsgewicht berekend. De beste correlaties zijn met vleugel en kop (resp. $r=0.49$, $N=249$ en $r=0.42$, $N=261$) en de slechtste correlaties zijn met sternum en tarsus (resp. $r=0.28$, $N=234$ en $r=0.26$, $N=142$). Het is duidelijk dat verschillen in gewicht deels samenhangen met verschillen in lichaamsgrootte, maar zelfs de beste schatter verklaart niet meer dan 25% van de variatie in lichaamsgewicht van dieren met volledig uitgeputte vetreserves. Door combinatie van de structurele maten is waarschijnlijk een betere schatter te construeren, maar in het kader van dit verslag ontbreken daartoe de mogelijkheden. Bijgevolg is besloten in de analyses niet te corrigeren voor lichaamsgrootte.

Tabel 4: Beschrijvende statistiek (aantal keren gemeten, minimale waarde, maximale waarde, gemiddelde waarde, standaard deviatie en variatie coëfficiënt) van de genomen structurele maten. Alle maten zijn in mm en de variabelen zijn geordend naar oplopend gemiddelde.

	N	Min	Max	Gem.	SD	CV
snavellengte D (tot wangveerlob)	189	33	43	37	1.7	4%
tarsuslengte links	189	49	59	54	1.8	3%
tarsuslengte rechts	188	49	59	54	1.8	3%
snavellengte C (bovenop tot veerpunt)	365	50	66	57	3.0	5%
snavellengte B (tot in diepe zij-inham)	189	69	86	77	4.0	5%
sternum lengte intern	313	107	136	122	4.8	4%
sternum lengte extern	62	113	137	126	4.8	4%
koplengte	365	117	138	128	4.1	3%
vleugellengte rechts	358	277	322	298	9.7	3%
vleugellengte links	356	277	323	299	9.7	3%

Tabel 5: Pearson correlatie coëfficiënten (rechter bovenhoek in de matrix) en aantal waarnemingen waarop de correlatie coëfficiënt is gebaseerd (linker onderhoek in de matrix) voor structurele maten. Alle correlaties verschillen significant van nul ($P<0.01$).

	snavel lengte B	snavel lengte C	snavel lengte D	koplengte	sternum intern	tarsus lengte	Vleugel lengte
snavellengte B		0.8	0.7	0.8	0.5	0.4	0.5
snavellengte C	189		0.7	0.7	0.4	0.4	0.3
snavellengte D	189	189		0.6	0.3	0.2	0.3
koplengte	187	362	187		0.6	0.5	0.4
lengte sternum intern	185	309	185	309		0.5	0.4
tarsuslengte	185	185	185	183	182		0.3
vleugellengte	181	343	181	343	297	177	

2.3 Gedetailleerd pathologisch onderzoek

In totaal werden 7 zeer recent gestorven eenden in Utrecht aangeboden voor gedetailleerd pathologisch onderzoek. Deze vogels werden onderzocht volgens het standaard protocol dat gehanteerd wordt bij de afdeling Vogels en Bijzondere Dieren, Faculteit Diergeneeskunde in Utrecht (Dorrestein, 1997) aangevuld met bovenbeschreven protocol. In dit onderzoek werd in aanvulling op de macroscopische beoordeling, het volgende materiaal gefixeerd voor histologisch onderzoek: lever, milt, hart, (bij)schildklieren, bursa, longen, (bij)nieren en geslachtsapparaat, maagwand (met name strook vanuit kliermaag naar spiermaag i.v.m. maagwormen), pancreas, darm (gebied D. omphalo-entericus). Cytologisch onderzoek van afdrukjes werden gekleurd met Hemacolor® van lever, milt, longen, beenmerg en darm voor het aantonen van bacteriën, gisten, bloedparasieten en andere microscopisch zichtbare organismen. Een aëroob bacteriologisch onderzoek werd uitgevoerd op bloedagar, brilliant groen fenol rood agar en serum bouillon van lever en cloaca-inhoud. De borstspier werd verpakt in aluminium folie en ingevroren. Delen van lever, milt en nieren werden ingevroren voor een analyse van het ijzergehalte. Bursa en lever werden ingevroren voor evt. virologisch onderzoek. Maag (na wegen), maaginhoud en darmen (na meten van de lengte van de verschillende darmdelen en een schatting van het aantal parasieten) werden ingevroren en opgeslagen voor parasitologisch onderzoek. De darminhoud werd gefixeerd in alcohol (met 10% glycerine) voor verdere parasitologische analyse. Alle afwijkingen en de binnenzijde van alle magen werden fotografisch vastgelegd. De resten van het kadaver werden diepgevroren opgeslagen.

De resultaten van dit gespecialiseerde onderzoek worden uitgebreid beschreven in appendix B. In de hoofdtekst van dit verslag worden de belangrijkste conclusies kort samengevat.

2.4 Onderzoek aan de maagworm *Amidostomum acutum*

Binnen het beschikbare budget was het niet mogelijk om uitgebreide tellingen van de maagparasiet *Amidostomum acutum* te verrichten. Daarom zijn alle magen weer ingevroren. Na verloop van tijd kwam er alsnog budget beschikbaar voor het ID-Lelystad om een honderdtal ingevroren magen te onderzoeken op de maagworm.

De resultaten van dit aanvullende onderzoek worden uitgebreid beschreven in appendix C. In de hoofdtekst van dit verslag worden de belangrijkste conclusies kort samengevat.

2.5 Opgevangen Eidereenden in vogelasiel Damland in Bergen

Als gevolg van de verzwakking van Eidereenden werden een aantal levende Eidereenden aangeboden bij de Vogelopvang Damland. Besloten werd deze eenden bij te voeren en ze regelmatig te wegen. De eenden werden gewogen bij binnenkomst. Na controle op olieverontreiniging en opvallende verwondingen

werden de eenden met een sonde gevoerd. De voeding (ongeveer 60 ml) bestond uit een dikke pap bereid uit eendenkorrel (Lundi, Exquisit, drijvende korrel voor zeevogels, vetgehalte 5.5%, eiwit 35%). Aan deze eendenkorrel zijn geen medicijnen toegevoegd.

2.6 In Denemarken geschoten Eidereenden

Door T.K. Christensen zijn in de winters van 2000/2001 en 2001/2002 enkele tientallen in Denemarken overwinterende Eidereenden geschoten in het kader van onderzoek naar de oorzaak van verschillen in vluchtreactie. Sommige eenden duiken onder bij naderend gevaar, terwijl andere eenden wegvliegen. Omdat er in Denemarken op Eidereenden gejaagd mag worden werd verondersteld dat de duikende dieren misschien aangeschoten en verzwakt waren. Dit bleek niet het geval en de dieren vormen derhalve een goede steekproef voor wat betreft de parasietbelasting van gezonde Eidereenden. In het kader van het onderzoek van Christensen werden namelijk van alle geschoten eenden de sexe en leeftijd bepaald en een aantal biometrische maten genomen, waaronder gewicht en tarsuslengte. Verder werden de aantallen darmparasieten *Profilicollis botulus* geteld. De gegevens van de geschoten eenden kunnen dus gebruikt worden om te kijken of er een verschil is in parasietbelasting tussen geschoten (gezonde) en dood gevonden (verhongerde) Eidereenden. Tijdens de expert meeting raakt T.K. Christensen overtuigd van het belang om in het vervolg van zijn onderzoek ook de aantallen maagparasieten *Amidostomum acutum* te tellen, maar voor deze rapportage was dat te laat.

2.7 Niet verrichte bepalingen en monsternames

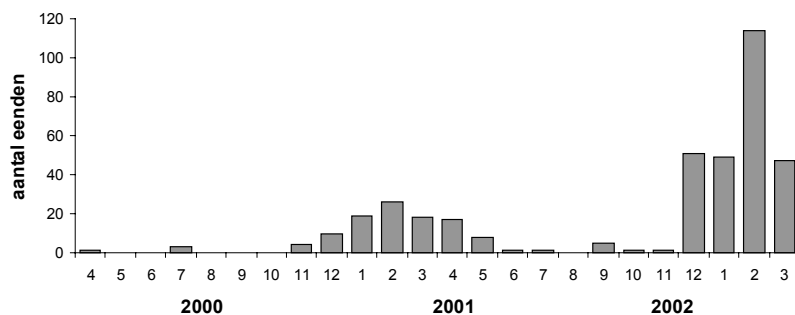
Er is overleg geweest met M. Eggens (RIKZ) en T. Kuiken (Vakgroep Virologie Erasmus Universiteit) over aanvullende monsternames ten behoeve van (bio)chemisch onderzoek en virusonderzoek. Voor beide typen van onderzoek gelden echter de beperkingen dat ze bijzonder duur zijn (en niet begroot) en vooral dat materiaal nodig is dat vers is, dan wel diepgevroren bij -80°C . Aan deze condities voldoet ons materiaal niet, dus dit onderzoek kwam te vervallen. Dit wordt niet als een groot gemis gezien. Ten tijde van het onderzoek was al bekend dat andere vogelsoorten in de Waddenzee geen verhoogde sterfte hebben laten zien in de afgelopen drie jaar die aan toxicanten kon worden toegeschreven, waarmee de urgentie voor ecotoxicologisch onderzoek als laag werd beoordeeld. Verder geldt dat als er één virus of andere microparasiet de primaire doodsoorzaak voor het merendeel van de eenden zou zijn, dat er dan ook gezamenlijke pathologische verschijnselen zouden moeten zijn waaraan de vogels kort voor hun dood zouden zijn bezweken. Om deze reden is relatief zwaar ingezet op de pathologie en anatomie, door de toevoeging aan het team van de diergeneeskundigen, en op onderzoek aan aanwezigheid van voedselresten in de eenden door ecologen.

3 Resultaten

In het volgende wordt allereerst nagegaan in hoeverre de onderzochte eenden een representatieve steekproef vormen uit de aangespoelde dode eenden. Vervolgens worden de resultaten van eerst het uitwendige onderzoek en daarna het inwendige onderzoek beschreven. Bij de presentatie van de metingen aan de infectiegraad met darmparasieten wordt een uitgebreide vergelijking gemaakt met de geschoten eenden. Aan het eind worden kort de gegevens van het gedetailleerde pathologische onderzoek, het aanvullende onderzoek aan de maagwormen en de in het asiel opgevangen eenden besproken.

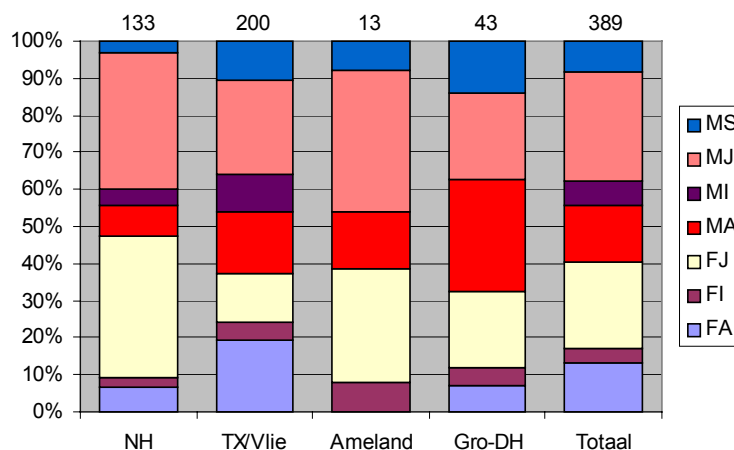
3.1 Aantallen, verspreiding in tijd en ruimte

Eenden die voor dit onderzoek zijn verzameld en onderzocht stammen uit de periode april 2000 tot maart 2002. De frequentieverdeling van voorkomen in de tijd (Figuur 5) komt goed overeen met het patroon in sterfte zoals gevonden door de tellers langs de Nederlandse kusten (Figuur 2) voor de afgelopen twee jaar. De verzamelde vogels laten een vergelijking toe van de sterfte in de afgelopen twee winters, met die van de eerste winter met ongekend massale sterfte (1999/2000: Camphuysen *et al.* 2002).



Figuur 5. Aantallen onderzochte Eidereenden als functie van de maand van verzamelen, lopend van april 2000 tot en met maart 2002.

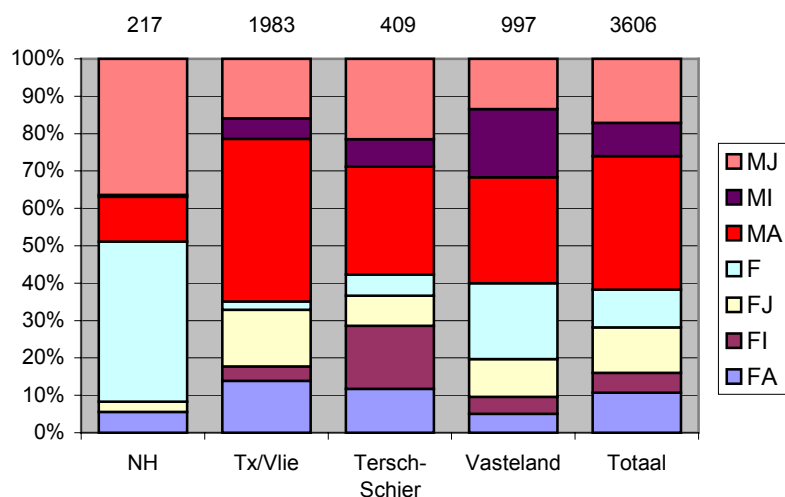
Ook de verspreiding van vondsten in de ruimte komt overeen met de verspreiding van eenden op zee: relatief grote aantallen eenden werden verzameld in de westelijke Waddenzee en op de Noord-Hollandse kust, waar de grootste concentraties eenden zaten (Figuur 6). Een concentratie op de Noordzee ten noorden van Ameland is gemist, ondanks een speciale verzameltocht in februari 2002. Op het Noordzeestrand van Ameland lagen wel dode eenden, maar de dieren waren niet voldoende vers om te verzamelen. Ook de centrale Waddenzee (omgeving Griend), waar wel forse aantallen versdode Eiders zijn geteld door lokale onderzoekers, blijft onderbelicht, omdat deze eenden niet voor onderzoek werden verzameld.



Figuur 6. Verdeling van de onderzochte eenden, per sexe/leeftijdscategorie over de ruimte (X-as): NH = Noord-Holland, TX/Vlie = Texel en Vlieland, Ameland = wadkant Ameland, Gro-DH = vasteland kust Waddenzee van Groningen tot Den Helder. De aantallen eenden per deelgebied staan boven de staven vermeld. Legenda rechts: M=man, F=vrouw; A=adult (volwassen); S=subadult (3e en 4e winters, alleen bij mannen), I="immature" (2e winter), J=juveniel (1e winter).

3.2 Sexe en leeftijd

Er zijn relatief veel mannen verzameld (60%) en veel niet-adulte vogels (72%) (Figuur 7). Er is in de Waddenzee in de winter ook bij levende vogels vermoedelijk een klein mannenoverschot. Swennen stelde op grond van luchtfoto's in januari 1978 vast dat 55% van de eenden op het water in de Waddenzee mannen waren (Reijrink 1978). Het aandeel onvolwassen vogels in ons materiaal is veel hoger dan dat op zee, zeker in vergelijking met de leeftijdsverdeling in de grootste groepen, die meestal ver uit de kust verblijven (centrale westelijke Waddenzee en Noordzee). In deze groepen is het merendeel van de eenden adult. Deze gaan dus of relatief weinig dood, of ze spoelen niet (in verse staat) aan. Tijdens de laatste drie winters was er overigens laat in de winter, vanaf maart, steeds een sterke toename te zien in het aandeel volwassen mannen onder de dood gevonden eenden. Deze sterfte is zeker ondervertegenwoordigd in het nu onderzochte materiaal, omdat de snijactie in maart plaatsvond en daarna geen eenden meer zijn verzameld. Opvallend is het hoge aandeel niet-adulte vogels die in Noord-Holland zijn gevonden. Vermoedelijk is deze groep representatief voor een populatie vogels die op en rond de strekdammen van de Hondsbossche Zeewering overwintert en fourageert op de daar aanwezige mosselen en die net als bij de dijken rond de Waddenzee, voornamelijk uit jonge vogels bestaat. De hoofdmacht van de eenden voor Noord-Holland (tienduizenden deze winter) zat enkele kilometers uit de kust en bestond merendeels uit volwassen vogels (Kats, ongepubliceerd). Het lijkt er dus op dat deze eenden van volle zee grotendeels zijn gemist. Dit zou kunnen betekenen dat er onder die eenden weinig sterfte plaats had.



Figuur 7. Leeftijdsverdeling van op de kust aangetroffen eenden in de winter 2001/2002 (archief NZG/NSO, ongepubl. materiaal), in Noord-Holland (NH), op Texel en Vlieland, op de oostelijke Waddeneilanden (Terschelling-Schier) en langs de kust van het Groningse, Friese en Noord-Hollandse vasteland (Groningen tot Den Helder). De aantallen eenden per deelgebied staan boven de staven vermeld. Legenda rechts: M=man, F=vrouw; A=adult (volwassen); S=subadult (3e en 4e winters, alleen bij mannen), I="immature" (2e winter), J=juveniel (1e winter). In vergelijking met Figuur 6: er werd geen onderscheid gemaakt tussen 'onvolwassen' en 'subadulte' mannetjes en een aanzienlijke fractie vrouwtjes werd niet op leeftijd gebracht.

3.3 Uitwendig onderzoek

De grote meerderheid (94%) van de verzamelde eenden was olievrij. Drie vogels waren verstrikt (<1%): één in een stuk warnet en twee in vrijwel identieke weckpot rubberringen, die in de snavel en rond het achterhoofd vast zaten. Eén vogel had een pre-mortale gebroken vleugel; twee vogels hadden gezwollen op de poten (lang op een dijk gezeten?) en vijf vogels hadden geheel of gedeeltelijk kale koppen en nekken. Op grond van zichtwaarnemingen staat vast, dat de eenden met deze afwijking hebben rondgezwommen. Zowel uit de haven van Oudeschild (Texel; Jan van Dijk pers. med.) als uit Harlingen (Dirk Kuiken pers. med.) als uit Breezanddijk (Bisschop 2002) zijn waarnemingen gedaan van levende eenden die rondgezwommen met kale, bloederige koppen en nekken (Zie foto's). We vonden drie 'beginstadia', waarbij de eenden plekjes van enkele vierkante centimeters op de nek of hals hadden, en twee eindstadia, waarbij veren en huid geheel ontbraken op de hele nek, hals en kop, tot en met de washuid op de snavel. Huid en veren leken met chirurgische precisie verwijderd. Curieus is dat één van de eindstadia eenden levend voor ons is verzameld (zie ook: Bisschop 2002). Sommige eenden (meer dan verzameld konden worden, maar geen werkelijke grote aantallen) hebben dagenlang zo rondgezwommen, volgens de waarnemers. Tijdens de dissectie kon geen nadere verklaring voor dit verschijnsel gevonden worden. Wij hebben het het *Syndroom van Kuiken* genoemd (naar de melder/verzamelaar in Harlingen). Twee koppen zijn voor nader onderzoek verzameld.



Eidereend met het syndroom van Kuiken (rechts) gefotografeerd door Jan Bisschop op de Breezanddijk op 6 maart 2002.



Close-up van de kop van een Eidereend met het syndroom van Kuiken gefotografeerd door Jan Bisschop op de Breezanddijk op 6 maart 2002

3.4 Slijtage van de veren bij de Eidereend

Het verenkleed van Eidereenden die bij de grootschalige sterfte betrokken waren in de winters 1999/2000-2001/2002 was vaak in deplorabele staat. Opvallend bij de meest recente sterfte was dat er feitelijk sprake was van een tweedeling: adulte vogels in volledig prachtkleed en (veelal jonge) vogels met kenmerken van onderbroken of gestopte rui als gevolg waarvan opvallend sterk versleten veren voorkwamen. Deze slijtage was het opvallendst aan de staart en aan de slagpennen (hand- en armpennen).

Bij de dissecties werd ontdekt dat de vorm van slijtage aan de slagpennen en aan de staart verschilde. Bij de slagpennen ontstond vaanbreuk aan de veerbasis in de secties P1-5 en A1-5, (P van primaries, slagpennen en A van armpennen) waardoor een gat in de vleugel ontstond (kale schachten aan de veerbasis). Bij voortschrijdende 'slijtage' werden de grote vleugeldekveren aangetast en resteerde aan de slagpennen vaak niet meer dan een vaan aan de top. In het uiterste stadium waren alle hand- en armpenschachten geheel kaal en in dit stadium waren de pennen opmerkelijk bros en waren steeds meer pennen op ongeveer 1/3 van de basis afgebroken. Deze slijtage is uitdrukkelijk niet veroorzaakt door mechanische slijtage (bijvoorbeeld door poetsen of 'rondroeien' met de vleugels over hard substraat zoals dijkglaoiingen), maar mogelijk door de inwerking van veerbacteriën of ectoparasieten (Burt 1999; Burt & Ichida 1999). Een aantal vleugels werd verzameld om daarover uitsluitsel te kunnen krijgen. Ondertussen werd de vleugelslijtage beschreven als 'beginnend' (een zojuist ontstaan gat aan de veerbasis), 'sleets' (betrekking hebbend op vrijwel alle slagpennen) en 'zeer sleets' (totaal geruïneerd uiterlijk van vrijwel alle pennen). Vogels met enig stadium van de hier beschreven schade in de vleugels werden gegroepeerd onder de term 'vleugelrot', omdat deze term de symptomen adequaat beschrijft. Van intacte vleugels werden geen verdere bijzonderheden genoteerd dan het ruistadium van de handpennen (0 = oud, 5 = vernieuwd volgroeid, 1-4 is groeiende veren).

De staartveren vertoonden slijtage zoals mag worden verwacht bij vogels die veel op hard substraat zitten (rafelige toppen) of die de veren extreem vaak met de snavel poetsen (rafelige buitenranden aan de vanen). In vergevorderde stadia waren de

veervanen parallel weggesleten, tot tenslotte slechts een schacht resteerde. In het laatste stadium werd weer vaak veerbreuk geconstateerd. Gave staartveren werden als 'ongesleten' beoordeeld (code 5), verschillende stadia van slijtage werden gescoord tussen 0 (afwezig) en 4 (iets rafelige top). Kale schachten werden als stadium 1 gecodeerd. Afgebeten staarten (Vossen, honden?) werden niet bij de analyse betrokken. Staartslijtage werd vroeger wel indicatief genoemd voor een besmetting met endoparasieten (Acanthocephalen in de darmen). Bij een eerdere dissectie (seizoen 1999/2000) werd echter geen verband gevonden.

Tabel 6. Slagpenconditie bij verschillende leeftijds categorieën Eidereenden

	Geen bijzonderheden	Begin	Sleets	Zeersleets	% begin	% sleets
Adult vrouw	51	2	0	0	3.8	0.0
Onvolwassen vrouw	11	2	1	0	14.3	7.1
Juveniele vrouw	44	20	15	8	23.0	26.4
Adult man	53	2	2	0	3.5	3.5
Onvolwassen man	21	4	1	0	15.4	3.8
Juveniele man	51	32	12	12	29.9	22.4
Subadulte man	29	2	0	0	6.5	0.0
Totaal	260	64	31	20	17.1	13.6

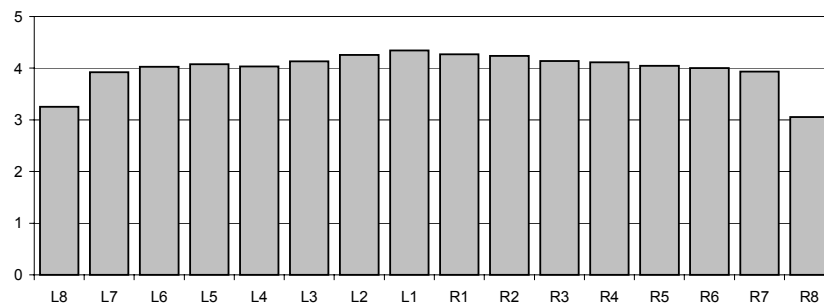
Volgens de literatuur heeft een Eidereend 14 staartveren (Cramp & Simmons 1977). Dit bleek meestal het geval te zijn, maar er werden regelmatig vogels met 16 staartveren aangetroffen. Om een 'slijtage-index' te berekenen werd daarom de som van de score van individuele staartveren gedeeld door het aantal aanwezige staartveren (uitkomst: 1 = zeersleets tot 5 is ongesleten).

Tabel 7. Parasietenbelasting versus slagpenconditie bij juveniele Eidereenden

<i>Absolute aantallen</i>	Parasieten						Gem. parasiet
	0	1-10	11-100	101-500	501-1000	>1000	
Slagpennen	0	1-10	11-100	101-500	501-1000	>1000	
Geen bijzonderheden	6	2	12	37	11	10	420
Begin	1	3	12	15	11	8	414
Sleets	0	2	2	17	2	1	216
Zeersleets	0	1	5	6	6	2	393
Totaal	7	8	31	75	30	21	
<i>Procentueel</i>	Parasieten						
	0	1-10	11-100	101-500	501-1000	>1000	
Slagpennen	0	1-10	11-100	101-500	501-1000	>1000	
Geen bijzonderheden	8%	3%	15%	47%	14%	13%	
Begin	2%	6%	24%	30%	22%	16%	
Sleets	0%	8%	8%	71%	8%	4%	
Zeersleets	0%	5%	25%	30%	30%	10%	

Vleugelrot' werd aangetroffen bij 115 Eidereenden, terwijl bij 260 individuen geen bijzonderheden werden genoteerd. Vergevoerde vleugelrot kwam hoofdzakelijk voor bij juveniele vogels (Tabel 6), zowel bij woerden (22.4%) als bij eenden (26.4%). Edward Burt (Department of Zoology, Ohio Wesleyan University, Delaware) bestudeerde foto's van eenden met vleugelrot en concludeerde voorlopig dat het hier

waarschijnlijk om bacteriële degradatie gaat en minder waarschijnlijk om ectoparasieten (veerluizen of mijten). Ectoparasieten tasten de baardjes (*barbules*) van veren aan, waardoor een veerskelet overblijft bestaande uit een schacht (*quill*) met baarden (*barbs*). Ectoparasieten veroorzaken niet het zo algemene beeld van volkomen kale schachten. Bacteriën (mogelijk *Bacillus licheniformis*) daarentegen veroorzaken breuk in de baarden waardoor zij losraken van de schacht, net zoals bij de Eidereenden werd gezien. Om een conclusie te kunnen trekken is het echter nodig om een bacteriekweek te maken en daartoe moeten nog veermonsters naar Ohio worden opgestuurd. De aanwezigheid van deze bacterie op Eidereenden is niet bijzonder – sommige individuen zullen de bacteriën hebben, andere niet -, en het achterwege blijven van poetsgedrag geeft de bacteriën de kans om toe te slaan. Het oplopen van de bacteriën en hun verdere ontwikkeling wordt gestimuleerd door frequent grondcontact en een hoge vochtigheidsgraad. Dit zou verklaren waarom vooral bij juveniele vogels (langdurig op dijken en glooiingen aanwezig) vergevorderde schade werd aangetroffen.



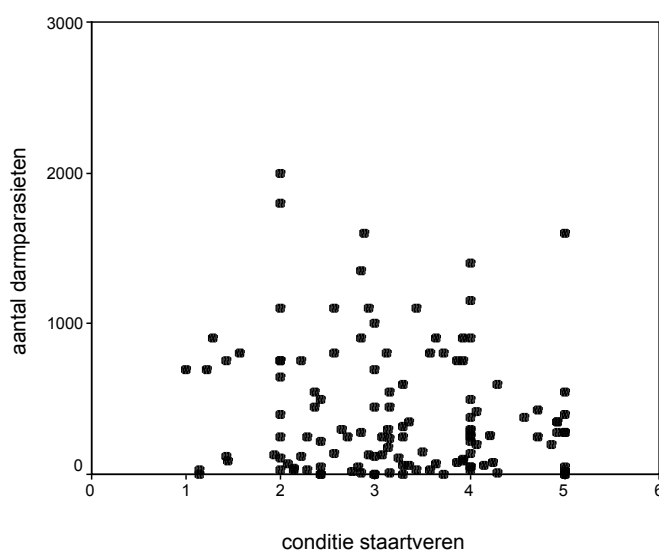
Figuur 8. Gemiddelde conditie (minimaal 1 = kale schacht, maximaal 5 = volkomen gaaf) van individuele staartveren (L8 is meest linkse staartveer en R8 is meest rechtse staartveer voor vogels met 16 staartveren; voor vogels met 14 staartveren is dit resp. L7 en R7) bij alle uitwendig onderzochte Eidereenden (N = 375).

Er was bij juveniele eenden geen overtuigend verband tussen het voorkomen van vleugelrot en de inwendige belasting met Acanthocephalen (Tabel 7). Slijtage aan de staartveren was het meest frequent aan de uiterste pennen (L/R4-8; Figuur 8). In verschillende gevallen bleken de middelste twee, of de middelste vier pennen aanmerkelijk gaver te zijn dan de uiterste pennen, vermoedelijk doordat deze veren in tegenstelling tot de sterk(er) gesleten sectie kort geleden geruid waren.

Tabel 8: Gemiddelde staartveerconditie bij verschillende leeftijdscategorieën

	Aantal	L8	L7	L6	L5	L4	L3	L2	L1	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	Gem Index	Min Index	Max Index
Adult man	57	4.0	4.1	4.0	4.0	4.5	4.1	4.0	4.0	4.0	4.1	4.0	4.0	4.0	4.1	4.1	4.0	4.5	2	5
Onvolwassen man	26		4.1	4.1	4.1	4.4	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	3.0	4.4	2	5
Sub adult man	31		4.1	4.1	4.1	4.3	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1		4.4	2.4	5
Adult vrouw	53		4.1	4.1	4.1	4.3	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1		4.3	1.1	5
Onvolwassen vrouw	14		4.1	4.1	4.1	4.0	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.0	4.1	4.1	4.1	4.1		4.3	3	5
Juvenile vrouw	87	4.0	3.1	3.0	3.1	3.7	3.1	3.1	4.0	4.1	3.1	3.1	3.1	3.0	3.1	3.1	3.0	3.7	1	5
Juvenile man	107	1.1	2.0	2.1	2.1	3.0	3.1	3.1	4.1	3.1	3.1	3.1	3.0	3.0	2.1	2.1	2.2	3.1	1.1	5
totaal	375	3.1	3.1	4.0	4.1	4.0	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.0	4.0	3.1	3.1			

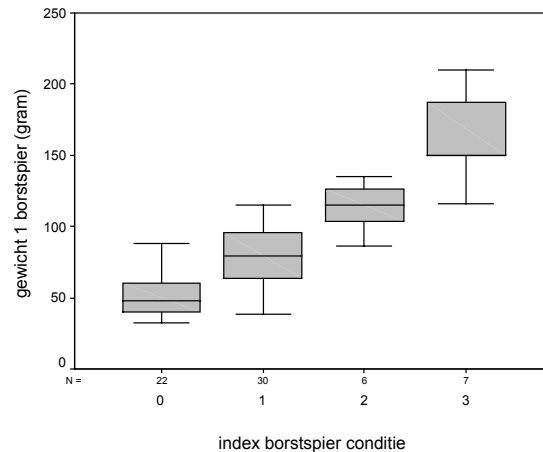
Bij alle leeftijdscategorieën Eidereenden werden volledig gawe staarten aangetroffen (Tabel 8). Goeddeels versleten staarten (Index 1-1.1) werden gevonden bij adulte wijfjes en juveniele vogels. De gemiddelde slijtage index voor de staart was het laagst bij juveniele vogels, waarbij juveniele woerden (Index 3.1) nog aanmerkelijk lager scoorden dan juveniele eenden (Index 3.7; Tabel 8). Er kon opnieuw geen verband gevonden worden tussen de belasting met Acanthocephalen in de darm en de mate van slijtage van de staart bij juveniele Eidereenden (Figuur 9).



Figuur 9. Aantal darmparasieten (*Profilicollis botulus*) in relatie tot de gemiddelde conditie van de staartveren (minimaal 1 = kale schacht, maximaal 5 = volkomen gaaf) voor 123 in- en uitwendig onderzochte juveniele Eidereenden. Er is geen verband tussen deze twee variabelen (Pearson $r = -0.11$, $N = 123$, $P > 0.20$).

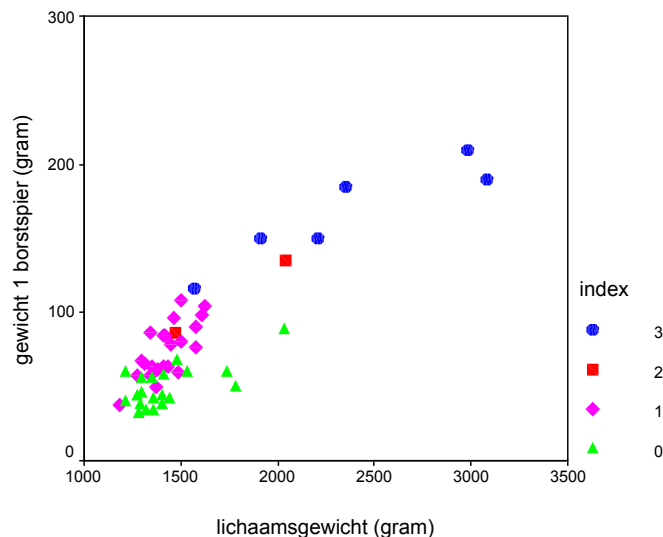
3.5 Gewichten en Biometrie

Vrijwel alle eenden waren sterk vermagerd, hadden geen inwendig vet of huidvet meer en hadden sterk geatrofieerde vliegspieren (93% van de vogels had borstspierscores van 0 of 1).



Figuur 10. Boxplot (mediaan, quartielen en extreme waarden) van het gewicht van 1 borstspier (gram) voor verschillende waarden van de index voor de conditie van de borstspier. ANOVA zonder te corrigeren voor lichaamsgrootte: $R^2=0.76$, $F_{3,61}=63.6$, $P<0.001$.

De borstspierconditie-index (score van 0-3) blijkt een goede maat voor de (resterende) massa van de vliegspieren (Figuur 10). Toevoegen van één van de structurele maten als covariaat aan de ANOVA leidt niet tot een significante toename van de verklaarde variantie. Dit geldt voor alle onderzochte structurele maten en is een belangrijk argument om bij de berekeningen niet te corrigeren voor lichaamsgrootte (zie methode). De massa van de (helft van de) borstspieren correleert sterk positief met het totale lichaamsgewicht (Figuur 11).



Figuur 11. Borstspiermassa uitgezet tegen de totale lichaamsmassa. Verschillen in conditie-index van de borstspier zijn met aparte symbolen weergegeven. De correlatie is zeer significant: $r=0.88$, $N=50$, $P<0.01$.

Slechts 9 van de 341 op conditie gescoorde vogels (2.6%) waren in goede lichamelijke conditie op het moment van doodgaan (borstspierconditie-index 3). Zes van deze negen vogels hadden weinig (<25) darmparasieten, één had er matig veel (450) en van de twee resterende waren de darmen te rot voor een telling. Vergelijking middels een Kruskal Wallis toets van de parasietbelasting van de groepen met verschillende borstspier index leerde echter dat er geen significante verschillen tussen de groepen waren. Daarbij moet wel worden aangetekend dat door het lage aantal vogels in goede conditie de statistische “power” van deze toets niet groot zal zijn. Overtuigender is dat ook T.K. Christensen (pers. med.) onder de in Denemarken geschoten Eidereenden geen verband vond tussen zijn maat voor lichaamsconditie en het aantal darmparasieten. Het gewicht en de parasietbelasting van deze geschoten eenden zijn vermeld in Tabel 10.

Tabel 9: Gewichten (gram) van dood gevonden Eidereenden per leeftijdsklasse en sexe voor de winter van 1999/2000 (Camphuysen et al. 2002)) en de winters 2000/2001 en 2001/2002 (exclusief 9 dieren met een goede conditie).

	1999/2000			2000/2001 & 2001/2002		
	gem.	SE	N	gem.	SE	N
vrouw juveniel	1287	23.1	61	1337	18.1	61
vrouw adult	1421	42.6	7	1440	31.4	36
man juveniel	1408	19.3	57	1404	14.9	82
man adult	1531	28.0	20	1621	32.7	41

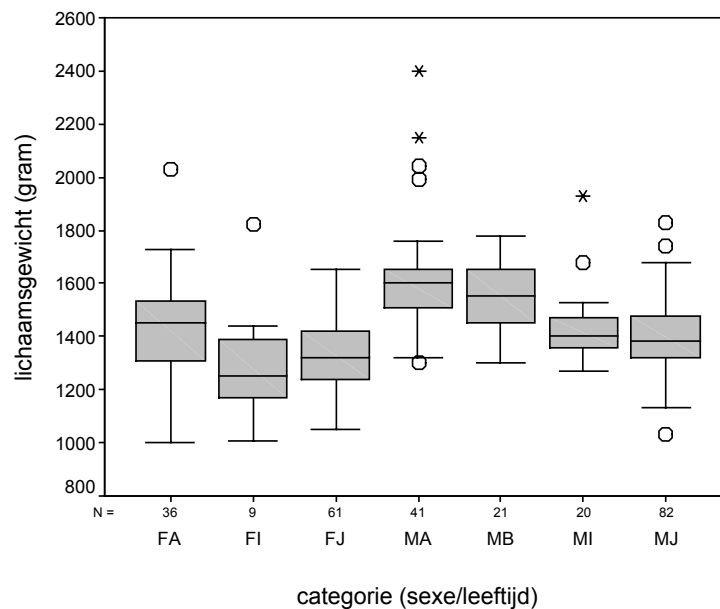
Twee van de vette vogels hadden het *Syndroom van Kuiken* (één beginnend, één totaal); twee andere hadden een zwaar inwendig trauma, alsof ze ergens tegenaan waren gevlogen of geschoten waren. Drie van de zware vogels hadden *Spisula* gegeten en waren afkomstig uit Noord-Holland (dit waren tevens de enige vogels met *Spisula* in de maag); twee hadden mosselresten in maag/darm (waaronder de vogel met 450 darmparasieten); één zware vogel had een mix in de maag van *Ensis*/mossel/kokkel en drie hadden geen voedselresten in maag/darm. Gezien het afwijkende gewicht en -deels- maaginhoud, lijken deze vogels gestorven aan oorzaken die niet samenhangen met de rest van de sterfte.

Tabel 10. Lichaamsgewicht (gram) en aantal darmparasieten (*Profilicollis botulus*) per leeftijdsklasse en sexe van 's winters geschoten Eidereenden in de Deense Waddenzee en het Kattegat uit de periode 1999-2002. Bron: Thomas Kjær Christensen (pers. med.).

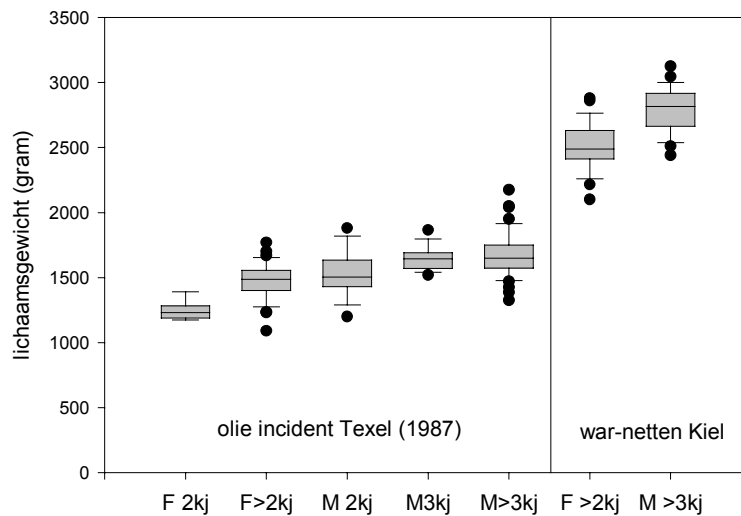
	N	Gemiddeld aantal parasieten	Range	Lichaams-gewicht
<u>Waddenzee</u>				
adulte man	17	19.1	0-117	2335
adulte vrouw	7	182.6	0-627	2182
juvenile man	2	1482*	26-2938*	1803*
juvenile vrouw	3	482.0	233-926	2045
<u>Kattegat (baai)</u>				
adulte man	36	28.2	0-306	2265
adulte vrouw	8	184.0	0-966	2088
juvenile man	9	114.4	4-239	2114
juvenile vrouw	12	64.6	0-444	1949
<u>Kattegat (open kust)</u>				
adulte man	5	36.4	20-53	2344
juvenile man	6	207.2	0-473	2144
juvenile vrouw	5	260.0	4-656	1953

* inclusief de gegevens van een juveniel mannetje in slechte conditie met om de snavel een rubberen ring, die het voedselzoeken ernstig bemoeilijkte

Vogels met borstspierconditie-index 2 leken qua maaginhouden en darmparasietenbelasting (gemiddeld 250 (n=14) tegen gemiddeld 300 voor 318 vogels met index 1 en 0), wel op de meest magere vogels, alleen behoorde de tweede eindstadium *Syndroom van Kuiken* vogel tot deze groep, waardoor beide 'kaalkoppen' relatief zwaar waren. Zonder de negen vette (index 3) vogels hebben de meeste andere onderzochte vogels dus gemeen, dat ze sterk vermagerd waren. De vogels waren alle minder dan 2.5 kg zwaar, en de meeste zelfs onder de 2 kg (Figuur 12). Gemiddelde massa's varieerden van 1475 gram bij de mannen tot 1366 bij de vrouwen; volwassen mannen en vrouwen wogen respectievelijk 1621 ± 210 gram en 1446 ± 188 gram (gemiddelde $\pm$ SD). Deze gewichten zijn vergelijkbaar met die van de in de winter van 1999/2000 dood gevonden Eidereenden (Tabel 9) en ook met die van olieslachtoffers, zoals in 1987 gemeten door Piet Duiven en George Wintermans, in opdracht van C. Swennen (NIOZ ongepubliceerd; Figuur 13). De gewichten zijn duidelijk lager dan gewichten van gezonde, in visnetten verdronken Eidereenden (Figuur 13, rechts) of geschoten Eidereenden (Tabel 10).



Figuur 12. Boxplot (mediaan, quartielen en extreme waarden) van het lichaamsgewicht (in gram) voor de dood gevonden Eidereenden per categorie. Negen dieren met een borstspier conditie index van 3 zijn niet meegerekend. M=man, F=vrouw; A=adult(volwassen); B=subadult (3e en 4e winters, alleen bij mannen), I="immature" (2e winter), J=juveniel (1e winter).



Figuur 13. Boxplot (per klasse van sexe en leeftijd) van massa's van Eidereenden afkomstig van een olie-incident bij Texel en Vlieland in januari 1987 (linker paneel; ongepubliceerde data van Wintermans/Duiven/Swennen, NIOZ) en van verdronken eenden uit de Oostzee die ter vergelijking werden aangevoerd door Georg Nehls (rechter paneel).

3.6 Inwendig: orgaancondities

Behalve onderhuids vet, vet op de darmen en conditie van de borstspier werd ook de conditie van een aantal organen gescoord (Tabel 11). Daarnaast werden notities gemaakt over duidelijke inwendige pathologie (ontstekingen, gezwellen, rupturen, schimmels etc). Er werden de volgende gevallen vastgesteld: rectum strictuur (1x), cement cloaca (4x), ontsteking ureter (1x), inwendige bloedingen (5x), schimmelinfectie luchtzakken en nier (1x), gezwellen in alle organen (2x), ernstige buikvliesontsteking (1x), groot gezwel (450 g) in buikholte, gezwel (30x15) op mesenterien (1x), darm/lever verkleefd (1x). Daarnaast werden opvallende afwijkingen of verkleuringen geconstateerd bij borstspier (11x), longen (34x), nieren (63x), bijnieren (3x), lever (6x) en darm (4x). In totaal gaat het om 139 afwijkingen bij 93 eenden (bijna 30% van de inwendig onderzochte eenden). Vooral bij longen en nier werden regelmatig opvallende afwijkingen en verkleuringen waargenomen, terwijl hoogst zelden afwijkingen aan de lever werden vastgesteld. De afwijkingen en verkleuringen bij longen en nieren waren echter zeer variabel (Tabel 12). De wit/bleek/lichtgeel/witte puntjes en de korrelig/vlekkelig in de nieren wijzen op een ophoping van uraten. Dit is het gevolg van dehydratie of uitdroging door onvoldoende water (voedsel) opname. Bij analyse van een zestal verzameld knobbeltjes uit borstspier en/of lever van een opvallend zwaar geïnfecteerde eend werd vastgesteld dat deze positief reageerden met een zuurvaste kleuring d.w.z. tuberculose bacteriën. Het meest waarschijnlijk is een op zichzelf staand geval van aviare tuberculose.

Tabel 11: Overzicht van de scores voor vet, borstspier conditie en conditie van verschillende organen. Een lage score betekent geen vet of een slechte conditie en een hoge score betekent veel vet of een goede conditie.

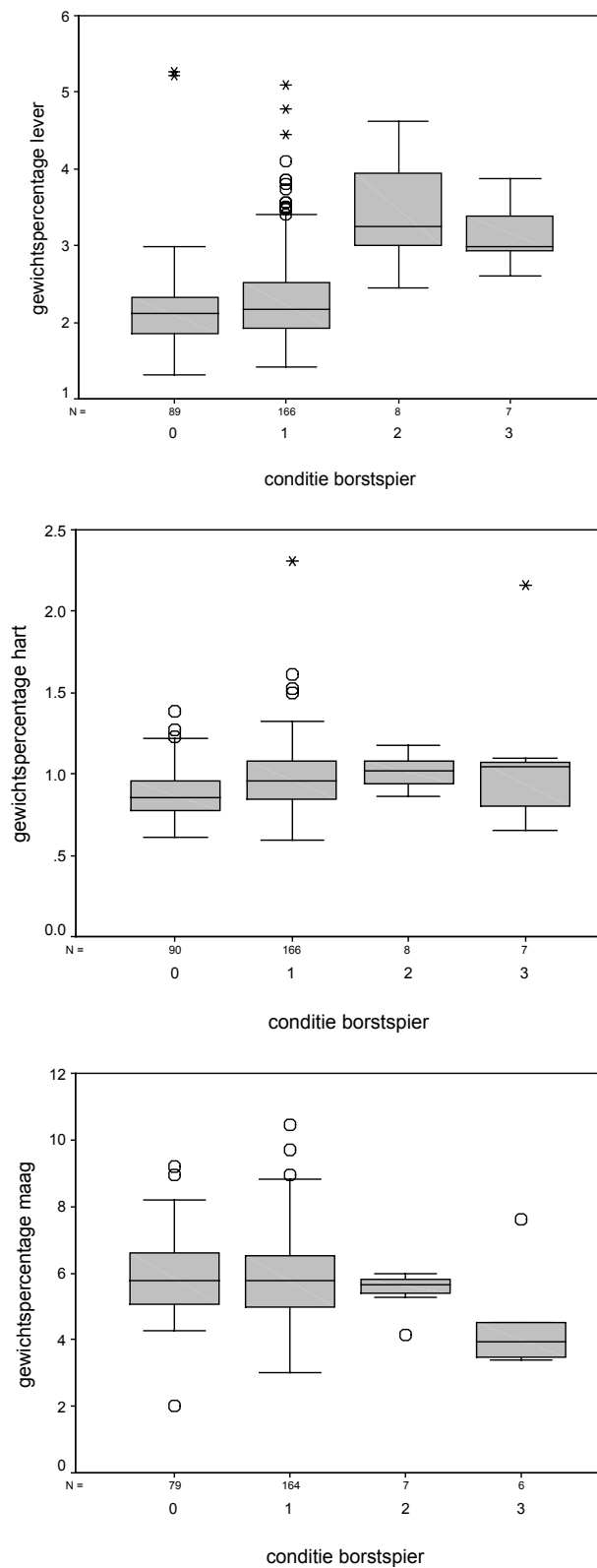
	Conditie-score				totaal
	0	1	2	3	
onderhuids vet	326	7	6	3	342
vet rond darmen	329	1	5	4	339
index borstspier	103	215	14	9	341
conditie darmen	0	242	71	3	316
conditie nieren	5	26	84	215	330
conditie lever	1	0	6	330	337
conditie longen	15	201	100	6	322

Tabel 12: Aantal gevallen waarbij een duidelijke verkleuring van longen of nieren werd geconstateerd.

verkleuring	aantal
long wit/bleek/geel/bontaspect/geel-rood	16
long donker/donkerrood/bloedrijk/zwart	14
long bloederig/bloedingen	3
long met schimmel	1
nier wit/bleek/lichtgeel/witte puntjes	42
nier korrelig/vlekkelig	16
nier bloederig/rood/zwart	3
nier gezwel/tumor	2

Alles bij elkaar wijzen bovenstaande beschrijvingen niet op één specifieke ziekte waaraan het gros der eenden is bezweken. Het is waarschijnlijker dat de door honger verzwakte eenden vatbaarder werden voor allerlei ziektes.

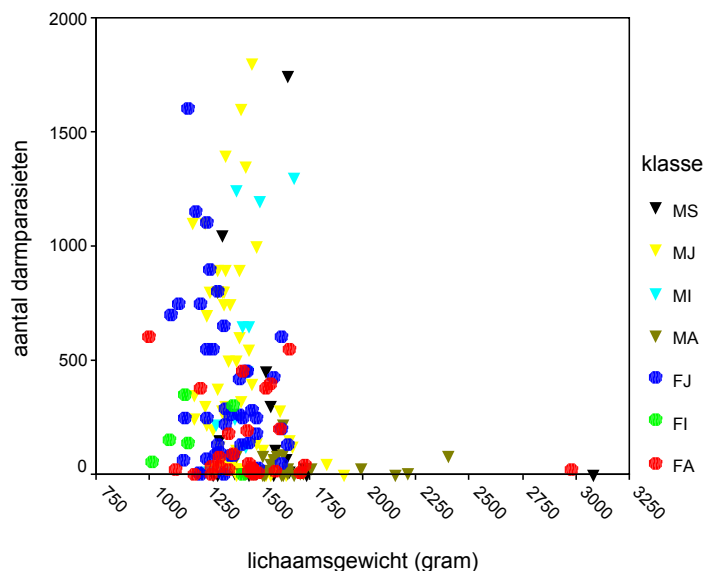
Naast de totale massa van de eenden is waar mogelijk ook de massa bepaald van hart, lever en spiermaag (de laatste nadat eventuele prooïresten waren verwijderd). Het is bekend dat verhongerende dieren zo lang mogelijk de meest vitale organen in tact laten, wachtend op betere tijden. Bij de Eidereend is de spiermaag zo'n vitaal orgaan. Als deze hypothese opgaat, zullen magere eenden relatief zware magen hebben. De andere organen zullen, meer dan de maag, met de eend mee vermageren en dus lichter zijn in lichtere eenden. Verwacht werd dus een positieve correlatie tussen de gewichtspercentages van zowel lever als hart en de conditie van de borstspier. Het gewichtspercentage maag zou daarentegen negatief moeten correleren met de conditie van de borstspier. Deze correlaties werden inderdaad gevonden (Figuur 14) en lijken daarmee de verhongeringshypothese te bevestigen. Daarbij moet wel aangetekend worden dat het aantal eenden met een goede conditie van de borstspier zeer laag is.



Figuur 14. Boxplot ((mediaan, quartielen en extreme waarden) van gewichtspercentages van verschillende organen als functie van de index voor de conditie van de borstspier. (a) Lever: Spearman $r=0.25$, $N=270$, $P<0.01$. (b) Hart: Spearman $r=0.29$, $N=271$, $P<0.01$. (c) Maag: Spearman $r=-0.09$, $N=256$, $P=0.17$.

3.7 Darmparasieten (*Profilocollis botulus*) als mogelijke doodsoorzaak

De verzamelde eenden hadden als belangrijkste overeenkomst, dat ze (bijna) allemaal zeer sterk vermagerd waren. Hiermee vergeleken waren de aantallen darmparasieten sterk verschillend, deze varieerden van 0 tot 2000. De aantallen verschilden niet tussen vogels met borstspierconditie-index 0 (gemiddeld 296, $n = 51$) en 1 (300; 175), en deze meest magere vogels samen hadden slechts marginaal meer parasieten dan de 13 vogels met borstspier conditie-index 2 (gemiddeld 250). Wanneer het aantal darmparasieten wordt uitgezet tegen het lichaamsgewicht ontstaat op het oog een grote puntenwolk zonder een duidelijk verband (Figuur 15). Voor alle vogels samen blijkt er desondanks sprake van een zwakke, maar wel significant negatieve correlatie (Spearman $r = -0.23$, $N = 198$, $P = 0.001$) met lichaamsgewicht (Figuur 15). Het verband wordt in belangrijke mate verklaard door het feit dat jonge vogels een lager gewicht hebben en meer parasieten dan oude vogels. Wanneer de analyse wordt uitgevoerd per klasse van leeftijd en sexe is van de 7 berekende correlaties alleen die voor de juveniele mannen significant: Spearman $r = -0.21$, $N = 61$, $P = 0.02$. Daarbij moet worden aangetekend dat de kans op een significant resultaat toeneemt naarmate meer correlaties worden berekend. In Tabel 13 worden de aantallen darmparasieten gerelateerd aan de leeftijd en het geslacht van de dood gevonden Eideereenden. Volwassen vogels hebben minder parasieten dan jonge vogels. Opvallend is dat 19% van alle dood gevonden Eideereenden slechts 10 of minder darmparasieten had en 44% van alle vogels had minder dan 100 parasieten. Deze getallen zijn goed vergelijkbaar met de infectiegraad van de in de winter van 1999/2000 dood gevonden Eideereenden (Tabel 14).



Figuur 15. Aantallen darmparasieten (*Profilocollis botulus*) uitgezet tegen lichaamsgewicht (gram) met verschillende symbolen afhankelijk van leeftijd en sexe van de eend. M=man, F=vrouw; A=adult (volwassen); S=subadult (3e en 4e winters, alleen bij mannen), I="immature" (2e winter), J=juveniel (1e winter).

Tabel 13: Aantallen darmparasieten als functie van de leeftijd en het geslacht van de dood gevonden Eidereenden. In het onderste deel van de tabel zijn deze aantallen omgezet in percentages.

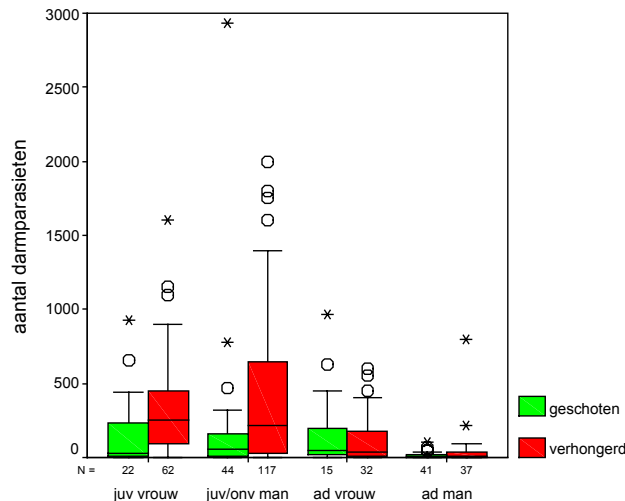
	aantallen darmparasieten						
	0	1-10	11-100	101-500	501-1000	>1000	totaal
Aantallen							
vrouw adult	3	5	16	8	2	0	34
vrouw imm.	0	1	1	6	2	0	10
vrouw juv.	2	3	12	42	10	4	73
man adult	7	17	17	2	1	0	44
man sub.	4	6	10	5	0	2	27
man imm.	0	1	2	7	10	4	24
man juv.	5	5	19	33	20	17	99
<i>totaal</i>	<i>21</i>	<i>38</i>	<i>77</i>	<i>103</i>	<i>45</i>	<i>27</i>	<i>311</i>
Percentages							
vrouw adult	9%	15%	47%	24%	6%	0%	
vrouw imm.	0%	10%	10%	60%	20%	0%	
vrouw juv.	3%	4%	16%	58%	14%	5%	
man adult	16%	39%	39%	5%	2%	0%	
man sub.	15%	22%	37%	19%	0%	7%	
man imm.	0%	4%	8%	29%	42%	17%	
man juv.	5%	5%	19%	33%	20%	17%	
<i>totaal</i>	<i>7%</i>	<i>12%</i>	<i>25%</i>	<i>33%</i>	<i>14%</i>	<i>9%</i>	

Tabel 14: Voorkomen van de darmparasiet *Profilicollis botulus* in de darmen van in de winter van 1999/2000 op Texel en langs de Friese kust dood gevonden Eidereenden. Bron: Camphuysen et al. (2002).

Classificatie van de infectie	Aantal acanthocephalen	Monsterlocaties			Adulten en Juvenielen subadulten (%)	
		Friesland	Texel	%		
Niet	Geen	0	6	5.4	14.3	3.0
Licht	Enkele tot enkele tientallen	1	29	27.0	39.3	26.9
Matig	Tientallen tot enkele honderden	3	23	23.4	28.6	22.4
Zwaar	honderden tot duizenden	9	40	44.1	17.9	47.8
Steekproef-grootte		13	98		28	67

Dankzij de bereidheid van de Deense onderzoeker Thomas Kjær Christensen om zijn originele data ter beschikking te stellen kan er ook een directe vergelijking gemaakt worden met de aantallen parasieten in de darmen van in Denemarken geschoten (gezonde) Eidereenden (Figuur 16). Volwassen mannetjes hebben zeer weinig darmparasieten en er is geen verschil tussen geschoten en verhongerde vogels. Volwassen vrouwtjes hebben gemiddeld meer parasieten, maar ook in deze groep is er geen verschil tussen geschoten en verhongerde vogels. Juveniele vrouwtjes en juveniele/onvolwassen mannetjes hebben de meest parasieten en hier is het wel zo dat verhongerde dieren significant meer parasieten hebben dan geschoten dieren. Er is echter sprake van een grote spreiding in de groepen en dus ook overlap. Dit betekent dat er onder de juveniele vogels heel wat geschoten dieren zijn met meer

darmparasieten dan bij dood gevonden dieren van een vergelijkbare leeftijd en sexe. Zo is het opvallende dat het hoogste aantal parasieten (2938) niet werd vastgesteld bij een verhongerde eend, maar bij een geschoten juveniel mannetje.



Figuur 16. Boxplot van het aantal darmparasieten van in Denemarken geschoten Eidereenden (T.K. Christensen, pers. med.) en de in de Nederlandse Waddenzee dood gevonden Eidereenden, opgesplitst naar leeftijd en sexe. Vanwege de zeer scheve verdeling van het aantal parasieten werd een nonparametrische toets gebruikt om per klasse de parasietbelasting tussen geschoten en verhongerde vogels te vergelijken. Bij adulte mannen en adulte vrouwen was er geen verschil. Juveniele vrouwtjes: Mann-Whitney $U=395.5$, $N(\text{geschoten})=22$, $N(\text{verhongerd})=62$, $P=0.004$. Juveniele/onvolwassen mannetjes: Mann-Whitney $U=1682$, $N(\text{geschoten})=44$, $N(\text{verhongerd})=117$, $P=0.001$.

3.8 Maaggewicht en aanwezigheid van voedselresten

Een laatste hypothese betreffende de doodsoorzaak kan eveneens getoetst worden met het verzamelde materiaal. Dit betreft de hypothese, dat niet de darm-, maar de maagparasieten (*Amidostomum acutum*) de oorzaak van de problemen zijn. Volgens deze hypothese is er voedsel genoeg, maar verhongeren de eenden doordat ze, door maagpijn als gevolg van zware parasiteninfecties van de spiermaag, geen schelpen meer kunnen kraken. Maagparasieten die dergelijke problemen kunnen veroorzaken komen veelvuldig voor bij stervende Eidereenden (Camphuysen *et al.* 2002), maar zijn ook bekend van eenden die (in goede conditie) zijn geschoten in Denemarken (Thomas Christensen pers. med.).

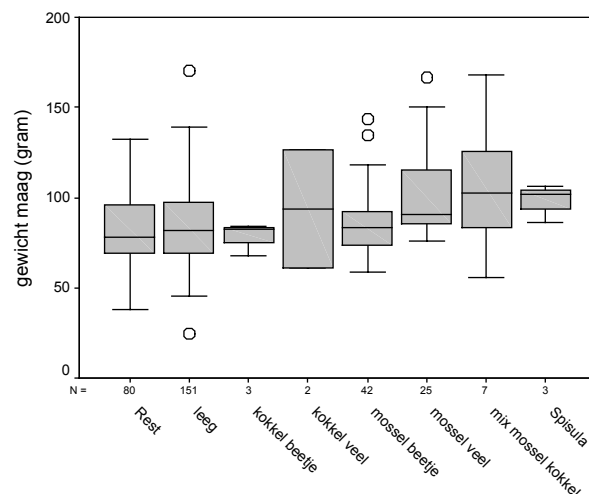
Een aanzienlijk deel van de eenden had voedselresten in de darm, sommige eenden hadden zelfs de darm geheel gevuld met een schelpgruis-faeces mix. Een darm vol met schelpresten kan duiden op een verstopping, maar bij de dissectie werden hiervoor slechts bij een heel enkel dier aanwijzingen gevonden. Het gros van de dieren met schelpresten in de darmen had dus zeker nog een maag die in staat was schelpen te kraken. Verder betekent dit dat de eenden recent nog hadden gegeten. Swennen (1976) beschrijft hoe een Eideend in gevangenschap na 12 uur zonder eten 28 kokkels van 25 mm in minder dan 2 minuten naar binnen werkte. Na 58 minuten produceerde de eend voor het eerst faeces en de laatste faeces werden na 86

minuten geproduceerd. Of de vertering bij dieren in slechte conditie ook zo snel gaat is niet bekend.

Als nu de eenden worden opgedeeld in drie groepen, te weten:

- eenden met een lege darm
- eenden met een beetje gruis in de darm
- eenden met veel gruis in de darm,

en de gewichten van de eenden, maar vooral de maaggewichten van deze eenden worden vergeleken, dan kan de maagparasiet-hypothese worden getoetst. Als een eend verhongert met een functionerende maag, is de voedselkwaliteit onvoldoende. Het is aannemelijk dat in een dergelijk geval de maag, ook bij slecht voedsel, volledig operationeel blijft, en niet, of minder zal atrofiëren dan een maag van een vogel die een tijdlang niet eet en zo van de honger doodgaat. Eenden die aan maagpijn sterven, zouden dus minder zware magen moeten hebben dan eenden die al etend, van honger sterven. De verzamelde cijfers staan in Figuur 17. Maaggewichten zijn uitgezet tegen darminhoud: mossel, kokkel, mix van mossel/kokkel, *Spisula* of leeg. Daarnaast is een restcategorie gedefinieerd van eenden met restjes *Ensis*, een enkel schaarpuntje van een strandkrab, maar vooral junk materiaal zoals stukjes touw, elastiekjes, gras, fossiele schelpen en stukjes steen. Lege magen (48% van het totaal) hebben inderdaad een relatief laag gewicht, maar dit geldt ook voor de restcategorie (26% van het totaal). Onder de dieren met resten van kokkels, mossel of *Spisula* in de maag (26% van het totaal) lijkt het erop dat de maag zwaarder is als de dieren recent veel gegeten hebben. Om te zien of er werkelijk sprake is van verschillen in maaggewicht zijn drie klassen onderscheiden: (1) lege maag, (2) kokkels, mossels of *Spisula*, (3) restcategorie. Een ANOVA liet zien dat deze drie klassen significant verschillen: $F_{2,310}=4.7$, $P=0.01$. Figuur 17 geeft dus een aanwijzing dat maagproblemen een rol spelen bij de Eidersterfte. De echte check op deze hypothese kan echter alleen worden geleverd door de maagparasieten direct te bestuderen. Daartoe zijn alle magen verzameld en opnieuw ingevroren voor nader onderzoek.



Figuur 17. Boxplot van maag-massa's (in gram) als functie van de darminhoud. Niet weergegeven is een extreem maaggewicht van 201 gram voor een vogel met een lege maag.

3.9 Gedetailleerd pathologisch onderzoek

De resultaten van het gedetailleerde pathologische onderzoek worden uitgebreid beschreven in appendix B. Kort samengevat komen de conclusies op het volgende neer. Op basis van de bevindingen kan als *diagnose* gesteld worden: cachexie (extreme vermagering) en dood door verhongeren, een *Proflicollis botulus* infectie, een infectie met *Amidostomum acutum* in de koilinlaag van de spiermaag, trematoden infectie in dunne darm en *bursa Fabricii*. Bovendien ijzerstapeling in de levercellen en ijzerophoping in de macrofagen in lever en milt. Geen aanwijzingen voor een bacterieel of viraal agens als oorzaak voor de uitval. Geen aanwijzingen voor een verminderd functioneren van het immuun systeem.

3.10 Additioneel onderzoek naar de aanwezigheid van de maagworm *Amidostomum acutum*

De resultaten van het aanvullende onderzoek naar de aanwezigheid van de maagworm *Amidostomum acutum* worden uitgebreid beschreven in appendix C. Kort samengevat komen de conclusies op het volgende neer. De besmetting met de parasitaire nematode *Amidostomum acutum* werd onderzocht bij 100 Eidereenden die in de winter 2001-2002 dood waren aangetroffen aan de kust. Vijftig Eidereenden waren afkomstig van de Hondsbossche Zeewering en 50 van de Waddenzeekust van Texel. Binnen deze groepen van 50 werden 30 juveniele en 20 adulte dieren onderzocht, waarbij binnen de leeftijdsgroepen de seksen gelijkelijk waren verdeeld. Alle onderzochte eenden bleken geïnfecteerd te zijn. Het aantal wormen varieerde van 4 – 826. Er bleek geen verschil te bestaan in wormaantallen tussen beide locaties. Adulte Eidereenden hadden significant meer wormen (gemiddeld 150) dan juvenielen (gemiddeld 48) ($P < 0,05$), terwijl bij de adulte dieren de mannetjes significant meer wormen (gemiddeld 202) hadden dan de vrouwtjes (gemiddeld 98) ($P < 0,05$). Deze resultaten in combinatie met de resultaten van eerder onderzoek geven aan dat de doodsoorzaak van de Eidereenden gezocht dient te worden bij een combinatie van voedselschaarste en ernstige parasitaire infectie, waarbij bij juveniele dieren de in de darm parasiterende acanthocephaal *Proflicollis botulus* in combinatie met *A. acutum* vermoedelijk de belangrijkste pathogene soorten zijn, terwijl bij oudere dieren *P. botulus* minder belangrijk wordt, maar *A. acutum* een steeds prominenter rol gaat spelen.

3.11 Opvang Eidereenden in het vogelasiel Bergen NH

Het totaal aantal in het vogelasiel in Bergen opgevangen eenden bedroeg 16 in de periode tussen 27 januari en 27 maart 2002 (laatste peildatum). Voor het gewichtsverloop en de verblijfsduur in het vogelopvangcentrum zie Tabel 15. Grafisch is dit weergegeven in Figuur 18. Een overzicht van de gemiddelden voor gewicht bij binnenkomst, gewicht bij loslaten, de verblijfsduur en de gewichtstoename is weergegeven in Tabel 16. Er zijn tot 27 maart in totaal 9 eenden losgelaten en 2 eenden gestorven. Deze laatste 2 eenden hadden bij binnenkomst een

zeer laag gewicht van respectievelijk 1375 gram (#6) en 1215 gram (#15). Er zaten op 27 maart nog 5 eenden in de opvang. De gemiddelde gewichtstoename was 380 ($\pm$ 151) gram. Voor de individuele eenden is dit weergegeven in Figuur 19.

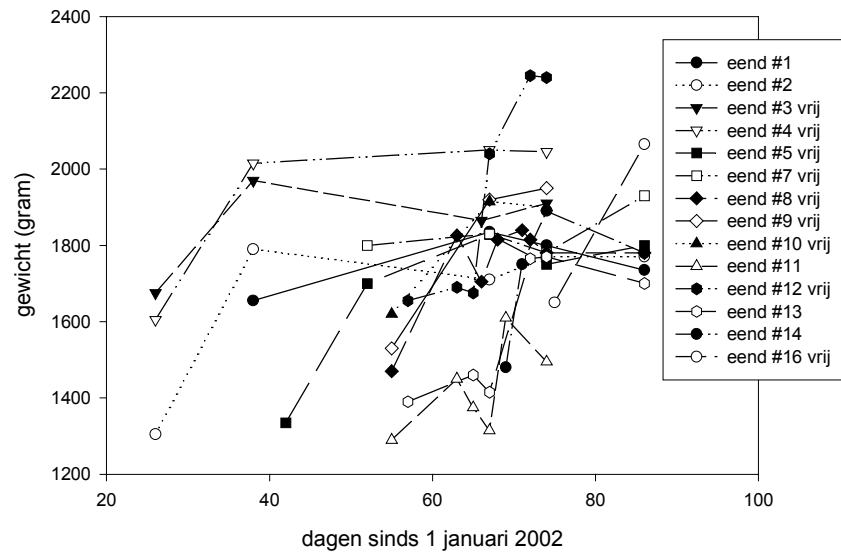
Tabel 15: Gewichtsverloop van 16 Eidereenden opgevangen in het vogelasiel in Bergen NH in de periode januari 2002 (gemeten tot 27 maart 2002). Elke eend is op de dag van binnenkomst voor het eerst gemeten.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
27-Jan		1305	1675	1605												
09-Feb	1655	1790	1970	2015												
13-Feb					1335											
17-Feb						1375										
18-Feb						dood										
23-Feb					1700		1800									
26-Feb								1470	1530	1620	1290					
28-Feb												1655	1390			
04-Mar								1826			1450	1690				
06-Mar											1375	1675	1460			
07-Mar			1865					1705								
08-Mar	1835	1710		2050	1828		1830		1920	1915	1315	2040	1415			
09-Mar								1815								
10-Mar											1610			1480		
12-Mar								1840						1750	1215	
13-Mar								1815				2245	1765		dood	
15-Mar	1800	1770	1910	2045	1750		1780	1780	1950	1900	1495	2240	1770	1890		
16-Mar			vrij	vrij					vrij	vrij		vrij				1650
27-Mar	1735	1770			1800		1930	1780					1700	1780		2065
28-Mar					vrij		vrij	vrij								vrij

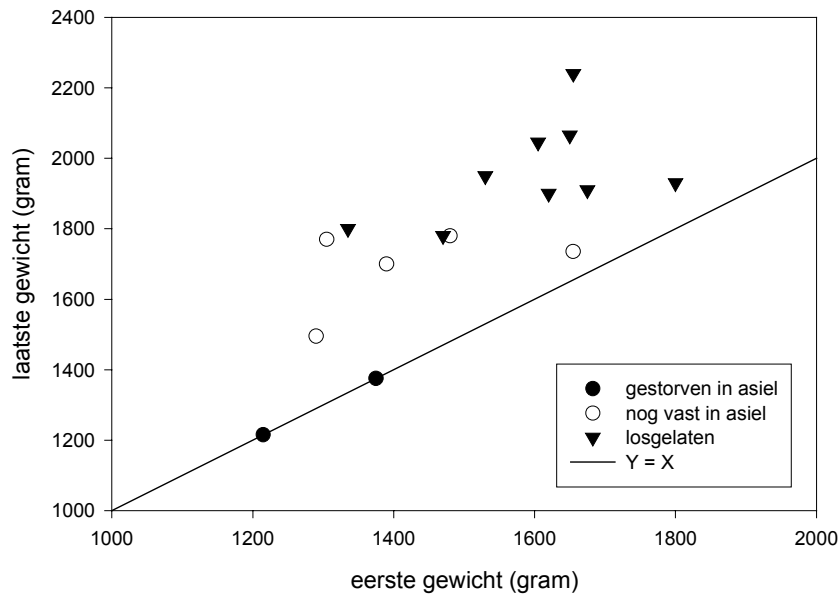
Tabel 16: Overzicht van de gemiddelde waarden en de range van het gewichtsverloop van de Eidereenden in de opvang

	gemiddeld	SD	min	max	N
gewicht bij aankomst (g)	1494	166	1215	1800	16
release gewicht (g)	1958	142	1780	2240	
verblijfsduur in asiel (dagen)	30	14	14	48	9
gewichts-aanwas (g)	380	151	130	585	9

Op grond van de resultaten is duidelijk dat eenden die verzwakt en vermagerd opgevangen worden en met de hand bijgevoerd worden een zeer grote overlevingskans hebben. Dit herstel kan zelfs zeer snel verlopen: eend # 16 in 14 dagen van 1510 tot 2065. Dit is een aanwas van 555 gram! Een mogelijke verklaring voor het korter worden van de tijd die de eenden in het asiel verblijven is de ervaring die men opgedaan heeft met de aanpak van het probleem. De waarnemingen laten zien dat wanneer de eenden voldoende energie en voedingsstoffen krijgen ze zonder verdere medicinale behandeling weer volledig kunnen opknappen. Er is dus geen sprake van een dodelijke besmettelijke ziekte of van een dusdanige hoge besmetting met wormen of andere parasieten dat de eenden als ze voldoende voedsel kunnen opnemen niet weer in conditie kunnen komen.



Figuur 18. Het gewichtsverloop van de Eidereenden na opvang. Voor elk individu is in de legenda aangegeven of de betreffende vogel weer werd vrij gelaten of op de laatste peildatum (27 maart 2002) nog in de opvang verbleef.



Figuur 19. Het laatste gemeten gewicht van de opgevangen Eidereenden als functie van het gewicht bij aankomst. Er is een onderscheid gemaakt tussen (1) eenden die stierven, (2) eenden die op het moment van de peildatum (27 maart 2002) nog vast werden gehouden in het asiel en (3) eenden die voor die peildatum reeds werden losgelaten.

4 Discussie en conclusies

Hieronder zullen de conclusies over de in Tabel 3 genoemde hypotheses over de onderliggende oorzaak van de verhoogde sterfte stuk voor stuk besproken worden. De sterfte in de winter van 2001/2002 vertoonde opvallende gelijkenis met de sterfte in de winter van 1999/2000 wat betreft verloop in de tijd, leeftijdsverdeling van de gestorven dieren en pathologie. Bovenal waren de dood gevonden eenden broodmager. Het zal dan ook geen verbazing wekken dat de conclusies over die eerste sterfte sterke gelijkenis vertonen met de conclusies over de recente sterfte. Om de conclusie dat de vogels zijn gestorven als gevolg van verhongering door een tekort aan geschikt voedsel verder te onderbouwen is na het bespreken van de hypotheses uit Tabel 3 een analyse over het voedselaanbod opgenomen.

4.1 De hoofdoorzaak van de Eidereenden sterfte in 2001/2002

Vervuiling met olie of een andere vetachtige substantie.

Deze verklaring kan verworpen worden aangezien slechts een enkel exemplaar van de dood gevonden eenden met olie was besmeurd. Dit lage oliebevuilingspercentage past goed in lange termijn trends of was zelfs lager dan verwacht. Het is echter duidelijk dat de naar de Noordzee 'vluchtende' Eidereenden te maken kregen met hogere bevuilingsrisico's dan de vogels die in de Waddenzee achterbleven; het gevolg van een regionaal verschillende vervuilingsdruk in beide kustsystemen (zie appendix A). Ook het aantal dood gevonden vogels met andere vette substanties in de veren zoals gele verf, palmolie of paraffine, was onbeduidend.

Vervuiling met giftige stoffen.

Ook deze verklaring kan om een aantal redenen verworpen worden. Ten eerste zijn er uit het reguliere monitoring programma van het RIKZ geen berichten over verhoogde concentraties gifstoffen, al moet echter beseft worden dat niet alle gifstoffen worden gemonitord. Ten tweede zijn er geen meldingen van opvallende sterftes onder andere in het gebied levende vogelsoorten. Met name onder de vogels die regelmatige schelpdieren eten, zoals Scholekster *Haematopus ostralegus*, Zilvermeeuw *Larus argentatus*, Toppereend *Aythya marila*, Brilduiker *Bucephala clangula* en Kanoetstrandloper *Calidris canutus* zou sterfte verwacht mogen worden als er sprake was van een grootschalige vergiftiging. Een gifstof die alleen op Eidereenden inwerkt lijkt namelijk erg onwaarschijnlijk. Ten derde waren de eenden alle sterk vermagerd, terwijl vergiftigde vogels in veel gevallen een snelle dood sterven, zoals bij de grote sterfte in de jaren zestig ten tijde van de giflozingen van telodrin en dieldrin (zie ook appendix A). Die sterfte trad ook in een heel andere tijd van het jaar op: broedende vrouwtjes vielen als het ware dood op het nest neer.

Een virus epidemie.

Het is bekend dat virussen en andere microparasieten tot enorme sterfte onder vogels en andere dieren kunnen leiden (Newton 1998). Tot op heden is er echter nooit melding gemaakt van een virus epidemie onder Eidereenden in Nederland en ook nu ontbreekt elke aanwijzing voor zo'n epidemie. Het is echter niet altijd makkelijk om vat te krijgen op virus-infecties, met name als het om "langzame" virussen gaat, die met grote vertraging virulent worden. In veel gevallen zal een virus infectie zichtbaar worden door aantasting en vormverandering van een specifiek orgaan. Bij de dissectie werden geen organen vastgesteld die altijd, of bijna altijd, waren aangetast. Bij het gedetailleerde pathologische onderzoek werd in meer detail naar de organen gekeken en ook daarbij werden geen aanwijzingen voor een virus infectie gevonden. Bij de vergelijkbare sterfte in de winter van 1999/2000 werd wel naar specifieke virussen gezocht middels virologische technieken. Ook toen werden geen aanwijzingen voor een virus infectie gevonden (Kuiken 2001). Een laatste argument tegen een epidemie van een dodelijk virus is het snelle herstel zonder medicijnen van de eenden in het vogelasiel Damland.

Een epidemie van non-virale microparasieten (bacterie, schimmel, protozoo).

Net als virussen kunnen ook non-virale microparasieten aanleiding geven tot een epidemische sterfte onder vogels (Newton 1998). Hiervoor zijn ook voorbeelden bij de Eidereend. In 1984 stierven op Vlieland grote aantallen Eidereenden aan vogelcholera (zie appendix A). De in 2001/2002 waargenomen sterfte vertoonde echter geen enkele gelijkenis met die epidemie, die toesloeg in het broedseizoen en broedende vrouwtjes trof. Vogels die door vogelcholera worden getroffen sterven een snelle dood en zijn dus niet uitgemergeld op het moment van overlijden.

Het is mogelijk dat de waargenomen 'vleugelrot' veroorzaakt wordt door een bacterie, maar dit verschijnsel werd waargenomen bij een minderheid van de dood gevonden dieren (30%). Dat betekent dat die 'vleugelrot' niet aangewezen kan worden als de onderliggende oorzaak van de sterfte. Dat geldt helemaal voor de vastgestelde (waarschijnlijk aviaire) tuberculose. Dit betrof slechts één individu met zeer opvallende infectie verschijnselen.

Meer algemeen zijn er drie argumenten tegen een epidemie van non-virale microparasieten als verklaring van de grote sterfte in de winter van 2001/2002. Ten eerste sterven met bacteriën of schimmels geïnfecteerde dieren vaak een snelle dood, zodat de tijd ontbreekt om te vermageren. Ten tweede zijn er dan vaak specifieke organen die ontstoken raken en "overgroeid" met de ziekteverwekkers. Er werden wel met enige regelmaat schimmels en ontstekingen waargenomen, maar deze waren steeds weer anders van aard. Het lijkt dus waarschijnlijker dat de verzwakte Eidereenden tijdens het verhongeren deze ziektes hebben opgelopen. Ten derde pleit het makkelijke herstel (zonder medicijnen) van de eenden in het vogelasiel Damland tegen een dodelijke infectie.

Een epidemie van macroparasieten.

Uit talloze studies blijkt dat macroparasieten zelden aanleiding geven tot de dood van het geparasiteerde individu. Epidemische sterfte als gevolg van een infectie met macroparasieten is dan ook zeldzaam bij vogels (Newton 1998). Het verschil met microparasieten, die wel vaak aanleiding geven tot epidemische sterfte, heeft te maken met de ten opzichte van microparasieten lange generatietijd en de wijze van transmissie en reproductie van de macroparasieten. Toch bestaan er wel voorbeelden van macroparasieten die tot grote sterfte aanleiding kunnen geven. De mogelijkheid dat de Eidereenden geplaagd worden door zo'n zeldzame macroparasiet kan niet op voorhand worden uitgesloten.

De macroparasiet verklaring veronderstelt dat de eenden eerst overmatig geïnfecteerd raken en daarna verhongeren. Vrijwel alle dood gevonden vogels waren verhongerd, maar dat sluit de alternatieve verklaring niet uit, dat ze verhongerden omdat ze niet voldoende geschikt voedsel konden vinden. Wanneer macroparasieten een belangrijke verklaring vormen voor de waargenomen sterfte, dan moeten de meeste, zo niet alle, dood gevonden vogels geïnfecteerd zijn met die parasiet. De darmparasiet *Profilicollis botulus* werd in veel eenden aangetroffen en soms in zeer grote aantallen. Het is echter steeds duidelijker dat een epidemie van deze darmparasieten niet de enige verklaring voor de verhoogde sterfte kan zijn: (1) ook gezonde Eidereenden hebben vaak hoge aantallen van deze parasiet in hun darmen (met name jonge vogels), (2) onder de dood gevonden vogels was een aanzienlijk aantal dieren met geen of slechts een gering aantal parasieten in hun darmen, (3) bij volwassen vogels was er geen verschil in parasietbelasting tussen dood gevonden en geschoten vogels, (4) onder de geschoten vogels was er geen verband tussen de lichamelijke conditie van de vogel en de belasting met darmparasieten (T.K. Christensen, pers. med.).

Blijft over de aanzienlijk minder goed onderzochte maagparasiet *Amidostomum acutum*, die werd aangetroffen in de maag van vier van de zeven in detail onderzochte eenden (appendix B). Ook van deze parasiet is bekend dat hij algemeen voorkomt bij gezonde vogels (appendix A). Tegen een belangrijke rol voor de maagparasiet pleit verder het feit dat een aanzienlijk aantal eenden schelpgruis in de darmen had en dus al "etend" is verhongerd. Daar staat tegenover dat de magen van de vogels zonder schelpgruis in hun darmen een lager gewicht leken te hebben. Omdat het maagdarmkanaal al na een paar uur leeg is, is niet duidelijk hoe lang geleden deze vogels voor het laatst hadden gegeten. Op grond van het aanvullende onderzoek aan de maagworm (appendix C) is duidelijk dat een epidemie van maagwormen niet opgevoerd kan worden als enige verklaring voor de verhoogde sterfte: met name de jonge vogels hebben een lage besmetting met deze parasiet.

De conclusies is dat de verhoogde sterfte niet het gevolg kan zijn van alleen een epidemie van darmparasieten, of alleen een epidemie van maagwormen. De volgende theoretische mogelijkheid die onderzocht moet worden is dat er sprake is van een epidemie van darmparasieten (ten koste van de jonge Eidereenden) die samenviel met een epidemie van maagwormen (ten koste van de oude Eidereenden). De eerste kanttekening die daarbij geplaatst moet worden is dat de darmparasiet *P. botulus* een

levenscyclus heeft met een tussengastheer (de strandkrab *Carcinus maenas*), terwijl de maagworm *A. acutum* overgedragen wordt via directe besmetting, vermoedelijk op andere plekken en andere momenten in het jaar. Dit maakt het samenvallen van epidemieën van beide soorten minder waarschijnlijk. Op de mogelijkheid dat er sprake is van een combinatie met nog andere factoren zal later in dit hoofdstuk dieper worden ingegaan.

Chronische stress.

Dieren in gevangenschap die niet aan stressfactoren kunnen ontsnappen kunnen uiteindelijk sterven. De vraag is of dit ook in het wild levende dieren kan overkomen. In de uitgebreide compilatie van Newton (1998) komt geen enkel geval voor van een massale sterfte bij in het wild levende vogels die wordt toegeschreven aan chronische stress. Naast deze algemene bespiegeling is er nog een tweede reden om deze verklaring te verwerpen. Chronische stress leidt tot een verzwakking van het immuun systeem. De in detail onderzochte eenden vertoonden echter duidelijke ontstekingsreacties (een bewijs van een goed functionerend immuun systeem) rond de in de darmwand vastzittende koppen van de darmparasiet *Profilicollis botulus*.

Verhongering als gevolg van voedselgebrek.

Net als bij de sterfte in de winter van 1999/2000 is verhongering als gevolg van voedselgebrek de meest aannemelijke verklaring voor de waargenomen sterfte in de winter van 2001/2002. In beide winters waren de gestorven eenden broodmager en konden een groot aantal alternatieve verklaringen voor de sterfte worden verworpen, of onaannemelijk worden gemaakt. De waarneming dat in het vogelasiel opgevangen sterk vermagerde eenden snel weer in gewicht toenamen als ze voldoende voedsel kregen ondersteunt de conclusie dat ze vermagerd waren als gevolg van voedselgebrek. Omdat de opgevangen vogels makkelijk verteerbaar voedsel toegediend kregen kan de alternatieve verklaring dat de vogels verhongerd waren als gevolg van een door parasitaire infectie verminderde eetlust echter niet worden uitgesloten. Wel duidelijk in strijd met de verklaring van verhongering als gevolg van verminderde eetlust is de waarneming dat een aanzienlijk aantal eenden (26%) al "etend" is verhongerd, getuige de aanwezigheid van schelpgruis in de darmen. Het was niet zo dat deze eenden verstopte darmen hadden. Eidereenden kunnen al etend verhongeren als de totale hoeveelheid opgenomen voedsel de energiebehoefte niet dekt. Dit kan het gevolg zijn van een tekortschietende opname van voedsel, of van een tekortschietende kwaliteit van het voedsel, zodat per tijdseenheid vertering onvoldoende energie wordt opgenomen (Nehls 2001).

Een combinatie van factoren.

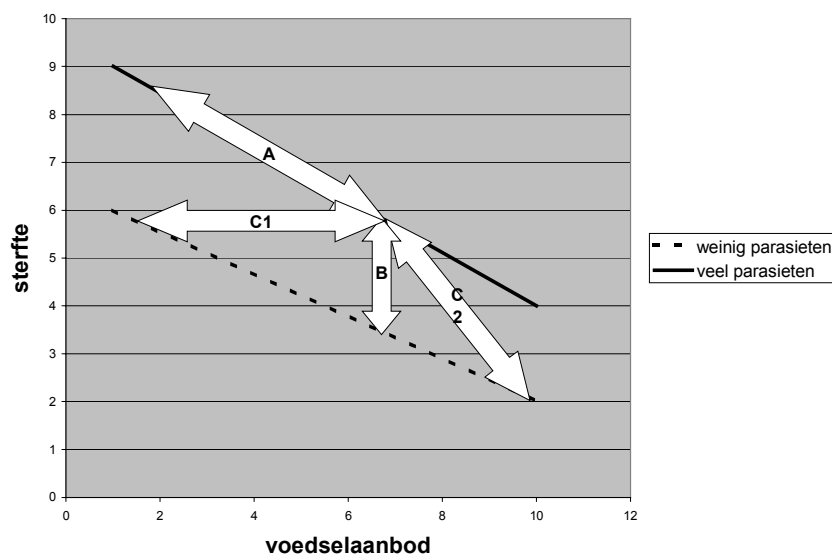
In het bovenstaande is gezocht naar één oorzaak van de verhoogde sterfte. Eerdere massale sterftes onder Eidereenden in Nederland gaven geen aanleiding tot een discussie over een combinatie van factoren. In het geval van de olielozing van een vissersboot op de Waddenzee in januari 1987, de vergiftiging met gechloreerde koolwaterstoffen in de jaren 1962-1968 en de uitbraak van vogelcholera op Vlieland in mei 1984 lijkt er sprake van één enkele oorzaak. Dat betekent niet dat alle hoge sterftes altijd een simpele verklaring hebben. Er kan sprake zijn van een combinatie

van factoren. Naast een verlaagd voedselaanbod zou er bijvoorbeeld ook sprake kunnen zijn van een verhoogd infectierisico met parasieten.

We zullen hierover eerst een vrij abstracte theoretische bespiegeling geven. Parasitaire infecties van de maagworm *A. acutum* kunnen mogelijke enerzijds gebrek aan eetlust teweegbrengen, hetgeen leidt tot verminderde voedselopname en de daarmee gepaard gaande negatieve spiraal, anderzijds zullen de parasieten de energiebehoefte van de dieren doen toenemen. Immers de parasieten eten ook mee en bovendien hebben ze een negatieve invloed op de voedselconversie. Deze laatste rol zal de darmparasiet *P. botulus* waarschijnlijk ook spelen. Het betekent in feite dat de Eidereenden veel meer dan hun normale "basis-energiebehoefte" nodig hebben om aan die extra's die de parasieten van ze vragen te kunnen voldoen. Bij een marginaal voedselaanbod, waarvan ze wellicht zonder parasitaire belasting zouden kunnen rondkomen, kan dat met parasitaire belasting dus niet. Betekent dit nu dat parasieten wel een rol moeten spelen in onze verklaring voor de verhoogde sterfte? Het simpele antwoord is nee. Met nadruk moet namelijk gesteld worden dat een eventuele verhoging van de sterftekans van een individu als gevolg van een hoge parasietbelasting onvoldoende argument is voor parasietinfectie als relevante additionele factor voor de verhoogde sterfte in een bepaald jaar in vergelijking met andere jaren. Als namelijk de kans om geïnfecteerd te raken niet verschilt tussen jaren (zodat de fractie zwaar geparasiteerde individuen constant is), terwijl de sterfte tussen jaren wel verschilt, dan betekent dat dat de waargenomen variatie in sterfte tussen jaren wel het gevolg moet zijn van een andere factor dan infectie met een parasiet. In Figuur 20 is dit nader toegelicht. In deze theoretische figuur is de sterfte uitgezet als functie van het voedselaanbod, voor het geval de fractie zwaar geparasiteerde individuen laag is en voor het geval de fractie zwaar geparasiteerde individuen hoog is. Dit is natuurlijk een simplificatie, waarin geen enkele rekening wordt gehouden met het epidemiologische patroon van de parasieten zelf. Dat kan van jaar tot jaar verschillen, bijvoorbeeld onder invloed van een strenge winter of andere weersomstandigheden. De simplificatie tast de essentie van de argumentatie niet aan en is daarom gerechtvaardigd. De figuur is zo geconstrueerd dat de sterfte toeneemt als het voedselaanbod afneemt. De sterfte neemt ook toe als de fractie zwaar geparasiteerde individuen toeneemt: in jaren met een laag voedselaanbod zullen de zwaar geparasiteerde individuen als eerste het loodje leggen. De figuur laat zien dat er ondanks deze laatste aanname scenario's mogelijk zijn waarbij alle variatie in sterfte tussen jaren het gevolg is van variatie in voedselaanbod. Een verhoogde sterftekans als gevolg van een verhoogde parasietenbelasting is een noodzakelijke, maar niet een voldoende voorwaarde voor een belangrijke rol van parasieten als verklaring voor een jaar met verhoogde sterfte. De figuur laat ook zien dat een andere noodzakelijke voorwaarde voor een belangrijke rol van parasieten als verklaring voor een jaar met verhoogde sterfte is dat er in dat jaar een sterke verhoging in de besmetting met de betreffende parasiet(en) is.

Zijn er aanwijzingen voor een verhoogde besmetting met parasieten in jaren met een verhoogde sterfte. Voor de maagworm *A. acutum* zijn hierover geen gegevens beschikbaar. Voor de darmparasiet *P. botulus* zijn er conflicterende berichten. In de standaard fuik metingen op Texel werd in de winter met de grootste

Eidereendensterfte (1999/2000) geen verhoogd aanbod vastgesteld van strandkrabben *Carcinus maenas*, de tussengastheer van de darmparasiet (Camphuysen *et al.* 2002). Op basis van de Waddenzee-brede *demersal young fish survey* concluderen Smaal *et al.* (2000) dat er wel sprake was van een verhoogd aanbod strandkrabben. Er valt iets voor te zeggen om aan de Waddenzee-brede *demersal young fish survey* meer gewicht toe te kennen dan aan de aan één locatie gebonden fuikmetingen. Dit leidt tot de suggestie dat de verhongerde jonge Eidereenden gemiddeld meer darmparasieten hadden dan de geschoten jonge Eidereenden door een verhoogd infectierisico als gevolg van een verhoogd aanbod strandkrabben.



Figuur 20. Sterfte als functie van voedselaanbod en parasitaire belasting van de populatie. Sterfte neemt toe als het voedselaanbod afneemt. Sterfte neemt ook toe als de belasting met parasieten toeneemt. A: alle variatie in sterfte tussen jaren is het gevolg van variatie in voedselaanbod. B: alle variatie in sterfte tussen jaren is het gevolg van variatie in parasitaire belasting. C: zowel voedsel als parasieten spelen een rol. In C1 heffen de effecten elkaar op. In C2 versterken de effecten elkaar.

Er is ook een alternatieve verklaring mogelijk, waarbij de verhoogde infectie van jonge Eidereenden met darmparasieten het gevolg is van een laag voedselaanbod. Het is bekend dat in tijden van voedselschaarste de jonge vogels de zwaarste klappen krijgen, omdat ze minder efficiënt fourageren dan de oudere dieren en omdat ze minder succesvol zijn bij concurrentie om de beste voedselplekken (Goss-Custard 1996, Sutherland 1996, Newton 1998). Dit leidt ertoe dat de jonge vogels uitwijken naar plekken waar ze additionele risico's lopen zoals predatie door een roofvogel of een zware infectie met parasieten. Deze verklaring wint aan kracht als we ook kunnen begrijpen waarom jonge vogels bij voedseltekort uitwijken naar voedsel met een hoog risico om darmparasieten op te lopen, terwijl oude vogels dat niet doen. Op grond van uitgebreid onderzoek aan de Kanoetstrandloper *Calidris canutus* (Piersma *et al.* 1993, van Gils ongepubliceerd) kan hierover een hypothese worden opgesteld. Net als Eidereenden leven Kanoetstrandlopers van schelpdieren die ze in hun maag kraken. De omvang van de spiermaag is zeer variabel en neemt toe naarmate prooien met dikkere schelpen worden gekraakt (Piersma *et al.* 1993). Van Gils

(ongepubliceerd) heeft nu aangetoond dat de snelheid waarmee bivalven met dikke schelpen worden verteerd toeneemt met de omvang van de spiermaag. Dit betekent dat vogels met een kleine spiermaag per tijdseenheid minder energie uit het voedsel kunnen opnemen als ze op dikschalige bivalven fourageren dan vogels met een grote spiermaag. Als kuiken fourageren Eidereenden op "zachte" prooien als kleine kreeftachtigen en wormen. De opgroeiende eenden zullen vroeg of laat moeten overstappen op harde prooien, maar zolang ze dit nog niet hebben gedaan zal hun efficiëntie op "harde" prooien vrijwel zeker lager zijn dan van adulten. Dit maakt een hogere voorkeur dan de adulten voor de "zachte" strandkrabben begrijpelijk en kan verklaren waarom de jonge vogels ook in gezonde toestand een hogere infectie met de darmparasiet *Profilocollis botulus* hebben dan de adulten. Het zou ook kunnen verklaren waarom de jonge vogels bij voedseltekort meer krabben gaan eten, terwijl de oudere vogels overstappen naar voedsel met een lagere energiewinst. De belangrijkste conclusie die aan deze speculaties moet worden verbonden is de volgende: het feit dat dood gevonden jonge Eidereenden meer darmparasieten hebben dan geschoten jonge Eidereenden is geen bewijs dat een epidemie van darmparasieten heeft bijgedragen aan de verhoogde sterfte van de jonge dieren.

Samenvattend: het feit dat in de winter van 2001/2002 veel dood gevonden eenden sterk besmet waren met darmparasieten (*P. botulus*) en/of maagparasieten (*A. acutum*) kan verklaard worden uit het feit dat in tijden van voedselschaarste de door parasieten verzwakte individuen als eerste sterven. Er zijn geen aanwijzingen, maar ook bijna geen relevante gegevens, dat er behalve voedselschaarste ook sprake was van een epidemie van darmparasieten en/of maagparasieten. De enige uitzondering op het ontbreken van relevante gegevens vormen de *demersal young fish surveys*. De mogelijkheid ontbrak om na te gaan of er in de winter van 2001/2002 ook sprake was van een verhoogd aanbod strandkrabben. Echter, zelfs als er sprake is van een verhoogd aanbod strandkrabben, dan is dit om eerder genoemde redenen geen afdoende bewijs voor een epidemie van darmparasieten in 2001/2002. Dat neemt niet weg dat het aanbeveling verdient te zoeken naar een index voor de parasitaire besmettingsgraad, die meegenomen kan worden in een multivariate analyse van de Eidereenden sterfte, zoals die hierna besproken zal worden voor verschillende prooibestanden.

4.2 Sterfte in relatie tot voedselaanbod

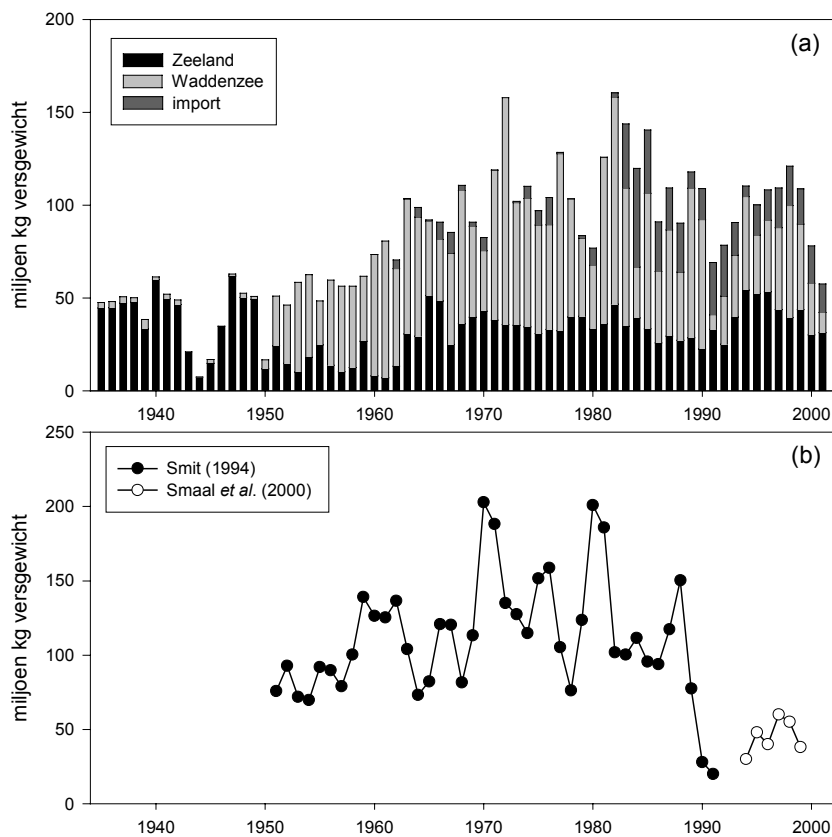
Op grond van de in dit rapport gepresenteerde gegevens wordt geconcludeerd dat de meest aannemelijke verklaring voor de hoge sterfte onder de Eidereenden in de winter van 2001/2002 bestaat uit verhongering als gevolg van een tekort aan geschikt voedsel. Dankzij uitgebreid onderzoek van o.a. Goss-Custard, Meire, Zwarts en vele anderen is zeer goed gedocumenteerd dat slechts een fractie van het totale prooidierenbestand door de vogels geoogst kan worden. Alleen die oogstbare fractie kan tot het voedselaanbod gerekend worden en die oogstbare fractie kan zeer sterk verschillen tussen de verschillende soorten prooidieren. Een ingang naar de meest relevante wetenschappelijke artikelen op dit gebied is te vinden in de Ecologische

Atlas van de Nederlandse wadvogels (v.d. Kam *et al.* 1999), terwijl Sutherland (1996) de theoretische implicaties helder op een rij zet.

De conclusie dat de Eidereenden verhongerd zijn als gevolg van een tekort aan geschikt voedsel wint aan kracht als ook een verband tussen sterfte en een maat voor het voedselaanbod gevonden kan worden. Vanwege verschillen in beschikbaarheid van de verschillende prooidiersoorten geeft een simpele optelling van de bestanden van de verschillende prooidiersoorten in termen van biomassa, zoals in Smaal *et al.* (2001a), geen goed beeld van het voedselaanbod. Dit is helemaal waar als ook de beschikbaarheid van een bepaalde prooidiersoort nog sterk kan variëren. Het is ook niet mogelijk om dan alleen de beschikbare fracties op te tellen, omdat de kennis ontbreekt om van elke prooi soort precies aan te geven welk deel van het bestand oogstbaar is voor de Eidereend (Leopold *et al.* 2001). Het is wel mogelijk om op basis van kennis over de voedsel ecologie van de Eidereend te voorspellen welke prooi geprefereerd zal worden en daarna een verband te zoeken tussen die geprefereerde prooi en de sterfte van de Eidereenden. In alle studies aan Eidereenden in de internationale Waddenzee komt naar voren dat mosselen en kokkels het stapelvoedsel vormen, dat wil zeggen de belangrijkste prooidieren zijn (Leopold *et al.* 2001). In de Nederlandse Waddenzee ligt het grootste deel van de kokkels op de platen. Eidereenden bemachtigen hun prooidieren zwemmend of duikend en ze kunnen dus maar een deel van de tijd op die droogvallende platen naar voedsel zoeken; de mossels in het sublittoraal zijn daarentegen altijd beschikbaar. Verder zijn de eenden gebaat bij schelpdieren die veel vlees bevatten en dunne schelpen hebben, vanwege de gewoonte om de schelpen in de maag te kraken. Sublittorale mosselen bevatten meer vlees en hebben dunnere schelpen dan littorale mosselen. Mosselen in het algemeen, en sublittorale mosselen in het bijzonder, hebben een veel gunstiger verhouding tussen schelp en vlees dan kokkels. Op basis hiervan wordt voorspeld dat sublittorale mossels de geprefereerde prooi zijn van de Eidereenden die in Nederland overwinteren.

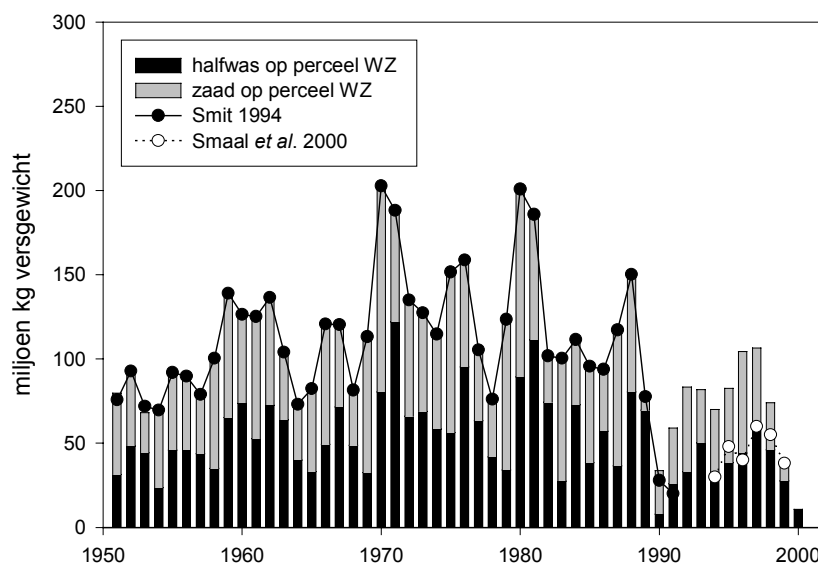
In overeenstemming hiermee is dat de hoofdmacht van de overwinterende Eidereenden zich tot de winter van 1999/2000 ophield in de westelijke Waddenzee, waar de sublittorale mosselpercelen zich bevinden en waar ook omvangrijke wilde bestanden sublittorale mosselen voorkomen (Koffijberg *et al.* 2001). Die wilde bestanden worden intensief bevestigd en als mosselzaad op de mosselpercelen uitgestrooid. Mosselpercelen ontbreken in de oostelijke Waddenzee en de bestanden wilde sublittorale mossels zijn verwaarloosbaar ten opzichte van de bestanden in de westelijke Waddenzee.

Er bestaan geen gepubliceerde statistieken over het aanbod mosselen op de percelen in de Waddenzee. Er bestaan wel gepubliceerde statistieken over de aanlandingen van consumptiemosselen vanuit de Waddenzee (Smaal & Lucas 2000; Productschap Vis 2000; Figuur 21a). Op basis van deze aanlandingen kan het bestand van mosselen op de cultuurpercelen worden gereconstrueerd. Camphuysen *et al.* (2002) hebben de bestaande reconstructies (gepubliceerd in Smit 1994 en Smaal *et al.* 2000) gecombineerd tot één figuur en daaruit ontstaat een opvallend beeld (Figuur 21b): in



Figuur 21. (a) Aanlandingen van consumptiemossels op de veiling in Yerseke, opgesplitst naar gebied van herkomst. Gegevens van het Productschap Vis die eerder werden gepubliceerd door o.a. Smaal & Lucas (2000) en Productschap Vis (2000). (b) Schatting van het aanbod mossels op de cultuurpercelen in de Waddenzee door Smit (1994) en Smaal et al. (2000).

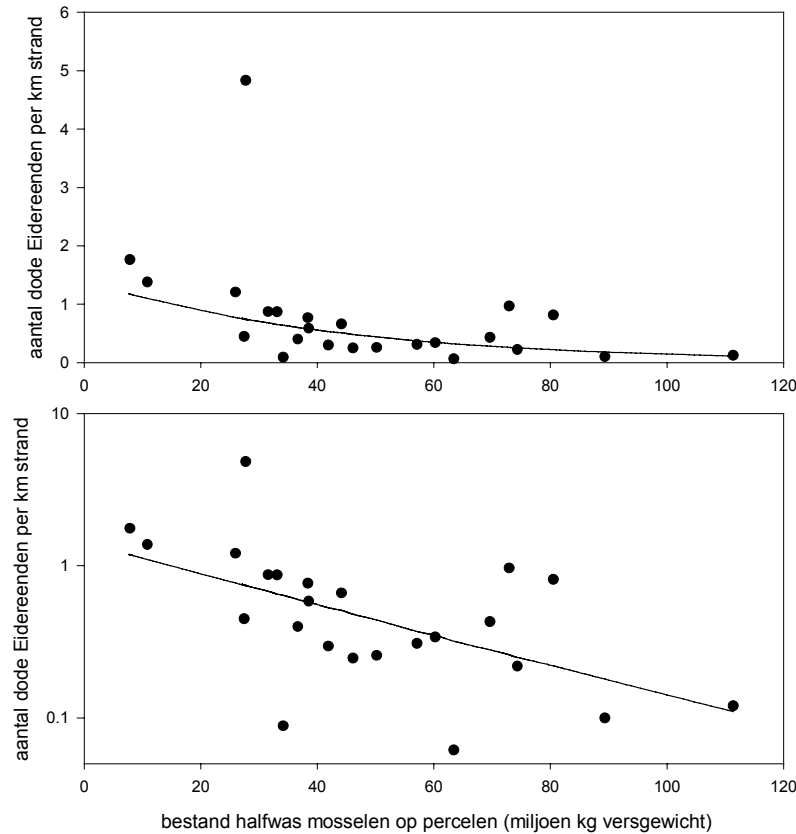
1990 bereikt het bestand een historisch dieptepunt en sindsdien zijn de bestanden op de percelen structureel lager dan in de twee decennia daarvoor. Uit gesprekken met schelpdierdeskundigen is ondertussen duidelijk geworden dat de twee series niet zonder meer gecombineerd mogen worden omdat de wijze van reconstrueren verschilt (A. Smaal, pers. med.; M. van Stralen, pers. med.). De serie gepubliceerd in Smit (1994) is gebaseerd op de aanname dat 1 kg zaadmosselen na 1 jaar is uitgegroeid tot 1 kg halfwas mosselen, die na nog 1 jaar is uitgegroeid tot 1 kg consumptiemosselen die in de loop van de herfst en winter kunnen worden aangeland. Het is nu eenvoudig de in Smit (1994) gepubliceerde serie compleet te maken (Figuur 22). Er is volgens deze reconstructie nog steeds sprake van een afname in het geschatte mosselbestand op de percelen sinds 1990, maar de afname is niet zo dramatisch als eerder geschat. In het kader van deze rapportage is het niet mogelijk om na te gaan waarom de twee reconstructies van elkaar verschillen. De door Smaal *et al.* (2000) gepresenteerde reconstructie omspannt echter te weinig jaren om op zinvolle wijze naar een verband te zoeken tussen mortaliteit van de Eidereenden en het aanbod op de percelen. Blijft over de met latere jaren uitgebreide serie van Smit (1994).



Figuur 22. Verschillende reconstructies van het mosselbestand op de percelen in de Waddenzee. Behalve de gepubliceerde reconstructies van Smit (1994) en Smaal et al. (2000) is ook weergegeven wat het resultaat is van de aanname dat 1 kg zaad in jaar t resulteert in 1 kg halfwas in jaar $t+1$ en uiteindelijk 1 kg consumptiemosselen in jaar $t+2$.

Voor het berekenen van het verband tussen sterfte van de Eidereenden en het aanbod van mosselen op percelen moeten we nu bepalen welke mossels meegeteld worden. Het ligt voor de hand om de consumptiemosselen niet mee te rekenen, omdat die consumptiemosselen in de loop van de herfst en het begin van de winter naar de markt gebracht worden. De consumptiemosselen zijn dus voor een belangrijk deel van de percelen verdwenen op het moment dat de Eidereenden in Nederland aankomen om te overwinteren. Het ligt ook voor de hand om de zaadmosselen niet mee te rekenen, omdat zulke kleine mossels 's winters niet profijtelijk geoogst kunnen worden door de Eidereenden in de Waddenzee (Nehls 1995, 2001). De op uitgebreide gepubliceerde metingen gebaseerde conclusies van Nehls verschillen van eerdere berichten van Swennen *et al.* (1989). De auteurs in die oude studie veronderstellen een preferentie voor prooien van 10-20 mm en beschrijven dat in de jaren tachtig de Eidereenden pas in de loop van de winter overschakelen op de consumptiemossels op de mosselpercelen, omdat, naar zij vermoeden, de kleinere prooien uitgeput raken. Omdat volstrekt onduidelijk is waarop die conclusies zijn gebaseerd worden de recente inzichten van Nehls aangehouden. Er zijn wel studies waarin goed gedocumenteerd is dat Eidereenden 's winters hele kleine mosselen eten, maar die studies hebben betrekking op gebieden die op belangrijke punten niet vergelijkbaar zijn met de Waddenzee (zie bijv. Guillemette *et al.* 1996). De conclusie van Nehls wordt verder ondersteund door de berekeningen van Brinkman *et al.* (MS), die een model ontwikkeld hebben over de energetica van een naar mosselen duikende Eidereend. Brinkman *et al.* komen tot de conclusie dat 's winters mosselen kleiner dan 30 mm niet profijtelijk kunnen worden geoogst, terwijl 's zomers de grens bij 20 mm ligt. Een ander argument om zaadmosselen niet mee te rekenen is dat de schatting van het aanbod zaadmosselen op de percelen minder betrouwbaar is dan de

schatting van het aanbod halfwas mosselen, want er is een extra extrapolatiestap nodig. In Figuur 23 is voor elke winter met gegevens de sterfte van de Eidereenden uitgezet tegen het gereconstrueerde aanbod halfwas mosselen op de percelen. Er is sprake van een zeer significante negatieve correlatie (Spearman $r = -0.60$, $N=24$, $P=0.002$). Hoge sterfte van Eidereenden treedt vooral op als het geschatte bestand halfwas mosselen op de percelen zeer laag is.



Figuur 23. Aantal dode Eidereenden per km strand als functie van het gereconstrueerde aanbod van halfwas mosselen op de percelen in de Waddenzee (zie Figuur 22). Het weergegeven verband tussen Y (het aantal dode Eidereenden per km strand) en X (het geschatte aanbod halfwas mosselen op de percelen in de Waddenzee in miljoen kg versgewicht) is: $\ln(Y) = 0.345 - 0.0233X$. In het bovenste paneel zijn de assen van de figuur niet getransformeerd, in de het onderste paneel is de Y-as logaritmisch.

Tabel 17: Gegevens over strengheid van de winter, schelpdierbestanden, sterfte van eidereenden, aantallen eidereenden en afgeleide variabelen voor de seizoenen 1977-1978 t/m het seizoen 2001-2002. SEIZOEN = het winterseizoen waarop de getallen betrekking hebben; IJNSEN = IJnsen index voor strengheid van de winter (IJnsen 1988); COCKLIT = totale litorale kokkelbestand Waddenzee in sept in miljoen kg vlees uit Bult et al. 2000, MUSLANDW = aangelande consumptie mosselen uit de Waddenzee in miljoen kg versgewicht (Smaal & Lucas 2000); HALFWASW = bestand halfwas mosselen op percelen in Waddenzee in miljoen kg versgewicht berekend uit aanlandingen onder aanname dat 1 kg halfwas het volgen jaar 1 kg consumptiemosselen oplevert; ZAADW = bestand zaadmosselen op percelen in Waddenzee in miljoen kg versgewicht berekend onder aanname dat 1 kg zaad het volgend jaar 1 kg halfwas oplevert; TOTMOSW = HALFWASW + ZAADW; DEADEIDE = aantal dode Eidereenden per km strand in de periode november-april (Camphuysen 2002); WZTOT = totaal aantal Eidereenden in de Waddenzee in midwinter (Camphuysen et al. 2002; Kats ongepubliceerd); NZTOT = totaal aantal Eidereenden in de Noordzee kustzone in midwinter (Camphuysen et al. 2002; Kats ongepubliceerd); EIDERTOT = WZTOT + NZTOT onder aanname dat er 0 Eidereenden op de Noordzee zaten voor 1985; DEADPROP = 100000*DEADEIDE/EIDERTOT; LNDPRWZ = LN(DEADPROP).

SEIZOEN	IJNSEN	COCKLIT	MUSLANDW	HALFWASW	ZAADW	TOTMOSW	DEADEIDE	LNDEAD	WZTOT	NZTOT	EIDERTOT	DEADPROP	LNDPRWZ	MUSDUCK	HWMDUCK
1977-1978	9.5	130.0	95.3	63.4	41.9	105.3	.06	-2.79	106822			.06	-2.85		
1978-1979	51.7	94.0	63.4	41.9	34.2	76.1	.30	-1.22				.			
1979-1980	14.5	10.0	41.9	34.2	89.3	123.5	.09	-2.42	111802			.08	-2.53		
1980-1981	15.8	220.0	34.2	89.3	111.4	200.7	.10	-2.30				.			
1981-1982	36.0	210.0	89.3	111.4	74.3	185.7	.12	-2.12				.			
1982-1983	7.6	114.0	111.4	74.3	27.5	101.8	.22	-1.52	123421			.18	-1.73		
1983-1984	13.6	72.0	74.3	27.5	72.9	100.4	.45	-.80	119446			.37	-.98		
1984-1985	45.9	34.0	27.5	72.9	38.5	111.4	.97	-.03				.			
1985-1986	40.1	15.0	72.9	38.5	57.1	95.6	.59	-.54				.			
1986-1987	33.6	10.0	38.5	57.1	36.7	93.8	.31	-1.18	145400	4994		.21	-1.55	624	380
1987-1988	4.7	12.0	57.1	36.7	80.5	117.2	.40	-.92		121		.			
1988-1989	2.0	175.0	36.7	80.5	69.7	150.2	.81	-.21		107		.			
1989-1990	3.0	115.0	80.5	69.7	7.9	77.6	.43	-.84		1865		.			
1990-1991	21.6	25.4	69.7	7.9	26.0	33.9	1.76	.57	90030	12210		1.72	.67	332	77
1991-1992	9.6	4.5	7.9	26.0	33.1	59.1	1.21	.19		50620		.			
1992-1993	8.0	29.4	26.0	33.1	50.2	83.3	.87	-.14	73330	90961		.53	.17	507	201
1993-1994	13.9	47.1	33.1	50.2	31.6	81.8	.26	-1.36	86120	27518		.23	-1.21	720	442
1994-1995	7.5	21.8	50.2	31.6	38.4	70.0	.87	-.14	106626	29830		.64	-.20	513	232
1995-1996	47.7	29.5	31.6	38.4	44.2	82.6	.77	-.27	144929	21350		.46	-.64	497	231

1996-1997	31.1	1.3	38.4	44.2	60.3	104.5	.66	-.41	90770	49679	.47	-.32	744	315
1997-1998	4.6	10.7	44.2	60.3	46.2	106.5	.34	-1.08	74062	24176	.35	-.78	1084	614
1998-1999	11.1	137.0	60.3	46.2	27.8	74.0	.25	-1.40	107286	21136	.19	-1.47	576	360
1999-2000	3.6	69.7	46.2	27.8	10.9	38.7	4.83	1.57	51063	46668	4.94	2.25	395	284
2000-2001	8.6	54.7	27.8	10.9			1.38	.32	31926	80995	1.22	1.46		96
2001-2002			10.9				2.69	.99	48094	56542	2.57	1.72		

In plaats van op basis van kennis uit de literatuur over de voedselkeuze van de Eidereend één bepaalde fraktie van het schelpdierbestand aan te wijzen als geprefereerde voedselbron kan ook gekeken worden welke schelpdierbestanden een duidelijk verband hebben met de waargenomen sterfte onder de Eidereenden. In Tabel 17 staan de makkelijk toegankelijke lange dataseries bij elkaar. Voor de statistische analyse is de logaritme genomen van het aantal dode Eidereenden per km strand (vergelijk ook Fig. 23a met 23b). In lijn met de eerdere aanpak blijkt er een sterk en significant negatief verband tussen Eidereendensterfte en de schatting van het bestand halfwas mosselen op de percelen in de Waddenzee (Tabel 18). Er is echter ook een significant negatief verband met het bestand kokkels op de platen en met het bestand aan zaadmosselen op de percelen. Dit zijn enkelvoudige correlaties. De vraag is in hoeverre gegevens over het kokkelbestand en het bestand zaadmosselen onze voorspelling over Eidereendensterfte op basis van het bestand halfwas mosselen nog kunnen verbeteren. Wanneer een "forward stepwise" multiële regressie wordt uitgevoerd, worden na het bestand halfwas mosselen geen nieuwe variabelen geselecteerd, omdat ze geen significante verbetering van het model betekenen. Wanneer het bestand halfwas mosselen "constant" wordt gehouden blijken de (partiele) correlaties van Eidereendensterfte met het bestand littorale kokkels en het bestand zaadmosselen op de percelen niet meer significant. Het is wel zo dat beide partiele correlaties nog steeds negatief zijn en dat de partiele correlatie tussen Eidereendensterfte en zaadmosselen op het randje van significantie zit. Hoewel het bestand halfwas mosselen als belangrijkste variabele uit de bus komt is het zeker nog te vroeg om te concluderen dat de andere schelpdierbestanden geen rol spelen. Dit geldt helemaal voor de bestanden die niet in deze analyse konden worden betrokken, te weten: het bestand sublittorale kokkels, de wilde sublittorale mossels, de wilde littorale mossels en de *Spisula* bestanden op de Noordzee. Met name de extreem hoge sterfte in 1999/2000 hangt waarschijnlijk niet alleen samen met het lage bestand halfwas mosselen, maar ook met het zeer lage bestand *Spisula* op de Noordzee. De in die winter waargenomen sterfte is bijna 7 keer hoger dan verwacht mag worden op grond van het bestand halfwas mosselen alleen. Sinds de eerste verhoogde sterfte onder de Eidereenden in 1990/1991 en 1991/1992 fourageren er grote groepen Eidereenden in de Noordzee kustzone op *Spisula* (Camphuysen *et al.* 2002). Zo ook in de winter van 1999/2000. In die winter was er echter nauwelijks *Spisula* te vinden op de Noordzee en wat er lag was merendeels eenjarig (Smaal *et al.* 2000).

Tabel 18: Berekening van de correlatie tussen Eidereenden sterfte (logaritmisch getransformeerd) en verschillende schelpdierbestanden en de IJnsen index voor strengheid van de winter. De data waarop deze berekeningen betrekking hebben staan in Tabel 17. Voor een aantal variabelen is ook de partiele correlatie berekend door te controleren voor het bestand halfwas mosselen.

	Correlatie met Eidereenden sterfte			Partiele correlatie met Eidereenden sterfte waarbij gecontroleerd wordt voor het bestand halfwas mosselen		
	Pearson r	Steekproef N	Significantie P	Pearson r	Steekproef N	Significantie P
Bestand littorale kokkels	-0.44	24	0.032	-0.09	20	0.704
Halfwas mosselen op percelen	-0.57	24	0.004			
Zaadmosselen op percelen	-0.47	23	0.024	-0.40	20	0.068
IJnsen winterindex	-0.06	24	0.795	0.01	20	0.949

Omdat schelpdieren als gevolg van zachte winters een slechte conditie hebben is ook gekeken naar het verband tussen de sterfte van de Eidereenden en de IJnsen index, die aangeeft hoe koud de winter is geweest (IJnsen 1988). Er blijkt geen enkel verband tussen de strengheid van de winter en de Eidereendensterfte, ook niet als gecontroleerd wordt voor het bestand halfwas mosselen op de percelen (Tabel 18). Er is dus voorlopig geen enkele aanwijzing dat milde winters via een slechte conditie van de schelpdieren aanleiding geven tot een verhoogde sterfte onder de Eidereenden.

Een mogelijk punt van kritiek op de voorgaande berekeningen is dat geen rekening is gehouden met het aantal aanwezige Eidereenden. Als er twee keer zoveel Eidereenden zijn zullen er bij een zelfde sterftekans van die Eidereenden twee keer zoveel dode eenden op het strand gevonden worden. Door het aantal dood gevonden Eidereenden te delen door het aantal getelde Eidereenden kan hiervoor worden gecorrigeerd (Tabel 18). Doordat de aantallen Eidereenden in de periode van onderzoek niet bijzonder sterk fluctueerden correleert de gecorrigeerde sterfte zeer sterk aan de ongecorrigeerde sterfte ($r=-0.996$, $N=16$). Wanneer de eerder beschreven analyses worden uitgevoerd met de gecorrigeerde mortaliteit levert dit exact dezelfde conclusies op. De correlatie tussen de gecorrigeerde sterfte en het bestand halfwas mosselen is negatief en significant verschillend van nul: $r=-0.68$, $N=15$, $P=0.006$.

Omdat het bestand halfwas mosselen geschat wordt uit de aanvoer van consumptiemosselen in het volgende jaar is het nog niet mogelijk de hoge sterfte uit de afgelopen winter van 2001/2002 in Figuur 23 te plotten. De halfwas mosselen die die winter op de percelen lagen zullen de komende maanden aangevoerd worden als consumptiemosselen. Alles wijst er echter op dat het punt zeer goed zal passen in de gevonden lijn. Volgens berichten in de NRC van 3 juli 2002 verwachten de mosselkwekers een heel slecht seizoen, c.q. een hele lage aanvoer van consumptiemosselen. Navraag bij veilingmeester Hans Kosten van het mosselkantoor bevestigde dit beeld. Het seizoen 2002/2003 is nog niet afgelopen, maar naar zijn schatting zal er dit jaar maximaal 35 miljoen kg versgewicht mosselen uit de Waddenzee worden aangevoerd, waaronder veel halfwas mosselen. De kans dat het gevonden verband tussen Eidereenden sterfte en aanbod halfwas mosselen op toeval berust is dus verwaarloosbaar klein.

Een statistisch significant verband is niet altijd biologisch relevant. De in Tabel 18 gerapporteerde Pearson correlatie coëfficiënt van -0.57 voor het verband tussen mortaliteit en aanbod halfwas mosselen betekent dat 32% van de variatie in mortaliteit “verklaard” kan worden door variatie in het aanbod halfwas mosselen. Wanneer de sterfte gecorrigeerd wordt voor het aantal levend getelde eenden bedraagt de correlatie coëfficiënt, zoals eerder gemeld, zelfs -0.68 , wat overeenkomt met een verklaarde variantie van 46%. Betekent dit dat een belangrijk deel van de variatie in sterfte tussen jaren niet verklaard kan worden door voedselaanbod (minimaal 54% en maximaal 68%)? Het antwoord is nee. Om een aantal redenen denken wij namelijk dat zelfs 46% een onderschatting is van het deel van de variatie in mortaliteit dat verklaard kan worden door variatie in voedselaanbod. Dit heeft te maken met fouten in de beschikbare data van het voedselaanbod en onvolledigheid van de gegevens over het voedselaanbod. Het bestand halfwas mosselen wordt geschat uit de aanvoer van consumptiemosselen in het jaar daarop. Het betreft dus alleen de halfwas mosselen op de percelen en niet de wilde bestanden. Tegenwoordig is er een zeer intensieve visserij op mosselzaad in het sublittoraal en zeker in mosselarme jaren zullen de bestanden wilde halfwas mosselen zeer laag zijn. Dit in tegenstelling tot de jaren tachtig, toen de visserij op mosselzaad in het sublittoraal waarschijnlijk minder intensief was. Aanwijzingen hiervoor zijn o.a. het feit dat er in die periode nog geen zaadvissers in het najaar was. Bijgevolg bleven waarschijnlijk meer wilde halfwas mosselen in het sublittoraal liggen. Verder worden in mosselarme jaren ook de snel groeiende halfwas mosselen op de markt gebracht. Dit jaar gebeurt dat onder de naam van zomermosselen. Deze praktijk leidt tot een overschatting van het bestand halfwas mosselen in het voorafgaande jaar. Onze verwachting is dat wanneer betere getallen over het bestand halfwas mosselen in het sublittoraal beschikbaar komen als onderdeel van EVA II project F4b, een groter deel van de variatie in mortaliteit door variatie in dit deel van voedselaanbod verklaard zal worden. Toch denken wij niet dat alle variatie in mortaliteit verklaard kan worden met variatie in halfwas mosselen in het sublittoraal. Ook andere prooibestanden spelen vermoedelijk een rol. In de winter met de allerhoogste mortaliteit (1999/2000) was het bestand grote *Spisula* in de Noordzee kustzone minimaal, terwijl er wel enkele tienduizenden Eidereenden in die Noordzee kustzone verbleven. Het ligt dus voor de hand om het bestand *Spisula* als tweede verklarende factor op te voeren in een multivariate analyse. Helaas is dit niet mogelijk, omdat de tijdreeks met bestandschattingen van *Spisula* te kort is. Samenvattend denken wij dat er goede argumenten zijn om aan te nemen dat variatie in het voor Eidereenden beschikbare voedselaanbod een aanzienlijk groter deel van de variatie in Eidereendensterfte verklaart dan de minimale schatting 32%.

5 Aanbevelingen voor nader onderzoek

Op basis van het bovenstaande kunnen de volgende aanbevelingen voor nader onderzoek worden gedaan:

- (1) Hoewel verhongering door voedselgebrek de meest aannemelijke verklaring lijkt voor de waargenomen verhoogde sterfte, kan op dit moment de mogelijkheid nog niet volledig worden uitgesloten dat een aanzienlijk aantal adulte eenden eerst met de maagparasiet *Amidostomum acutum* besmet is geraakt en daarna is gestopt met eten. Het verdient aanbeveling om de magen van geschoten Eidereenden op deze parasiet te onderzoeken, ter vergelijking met de aantallen parasieten in de dood gevonden eenden. Het meeste inzicht wordt verkregen als eenden worden geschoten in delen van de Waddenzee waar wel en geen verhoogde sterfte optreedt of is opgetreden. Als alleen eenden uit Denemarken beschikbaar komen, waar op Eidereenden mag worden gejaagd, is dat echter geen ramp voor het onderzoek.
- (2) Als verhongering door voedselgebrek inderdaad de belangrijkste oorzaak van de verhoogde sterfte is, dan is het belangrijk om te weten op welke schaal dit voedselgebrek zich afspeelt. Het is opvallend dat de weinige dood gevonden *Spisula* eters niet verhongerd leken, terwijl dit wel het geval was voor de vogels met gruis van mossels of kokkels in hun darmen. Het kan zijn dat vogels door hun plaatskeuze gedwongen worden zich op bepaalde prooien te specialiseren. Van lokale broedvogels is voorstelbaar dat zij in de buurt van de broedkolonies willen blijven en volgens Camphuysen (ongepubliceerd) worden er de laatste jaren opvallend veel in Nederland geringde Eidereenden teruggemeld. De herkomst van de dood gevonden vogels is vermoedelijk via de DNA-analyse te achterhalen.
- (3) Om de voedselgebrek hypothese te toetsen is het belangrijk om goede getallen te krijgen over de variatie in het voor Eidereenden beschikbare voedselaanbod gedurende de afgelopen jaren. Dit betekent enerzijds dat de aanwezige getallen over belangrijke voedselbronnen boven water moeten komen en anderzijds dat er onderzoek gedaan moet worden naar de eigenschappen van het prooiaanbod die bepalen of dat prooiaanbod al of niet geschikt is voor de Eidereend.
- (4) Onderzoek naar de effecten van de introductie van de mosselcultuur op het sublittorale mosselbestand (en daarmee het voedselaanbod voor de Eidereend) in de Waddenzee.
- (5) Onderzoek naar de implicaties van het feit dat consumptiemosselen in toenemende mate uit Zeeland worden aangevoerd en niet uit de Waddenzee. Betekent dit dat als onderdeel van veranderingen in het kweekproces het transport van zaad- en halfwas mosselen uit de Waddenzee is toegenomen, waardoor deze mosselen niet meer beschikbaar zijn als voedsel voor de Eidereend?
- (6) Onderzoek naar de oorzaken van de recente daling in de productie van consumptiemosselen in de Nederlandse kustwateren (zie ook Ens 2002).

6 Dankwoord

Speciale dank verdienen Piet Duiven, Saskia van der Drift, Susanne Eisenberg, Maaïke van Leeuwen en Evert Jan Slot voor hun enthousiaste bijdrage aan het snijden van de Eidereenden. Zonder de inzet van tallozen die vers dode Eidereenden voor ons verzamelden was het onderzoek niet mogelijk geweest: Natuurvereniging de Windbreker in Petten (eenden uit Noord-Holland); Folkert Janssens, Carl Zuhorn en Peter de Boer (Vlieland) en Dirk Kuiken (Harlingen). Veel dank aan C. Oosterhuis en P. Vlaming van vogelopvang Damland voor het beschikbaar stellen van de gegevens over de in hun vogelasiel opgevangen Eidereenden. De in de periode 2000-2002 bijeengebrachte gegevens van olieslachtoffertellingen op de Nederlandse kust werden verzameld met financiële ondersteuning van Directie Noordzee van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (contract NZ 1240). Met de bij EVA II betrokken onderzoekers Tammo Bult, Aad Smaal en Jaap de Vlas werden inhoudelijke discussies over deze rapportage gevoerd en hun commentaar werd verwerkt.

7 Expertise

Op de expert meeting op 26 februari 2002 waren de volgende experts aanwezig:

- C.J. Camphuysen (CSR): marien ornitholoog en leider Eiderdissecties in de winter 1999/2000;
- M.F. Leopold (Alterra): marien ornitholoog met specialisatie zee-eenden;
- F.H.M. Borgsteede (ID-Lelystad): parasitoloog;
- R.K.H. Kats (AIO RU Groningen/Alterra): promovendus op onderzoek aan voedsel生态学 en verspreiding van Eidereenden; organisator van het verzamelen van de eenden;
- G.M. Dorrestein (Universiteit Utrecht): patholoog, gespecialiseerd in ziektekunde van vogels en wilde fauna.
- B.J. Ens (Alterra): ecooloog met veel ervaring in onderzoek aan schelpdieretende vogels
- T.K. Christensen (NERI): Deense ornitholoog die onderzoek doet aan de conditie en parasieten belasting van geschoten Eidereenden
- S. Braaksma (LNV-Noord): beleidsambtenaar en opdrachtgever
- G. van Brakel (LNV-Noord): beleidsambtenaar

De volgende experts waren ook uitgenodigd, maar helaas verhinderd: Marten Eggen (ecotoxicoloog RIKZ), Thijs Kuiken (viroloog Erasmus Universiteit) en Tammo Bult (schelpdieronderzoeker RIVO).

De dissecties vonden plaats op Alterra van 11-15 maart 2002 door een team van experts, te weten:

- C.J. Camphuysen (CSR): marien ornitholoog en leider Eiderdissecties in de winter 1999/2000;
- M.F. Leopold (Alterra): marien ornitholoog met specialisatie zee-eenden;
- P. Duiven (ex-NIOZ): tientallen jaren betrokken bij onderzoek aan Eidereenden onder leiding van C. Swennen, o.a. anatomisch en parasitologisch onderzoek;
- F.H.M. Borgsteede (ID-Lelystad): parasitoloog;
- R.K.H. Kats (AIO RU Groningen/Alterra): promovendus op onderzoek aan voedsel生态学 en verspreiding van Eidereenden; organisator van het verzamelen van de eenden;
- S. van der Drift, S. Eisenberg en M. van Leeuwen: vijfdejaars studenten diergeneeskunde Universiteit Utrecht, onder leiding van G.M. Dorrestein, patholoog.
- E.J. Slot (van Hall Instituut); stagiair Alterra.

Literatuur

Beukema J.J. & Cadée G.C. 1996. Consequences of the sudden removal of nearly all mussels and cockles from the Dutch Wadden Sea. P.S.Z.N.I: Marine Ecology 17: 279-289.

Bisschop J. 2002. <http://www.lauwersmeer.com→vogels→eider>

Brinkman, A.G., Ens, B.J. & Kats, R.K.H. 2002. Modeling the prey choice and distribution of Eider ducks. Report to the Commission of the European Communities, Agriculture and Fisheries (FAIR) under the specific RTD programme CT 98-4201 ESSENSE. Alterra, Texel.

Bult T.P., Ens B.J., Lanthers, R., Smaal, A. & Zwarts, L. 2000 Voedselreservering Oosterschelde: Korte Termijn Advies. Samenvattende rapportage. Rapport RIKZ/2000.042. RIKZ, Den Haag.

Bult, T.P. & Kesteloo, J.J. 2002. Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren. RIVO rapport nr. C038/02. RIVO, Yerseke.

Burt E.H. & Ichida J.M. 1999. Occurrence of feather-degrading bacilli in the plumage of birds. Auk 116(2): 364-372.

Burt E.H. 1999. Think small. Auk 116: 878-881.

Camphuysen C.J. 1987. Stranding van Noordse Stormvogels *Fulmarus glacialis* en (juvenile) Drieteenmeeuwen *Rissa tridactyla* op de Hollandse kust juli-augustus 1987. Sula 1: 77-78.

Camphuysen C.J. 1990a. Massastranding van Alken *Alca torda* op de Nederlandse kust, Jan-Mrt 1990: Aantal, Leeftijd en Oliebesmeuring. Sula 4: 135-138.

Camphuysen C.J. 1990b. Fish stocks, fisheries and seabirds in the North Sea. Techn. Rapport Vogelbescherming nr. 5, Vogelbescherming Nederland, Zeist.

Camphuysen C.J. 1992. Auk wrecks in the southern North Sea, 1981-1991: oil pollution or food shortage? In: Tasker M.L. (ed). Proc. Seabird Group Conference 'European Seabirds', Glasgow 27-29 March 1992: 23.

Camphuysen C.J., Ens B.J., Heg D., Hulscher J., Meer J. van der & Smit C.J. 1996. Oystercatcher winter mortality in The Netherlands: the effect of severe weather and food supply. Ardea 84a: 469-492.

Camphuysen C.J. 1997. Ecologisch profiel van de Eidereend *Somateria mollissima*. RIKZ-werkdocument 96.146x, Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Texel, 125pp.

Camphuysen C.J., Barreveld H., Dahlmann G. & Franeker J.A. van 1999. Seabirds in the North Sea demobilised and killed by polyisobutylene (C₄H₈)_n. Marine Pollution Bulletin 38: 1171-1176.

Camphuysen C.J. 2000a. De sterfte van Eidereenden *Somateria mollissima* in het Nederlandse Waddengebied, winter 1999/2000. CSR Report 200.004, Oosterend, Texel.

Camphuysen C.J. 2000b. Bejaarde Eidereenden op het strand. Nieuwsbrief NZG 2(1): 2.

Camphuysen C.J. 2000c. Mass mortality of Common Eiders *Somateria mollissima* in the Wadden Sea, winter 1999/2000: food related parasite outbreak? Atlantic Seabirds 2(1): 47-48.

Camphuysen C.J. 2001. Dode Eidereenden in de winter 2000/2001. Nieuwsbr. NZG 3(1): 3-4.

Camphuysen, C.J. 2002. <http://home.planet.nl/~camphuys/NZGNSO.html>

Camphuysen, C.J., C.M.Berrevoets, H.J.W.M. Cremers, A. Dekinga, R. Dekker, B.J. Ens., T.M. van der Have, R.K.H. Kats, T. Kuiken, M.F. Leopold, J. van der Meer & T. Piersma 2002. Mass mortality of Common Eiders *Somateria mollissima* in relation to commercial fisheries and fisheries management in the Dutch Wadden Sea. Biological Conservation 106: 303-317.

Camphuysen C.J., Wright P.J., Leopold M.F., Hüppop O. & Reid J.B. 1999. A review of the causes, and consequences at the population level, of mass mortalities of seabirds. In: Furness R.W. & Tasker M.L. (eds) Diets of seabirds and consequences of changes in food supply: 51-66. ICES Coop. Res. Report No. 232, International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen.

Cramp S. & Simmons K.E.L. (eds) 1977. The Birds of the Western Palearctic, 1. Oxford Univ. Press, Oxford 722pp.

Dorrestein, G.M. 1997 Diagnostic Necropsy and Pathology. In: Avian Medicine and Surgery, R.B. Altman, S.L. Clubb, G.M. Dorrestein and K. Quesenberry (eds). WB Saunders, Philadelphia etc. pp 158-169.

Ens, B.J., Lanter, R. & Smaal, A. 2000. Onderzoeksplan EVA-II: evaluatie schelpdiervisserij 2e fase. Rapportage Alterra, RIKZ & RIVO in opdracht van de ministeries LNV en V&W. Den Burg/Den Haag/Yerseke, februari 2000.

Ens, B.J. 2002. What we know and what we should know about mollusc fisheries and aquacultures in the Wadden Sea. In: W.J. Wolff, K. Essink, A. Kellerman & M.A. van Leeuwe (eds.) - Proceedings of the 10th International Scientific Wadden Sea Symposium. Ministerie van LNV, Den Haag.

Goss-Custard, J.D. (ed) 1996. The Oystercatcher: From Individuals to Populations. Oxford Univ. Press, Oxford.

Gronert A. 1991. Uitzichtloze situatie voor Eiders op Hondsbossche Zeewering. De Windbreker 39: 2-4.

Guillemette M, A Reed & JH Himmelman, 1996. Availability and consumption of food by common eiders wintering in the Gulf of St Lawrence: evidence of prey depletion. Can J Zool 74: 32-38

Hart S. 1990. Wie is er bang voor de Eidereend. Zeelieven 6(4): 48-49.

Hart S. 1991. Eidereend de dupe van schelpdiervisserij. Zeelieven 7(2): 23-31.

IJnsen F (1988) Het karakteriseren van winters: koudegetallen en wintercijfers. Zenit 15: 50—55

Koffijberg, K., Berrevoets, C. & Witte, R. 2001. Numbers and Distribution of Wintering Common Eiders in the Dutch Wadden Sea in 2000. Wadden Sea Newsletter 2001-1: 8-10.

Kuiken T. 2001. Pathology of Common Eiders in the Dutch Wadden Sea in December 1999. Wadden Sea Newsl. 2001-1: 16-18.

Leopold, M.F., R.K.H. Kats & B.J. Ens. 2001. Diet (preferences) of Eiders *Somateria mollissima*. Wadden Sea Newsletter 2001 - No. 1 (Special Issue Eider Mortality in the Wadden Sea in the Winter 1999/2000): 25-31.

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

Nehls, G. 2001. Food Selection by Eiders - Why quality Matters. Wadden Sea Newsletter 2001-1: 39-41.

Newton, I. 1998. Population Limitation in Birds. Academic Press, London.

Piersma, T., Koolhaas, A. & Dekinga, A. 1993. Interactions between stomach structure and diet choice in shorebirds. The Auk 110: 552-564.

Piersma T. & Camphuysen C.J. 2001. What can peak mortalities of Eiders tell us about the state of the ecosystem of the Dutch Wadden Sea? Wadden Sea Newsl. 2001-1: 42-45.

Productschap Vis (2000) Statistisch overzicht 1999. Rapport 0838/71.4/GP/PB (pp. 2--59) Productschap Vis, Rijswijk

Reijrink L.A.F. 1978. Enkele oecologische onderzoeken aan zeevogels. Verslag zesmaands doctoraal onderwerp dieroecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen.

Smaal AC and Lucas L (2000) Regulation and monitoring of marine aquaculture in The Netherlands. J Appl Ichthyol 16: 187-191

Smaal AC, Craeymeersch JA, Kamermans P, Kesteloo JJ and Schuiling E (2000) Schelpdieren en krabben in het Waddengebied in de periode 1994 - 2000 als mogelijk voedsel voor Eidereenden. C029/00 (pp. 3--23) Ministerie van LNV, Den Haag

Smaal, A., Craeymeersch, J., Kamermans, P. & van Stralen, M. 2001a. Is Food Shortage the Cause of Eider Duck Mortality? Shellfish and Crab Abundance in the Dutch Wadden Sea 1994-1999. Wadden Sea Newsl. 2001-1: 35-38.

Smit CJ (1994) Alternatieve voedselbronnen voor schelpdier-etende vogels in Nederlandse getijdewateren. IBN-rapport 077 (pp. 3--73) DLO-IBN, Wageningen.

Sutherland, W.J. 1996. From Individual Behaviour to Population Ecology. Oxford Univ. Press, Oxford.

Swennen, C. 1976. Population structure and food of the Eider *Somateria m. mollissima* in the Dutch Waddensea. Ardea 64 (3/4): 311-371.

Swennen, C., Nehls, G. & Laursen, K. 1989. Numbers and distribution of Eiders *Somateria mollissima* in the Wadden Sea. Neth. J. Sea Res. 24: 83-92.

van de Berk, V., Dirksen, S. & Poot, M.J.M. 2000. Sterfte onder eidereenden in de Waddenzee 1999-2000: een zoektocht naar de oorzaak van de massale sterfte van eidereenden in de Waddenzee. Werkdocument EC-LNV nr. 186, Wageningen.

Van de Kam, J., B.J. Ens, T. Piersma & L. Zwarts. 1999. Ecologische atlas van de Nederlandse wadvogels. Schuyt & Co, Haarlem.

Appendix A : Dode Eidereenden op de Nederlandse kust

C.J. Camphuysen, CSR-Consultancy, Ankerstr. 20, 1794 BJ Oosterend

Inleiding

In het onderstaande wordt een overzicht gegeven van bekende gevallen van massale sterfte onder Eidereenden *Somateria mollissima* in Nederland. Behalve incidenten waarbij de oorzaak kon worden achterhaald worden hier ook gevallen beschreven waarbij de voor sterfte verantwoordelijke factoren minder duidelijk waren.

Olie-incidenten

Eidereenden zijn, zoals alle zeegebonden watervogels, buitengewoon kwetsbaar voor olievervuiling. Wereldwijd zijn gedurende de afgelopen 100 jaren talloze olie-incidenten verantwoordelijk geweest voor de massale sterfte van watervogels, waaronder bij herhaling ook veel Eidereenden. In de Zuidelijke Noordzee is het incident met de *Pallas* in oktober 1998 ten zuiden van het Duitse Waddeneiland Sylt het laatste scheepsongeval waarbij een groot aantal Eidereenden omkwam (Reineking 1998; Fleet *et al.* 1999). De bijzondere kwetsbaarheid van zee- en Eidereenden wordt veroorzaakt doordat deze soorten in dichte concentraties voor de kust voorkomen. Het is dan ook niet zozeer de hoeveelheid gemorste olie bij zo'n incident waardoor een grote sterfte kan optreden, maar veeleer het tijdstip (winterseizoen) en de plaats (voedselgebieden in de kustwateren) waardoor een olievlek tot grote schade kan leiden.

Sinds 1960 werden in het Noordzeegebied meer dan 20 olie-incidenten gerapporteerd waarbij veel Eidereenden werden getroffen (Tabel A1; naar Camphuysen 1989, aangevuld en aangepast). Het incident met de *Erika* voor de Franse Atlantische kust in 1999 valt feitelijk buiten het Noordzeegebied, maar de hier getroffen Eidereenden behoorden hoogstwaarschijnlijk tot de populaties in de Waddenzee/Oostzee flyway.

In Nederlandse wateren komt voor het eerst massale sterfte door olie voor in **december 1967**, toen naar schatting 4000 Eidereenden omkwamen (Swennen & Spaans 1970). Het is niet duidelijk waarop deze schatting gebaseerd is; zij is niet van een bronvermelding voorzien en er zijn geen tellingen bekend in de jeugdbondsarchieven, ook niet uit begin 1968, waaruit blijkt dat er die winter een grote sterfte onder Eidereenden is geweest (Kuyken & Zeger 1968; Lemstra 1968). De RIVON archieven voor wat betreft deze periode zijn met het vertrek van J.J.C. Tanis verloren gegaan (Platteeuw 1987) en bij herhaald verzoek in latere jaren werden door hem slechts meerjarenstatistieken geproduceerd (Tanis 1981a&b).

Het tot dusverre ernstigste en tevens goed gedocumenteerde olie-incident in Nederland voor wat betreft de aantallen getroffen Eidereenden vond plaats in **februari 1969** (Swennen & Spaans 1970; Tanis 1981b). Op 16 februari 1969 spoelde er met de ochtendvloed op het strand van Terschelling een bruinzwarte, taaie olie aan. Later werden ook Vlieland en Texel door olie getroffen. Tellingen in februari en april (Zegers 1969, 1970) zijn de grondslag geweest voor een totaalschatting van

35.000-41.000 olieslachtoffers, waarvan 15.000 Eidereenden (15% van de dat jaar overwinterende populatie (Swennen & Spaans 1970)).

Tabel A1. Olie-incidenten in het Noordzeegebied waarbij grote aantallen Eidereenden betrokken waren, 1960-beden.

Jaar	Gevonden vogels	Eidereenden	Plaats, referentie
Jan-feb 1962	1743	254	Deens Kattegat (Joensen 1972)
Feb-mrt 1965	2340	207	N. Sjælland, Denemarken (Joensen 1972)
Winter 1966	?	'many'	Helgoland (Schoennagel 1966)
Mrt-apr 1968	1168	1127	Tay Estuary, Schotland (Greenwood & Keddie 1968)
Jan-feb 1969	16864	5591	Nederlandse Waddenzee (Swennen & Spaans 1970)
Feb-mrt 1969	2376	1683	N. Sjælland, Denemarken (Joensen 1972)
Dec 1969	1362	1081	Læso-Vensyssel, Denemarken (Joensen 1972)
Jan-feb 1970	10992	2124	NO Engeland (Greenwood <i>et al.</i> 1971)
Feb-mrt 1970	1974	947	Jutland, oostkust (Joensen 1972)
Winter 1970/71	2311	1713	Deens Kattegat (Joensen 1972)
Mrt 1972	4759	683	Deens Kattegat (Joensen & Hansen 1977)
Dec 1972	9151	4413	Deense Waddenzee (Joensen & Hansen 1977)
Feb 1976	843	732	Texel, Nederland (Camphuysen 1989)
Dec 1978		3000	Shetland <i>Esso Bernicia</i> spill (Heubeck & Richardson 1980)
Jan-mrt 1979	18271	11333	Deens Kattegat, <i>Thun Thank III</i> (Clausager 1979)
Herfst 1981	31857	3331	Zweedse westkust (Udden & Åhlund 1984)
Nov 1984	1926	1141	W. Sjælland, Denemarken (Danielsen <i>et al.</i> 1986)
Dec 1984	1676	1579	Deense Waddenzee (Danielsen <i>et al.</i> 1986)
Aug 1985	1627	1256	Deens Kattegat (Clausager 1985)
Jan 1987	6796	5077	Nederlandse Waddenzee (Engelen 1987)
Jan 1988	3680	518	Nederlandse Voordelta (Camphuysen <i>et al.</i> 1988)
Jan 1993	1538	73	Sumburgh, Shetland <i>Braer</i> spill (Heubeck <i>et al.</i> 1995)
Okt 1998	12037	7365	<i>Pallas</i> , Schleswig-Holstein (Reineking 1998)
Dec 1999	63606	373	<i>Erika</i> , Frankrijk (Anon. 2000)

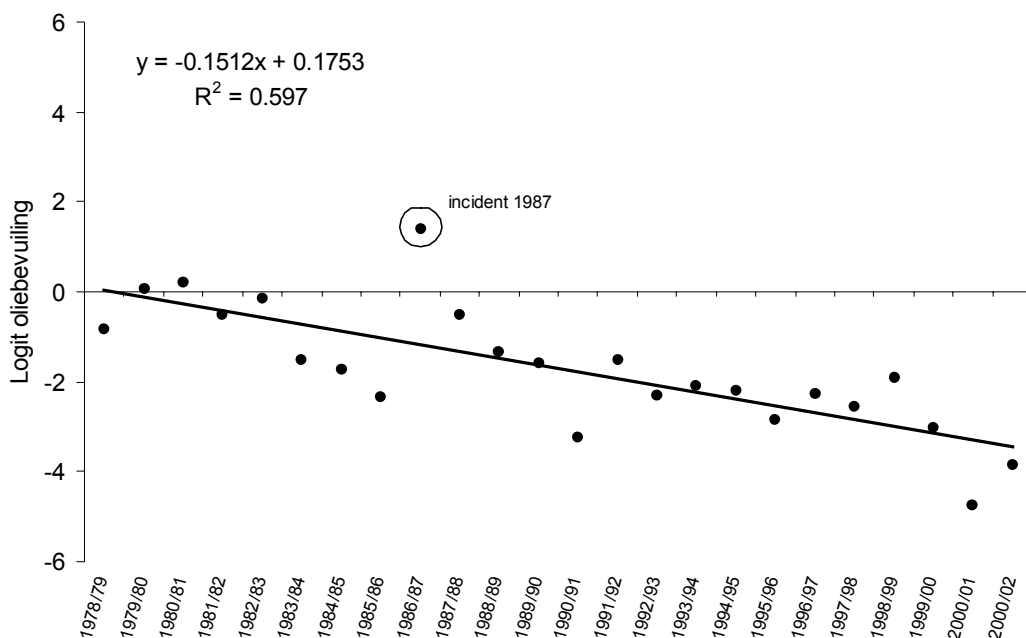
In **februari 1976** werden 732 dode Eidereenden gevonden op Texel en nog eens 36 exemplaren langs de Noord-Hollandse kust. Ofschoon van 62.7% werd genoteerd dat de vogel met olie besmeurd was, bestaat er twijfel over de accuratesse van dit percentage (gegevens NJN ontvangen via Ruud Luntz in 1977). In herfst 1975 en winter en voorjaar 1976 vond een opvallende exodus van Eidereenden plaats vanuit de Waddenzee naar de Noordzeekust van het vasteland tot in Zeeland (Camphuysen & Van Dijk 1983; Camphuysen 1997a) en het seizoen werd verder gekarakteriseerd door een naar omstandigheden zware 'wintersterfte' (Camphuysen *et al.* 1996).

In **januari 1987** vond een lozing van olie door een vissersboot in het Waddengebied plaats (Engelen 1987). In twee maanden tijd werden 6800 met olie besmeurde vogels gevonden, waaronder 5075 Eidereenden. Omdat de lozing ditmaal in de Waddenzee plaatsvond en niet op de Noordzee is de sterfte onder zee-eenden beperkt gebleven.

De ertscarrier *Borvea* verliet begin **januari 1988** de haven van Terneuzen op weg naar Narvik in Noorwegen. Het schip bleek een 7 meter lange scheur onder de waterlijn te hebben en lekte olie in de Voordelta ter hoogte van de kust van Schouwen en Goeree (Camphuysen *et al.* 1988). Onder 3680 geregistreerde olieslachtoffers op de kust bevonden zich 518 Eidereenden. De soortsaamenstelling van de olieslachtoffers vormde een afspiegeling van de aanwezige, oliegevoelige watervogelsoorten in de Voordelta. Het aantal op de kust aangetroffen met olie besmeurde Eidereenden was echter maar nauwelijks kleiner dan het totale aantal Eidereenden dat kort voor het incident tijdens een vliegtuigtelling in de Voordelta was vastgesteld (650-700 vogels)(Baptist 1988).

Chronische olievervuiling

Veel olievlekken op de Noordzee zijn niet ter herleiden naar een bepaalde bron, een incident of een lozing. Deze lappendeken van olievlekken, hoofdzakelijk veroorzaakt door (illegale) operationele lozingen op zee, vormt een voortdurende bedreiging voor watervogels op zee. Zeevogels zijn belangrijke indicatoren van olievervuiling (Furness & Camphuysen 1997). De fractie olieslachtoffers wordt gezien als afspiegeling van het soort-specifieke risico om op zee met olie in aanraking te komen (Camphuysen 1997b; Camphuysen & Heubeck 2001). Langjarige systematische olieslachtoffertellingen hebben uitgewezen dat de chronische vervuiling geleidelijk afneemt en vooral bij kustgebonden soorten worden tegenwoordig veel lagere oliebevuilingspercentages gevonden dan enkele tientallen jaren geleden (Camphuysen 1998). Ook bij de Eidereend is een dergelijke afname vastgesteld (Figuur A1) en de regionale verschillen in oliebevuilingspercentages illustreren dat de vogels op de Noordzee een groter risico lopen dan in het Waddengebied (Tabel A2).



Figuur A1. Logit-getransformeerde oliebevuilingspercentage voor Eidereenden in het Nederlandse Wadden gebied, winter 1978/79- winter 2001/02 (archief NZG/NSO ongepubl. materiaal).

Recente olieslachtoffertellingen kennen Eidereenden als bijzonder talrijke vogels waarvan een groot aandeel met olie besmeurd is (Camphuysen 1989). Een analyse van de gevoeligheid voor olie wees uit dat deze soort met een 'Oil Vulnerability Index' van 75 op de vierde plaats staat in een lijst van 104 watervogelsoorten in de Noordzee (Camphuysen 1989). Deze index werd gebaseerd op 20 factoren die de overleving van soorten in relatie tot oppervlaktevervuiling zouden kunnen beïnvloeden. .

Tabel A2. Aantal complete kadavers van Eiders met en zonder olie, het aantal in plastics of vistuig verstrikte individuen en het percentage olieslachtoffers langs het Noordzeestrand van het vasteland en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Eilanden (deelgebied I-III) en in het Waddengebied (deelgebied IV-VI); archief NZG/NSO ongepubl. materiaal.

Vasteland en Deltagebied				Waddenkust				
geen olie	olie	verstrikt	%olie	geen olie	olie	verstrikt	%olie	
1967/68	1	6	85.7	1967/68	465	230	33.1	Olie-incident
1968/69		43	100.0	1968/69	2	3163	99.9	
1969/70		1	100.0	1969/70	4	129	97.0	
1970/71		3	100.0	1970/71	7	13	65.0	
1971/72		2	100.0	1971/72	6	13	68.4	
1972/73				1972/73	8	11	57.9	Olie-incident?
1973/74				1973/74		57	100.0	
1974/75		4	100.0	1974/75		15	100.0	
1975/76	12	79	86.8	1975/76	289	443	60.5	
1976/77				1976/77		6	100.0	
1977/78	4	10	71.4	1977/78	4	3	42.9	Olie-incident Borvea incident
1978/79	7	8	53.3	1978/79	21	8	27.6	
1979/80	2	5	71.4	1979/80	17	18	51.4	
1980/81	5	16	76.2	1980/81	52	63	53.8	
1981/82	14	8	36.4	1981/82	101	66	39.1	
1982/83	18	16	47.1	1982/83	298	261	46.4	Olie-incident Borvea incident
1983/84	21	30	57.7	1983/84	409	88	17.6	
1984/85	72	22	23.4	1984/85	677	118	14.8	
1985/86	3	4	50.0	1985/86	288	29	9.1	
1986/87	12	22	62.9	1986/87	119	515	81.2	
1987/88	3	552	99.5	1987/88	346	211	37.7	Olie-incident Borvea incident
1988/89	27	21	41.2	1988/89	580	157	21.2	
1989/90	1	7	87.5	1989/90	226	48	17.3	
1990/91	382	47	11.0	1990/91	395	8	2.0	
1991/92	165	96	36.8	1991/92	448	47	9.5	
1992/93	81	42	34.1	1992/93	474	22	4.4	Olie-incident Borvea incident
1993/94	20	8	28.6	1993/94	150	18	10.7	
1994/95	29	12	29.3	1994/95	584	57	8.9	
1995/96	103	5	4.6	1995/96	278	21	7.0	
1996/97	28	3	9.7	1996/97	256	30	10.5	
1997/98	22	6	21.4	1997/98	170	13	7.1	Olie-incident Borvea incident
1998/99	15	1	6.3	1998/99	190	36	15.8	
1999/00	363	93	20.4	1999/00	6363	249	3.8	
2000/01	65	3	4.3	2000/01	1347	13	1.0	
2001/02	297	6	2.0	2001/02	3106	67	2.1	
Totaal	1772	1181	8	39.9	17680	6246	40	26.1

In de periode vóór de Tweede Wereldoorlog kwam de Eiderend nog niet voor in de literatuur over olievervuiling en de daarmee samenhangende slachtoffers onder zee- en kustvogels. Wellicht werd nu en dan wel een dode Eiderend gevonden, maar de aantallen waren te klein om op te vallen tussen de duizenden met olie besmeurde zeeëenden en alkachtigen. Tanis & Mörzer Bruijns (1964) telden uitsluitend met olie besmeurde vogels op de kust. Op grond van hun tellingen werden na de Tweede Wereldoorlog (1948-58) gemiddeld 3.6 olieslachtoffers per km gevonden. Het kilometergemiddelde voor met olie besmeurde Eiderenden bedroeg slechts 0.04 (1% van alle olieslachtoffers; Mörzer Bruijns 1959). Eind jaren vijftig, begin jaren zestig vonden zij 1.9 olieslachtoffers per km, terwijl het aantal Eiderenden onverminderd klein was (0.04 per km, 2%; Tanis & Mörzer Bruijns 1962). Op verzoek van Directie Noordzee produceerde J.J.C. Tanis in 1981 lijsten met overzichten over de tijdvakken 1962-68 en 1968-71. De gegevens over deze latere jaren zijn nooit officieel gepubliceerd en althans gedeeltelijk dubieus (Camphuysen

1989). Onder 23.067 geregistreerde olieslachtoffers in de eerste periode bevonden zich 709 (3%) Eidereenden (Tanis 1981a). Onder 40.114 geregistreerde olieslachtoffers in de tweede periode bevonden zich liefst 10.634 (26.5%) Eidereenden (Tanis 1981b). In sterk gecomprimeerde vorm waren deze gegevens althans gedeeltelijk eerder op internationale congressen gepubliceerd (Tanis & Mörzer Bruijns 1964, 1968). De sterke verhoging van de fractie Eidereenden in de meest recente periode wordt veroorzaakt door het olie-incident op Texel, Vlieland en Terschelling in 1969. Overigens suggereren deze gegevens dat Eidereenden onder de olieslachtoffers in ons land tot 1970 minder dan 3% van het totaal hebben uitgemaakt. Sinds 1970 werden jaarlijks gemiddeld 990 dode Eidereenden geregistreerd, waarvan, zoals blijkt uit Tabel A2, een toenemend aantal niet met olie besmeurd bleek te zijn. De Eidereend is dus een bijzonder talrijke strandvondst in deze periode (alleen de Zeekoet *Uria aalge* werd in grotere aantallen gevonden). Om een vergelijking met de eerdere periode te kunnen maken (toen klaarblijkelijk uitsluitend met olie besmeurde vogels werden geteld), moet het aantal met olie besmeurde Eidereenden worden afgezet tegen het totaal aantal met olie besmeurde vogels voor de kust (1970-75 5.2%, 1975-80 12.3%, 1980-85 2.7%, 1985-90 9.1%, 1990-95 5.0%, 1995-2000 8.7% van het aantal olieslachtoffers). Tegenwoordig is de fractie Eidereenden aanmerkelijk hoger, waaruit zou kunnen worden afgeleid dat Eidereenden tegenwoordig naar verhouding talrijker zijn dan in het verleden of dat andere vogelsoorten sterk in aantal zijn afgenomen.

Eidereendensterfte door besmeuring met diverse lipofiele stoffen

De schadelijke effecten van minerale olie op de veren van watervogels zijn evident. De besmeurde delen van het verenkleed raken lek doordat de veren verkleven, waardoor koud water tot op de huid kan doordringen met alle schadelijke gevolgen van dien (Holmes & Cronshaw 1977; Van Bernem & Lübke 1997). Het poetsen van de veren bij licht besmeurde individuen, de natuurlijke reactie van een vogel met schade in de veren, verergert de kwaal slechts. Zwaar besmeurde exemplaren stikken in de olie of de vleugels en staart raken zodanig verkleefd zat zij zich niet meer kunnen verplaatsen. Minder bekend is dat ook andere, niet-minerale oliën en vetten precies dezelfde of zelfs nog schadelijkere effecten op vogels hebben. Sommige substanties zijn veel moeilijker te zien (transparant), of zijn behalve uitermate kleverig ook nog giftig (McKelvey *et al.* 1980; Timm & Dahlmann 1991; Rozemeijer *et al.* 1992). Swennen (1977) toonde aan dat een geringe verlaging van de oppervlaktespanning van het water door vettige substanties bij zeevogels in gevangenschap – in dit geval veroorzaakt door hun eigen uitwerpselen in onvoldoende gezuiverd water - al tot gevolg had dat de vogels gevaar liepen om de waterafstotende werking van hun veren te verliezen. In Nederlandse wateren zijn incidenten geregistreerd waarbij vogelsterfte optrad als gevolg van lozingen of lekkages van palmolie, verf, paraffine, dodecylphenol, nonylphenol, polyisobutyleen (Engelen 1987; Van den Brink 1989; Anon. 1990; Averbeck 1990; Timm & Dahlmann 1991; Zoun *et al.* 1991ab; Camphuysen *et al.* 1999; Joosse 1999). Eidereenden zijn bij verschillende van deze incidenten betrokken geweest:

Op 18 en 19 **november 1987** spoelden van Texel tot en met Ameland honderden zeevogels aan die met een lijmachtige substantie overdekt waren (Engelen 1987b).

De substantie was uitsluitend met zeer agressieve wasmiddelen, zoals wasbenzine of garagezeep uit de veren te verwijderen en zij bleek na laboratoriumonderzoek voor 90% uit lijnzaadolie te bestaan. Eidereenden (honderden) en Zeekoeten *Uria aalge* (tientallen) waren de voornaamste slachtoffers van deze lozing.

Van **december 1988** tot en met **maart 1989** spoelden enkele duizenden zeevogels aan op de Nederlandse en Duitse kust (tot aan Sylt) die besmeurd waren met een lijmachtige substantie, later geïdentificeerd als Nonylphenol (Van den Brink 1989; Averbeck 1990; Zoun *et al.* 1991ab). De voornaamste getroffen soorten waren Alk *Alca torda* en Zeekoet. Ook een klein aantal Eidereenden werd getroffen, maar een totaalschatting van de Eidersterfte werd nooit gemaakt. Op 28 december 1988 werd door de kustwacht en olieachtige vlek van 1x10 km waargenomen. Later bleek dat het boorplatform NEDRILL-4 in de strandingsperiode een exploratieboring naar gas had uitgevoerd, waarbij op 20 december bij ruw weer een slang gebroken zou zijn waardoor 38 ton boorspoeling (met Nonylphenol als bestanddeel) is zee terechtkwam. De resterende 22 ton werden later op weg naar IJmuiden geloosd (Zoun 1991). In Duitsland werd een lozing vanuit een chemicaliëntanker verondersteld de oorzaak te zijn geweest (Averbeck 1990; Timm & Dahlmann 1991).

Camphuysen *et al.* (1999) analyseerden de gevolgen van een gespreide lozing van polyisobutyleen voor de Nederlandse westkust in **december 1998**. Aanvankelijk alleen in Zeeland en Zuid-Holland, maar een week later ook in de kop van Noord-Holland en op Texel spoelden ongeveer 1130 totaal met een transparante, zeer kleverige substantie overdekte zeevogels aan. In Zeeland werden hoofdzakelijk Zwarte Zee-eenden *Melanitta nigra* en Zeekoeten getroffen, op Texel spoelden vooral Noordse Stormvogels *Fulmarus glacialis* en Zeekoeten aan met daaronder een klein aantal besmeurden Eidereenden.

In **februari 2002** werd op de Hondsbossche Zeewering een flinke stranding geconstateerd van een onbekende, sterk naar olie geurende, felrode substantie. Analyse op het Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH, Hamburg) wees uit dat de substantie zes componenten bevatte, waaronder in elk geval drie olefinen (alkenen; octadecene, nonadecene en docosene), dioctyldiphenylamine en twee niet geïdentificeerde componenten. De aromatische amines zijn in het algemeen zeer toxisch en oxideren gemakkelijk waardoor de rode kleur ontstaat (J. Boon pers. comm.). Er zijn overigens geen aanwijzingen dat deze lozing tot verhoogde sterfte onder de Eidereenden of enige andere zeevogel voor de Noord-Hollandse kust heeft geleid.

Vergiftiging [drins]

Van 1962 tot 1968 trad grote sterfte op onder volwassen Eidereenden, met name in de westelijke Waddenzee. De sterfte bleek het gevolg te zijn van vergiftiging door de aanvoer van met gechloreerde koolwaterstoffen (telodrin en dieldrin) vervuild water vanuit de Rijn naar de Waddenzee. Zeestroming en ophoping van toxische stoffen in de voedselketen veroorzaakte uiteindelijk een hoge mortaliteit onder een aantal vogelsoorten, waaronder sterns en vooral nestelende wijfjes Eidereenden in het Waddengebied (Zweeres 1965; Koeman *et al.* 1968; Koeman 1971; Koeman *et al.* 1972; Swennen 1972). Vooral op de westelijke Waddeneilanden werden aan het einde van of vlak na de broedtijd (eind mei en in juni) dode wijfjes aangetroffen (Spaans & Swennen 1968). In het oostelijke deel van de Waddenzee was de sterfte veel minder opvallend (Mooser 1973). Deze specifieke verontreiniging van het Waddenzeemilieu werd in 1965 met succes een halt toegevoerd (stopzetting van lozingen in de Rijn).

Op Vlieland nam de jaarlijkse sterfte onder volwassen wijfjes toe tot maar liefst 61% in 1965 en vervolgens af tot minder dan 10% in het begin van de jaren zeventig (Tabel A3). De soort verdween als broedvogel rond het Balgzand (Boer & Monsees 1967, Boer *et al.* 1970). Op Terschelling werd een afname geconstateerd van ruim 1000 broedparen in 1960 tot ongeveer 250 paar in 1968, op Vlieland liep de populatie terug van 4000 nesten in 1960 tot 800 nesten in 1968, op Texel verdween de soort bijna als broedvogel door een afname van 400 paar in 1960 tot 19 paar in 1966 en 34 paar in 1968 (Spaans & Swennen 1968, Swennen 1976, Zwart 1985). Op de oostelijke Waddeneilanden (Schiermonnikoog en Rottum) werd een dergelijke afname niet gevonden, maar de totale Nederlandse populatie kelderde tussen 1960 en 1968 van ongeveer 5750 paar tot ruim 1300 paar.

Tabel A3: Mortaliteit onder broedende Eidereend vrouwtjes op Vlieland (Swennen & Smit 1991).

Jaar	mortaliteit
1964	35%
1965	61%
1966	33%
1967	17%
1968	15%
1969	8%
1970	2%
1971	3%

Vogelcholera

In mei 1984 verloor Vlieland een gedeelte van zijn broedvogels als gevolg van een uitbraak van vogelcholera (Pasteurellosis). Vogelcholera is uiterst besmettelijk en wordt veroorzaakt door de bacterie *Pasteurella multocida* (Swennen & Smit 1991). De uitbraak werd ontdekt tijdens de jaarlijkse routinebezoeken van de kolonie op Vlieland, toen voor het eerst sinds de vergiftigingen in de jaren zestig weer dode wijfjes op nesten werden aangetroffen. Laboratorium onderzoek op het Centraal Diergeneeskundig Instituut in Lelystad toonde aan dat *Pasteurella multocida* verantwoordelijk mocht worden gesteld voor de waargenomen sterfte. Geschat werd dat tenminste 80-100 wijfjes bij deze epidemie zijn omgekomen, vermoed werd dat de besmetting plaatsvond in de drinkwater poeltjes (stilstaand water, regelmatig

bezoekt door nestelende wijfjes), en er zijn sindsdien geen vergelijkbare gevallen in Nederland meer gerapporteerd.

Uitbraken van vogelcholera werden in de Verenigde Staten en Canada gedocumenteerd voor 1963, 1964, 1966, jaarlijks tussen 1970 en 1976, en in 1985. De eerste gevallen van vogelcholera na de uitbraak in Nederland waarbij Eidereenden werden getroffen werden recentelijk in 1996 en in 2001 in Denemarken geconstateerd en daarbij was de sterfte aanzienlijk (Christensen 2002). In 1996 stierven op een kolonie in Stavns Fjord 1600 wijfjes en 300 woerden, terwijl slechts 72 nestelende wijfjes overbleven. Verscheidene andere vogelsoorten (Middelste Zaagbek *Mergus serrator*, Zilvermeeuw *Larus argentatus*, Scholekster *Haematopus ostralegus*) werden tegelijkertijd getroffen. In 2001 werden ook Aalscholvers *Phalacrocorax carbo* getroffen. In totaal zijn in Denemarken de laatste jaren door vogelcholera tenminste 4000 adulte wijfjes omgekomen en omdat de oorzaken van het plotseling opduiken van de bacterie niet bekend zijn is herhaalde uitbraak van vogelcholera een punt van zorg.

Parasieten

In **augustus 1956** en opnieuw in **augustus 1957** bevonden zich op de Vlielandse glooiing, in de omgeving van de grootste Nederlandse broedkolonie Eidereenden (toen geschat op ongeveer 3000 broedvogels) tussen ongeveer 1800 pleisterende Eidereenden tientallen respectievelijk 'wel 100' (5%) ernstig verzwakte Eidereenden (Swennen & Van den Broek 1960). De vogels lieten zich dicht benaderen en braakten alvorens zij tenslotte vluchtten de krop- en maaginhoud uit (meestal mossels). Van een aantal vogels werd de darm onderzocht, waarbij bleek dat zich bij alle Eidereenden 150-250 exemplaren van de ook al in de faeces waargenomen Acanthocephaal *Polymorphus* [tegenwoordig *Profilicollis*] *botulus* in de darmwand hadden ingeboord. Geconcludeerd werd dat de sterfte werd veroorzaakt door een door de wormen veroorzaakte darmontsteking en misschien zelfs darmperforatie.

Een vergelijkbaar incident, met een identieke conclusie, werd gerapporteerd van de kust van Maine (USA) in 1958 (Clark *et al.* 1958). *Profilicollis botulus* is, naar sindsdien echter gebleken is, een veelvoorkomende endoparasiet in Eidereenden. Bishop & Threlfall (1974) troffen gemiddeld 80 Acanthocephalen aan (range 1-654) en een besmettingspercentage van 92% bij 110 geschoten Eidereenden in Newfoundland en Labrador. Persson *et al.* (1974) vonden een besmettingspercentage van 94.5% in 110 geschoten Eidereenden afkomstig van de Zweedse westkust. Thompson (1985a) vond zelfs geen significant verschil in besmettingspercentage tussen dood gevonden Eidereenden en speciaal voor het onderzoek geschoten 'gezonde' vogels. De Eidereenden doen hun besmetting op door het consumeren van Strandkrabben *Carcinus maenas*, de tussengastheren van deze parasiet (Liat & Pike 1980; Thompson 1985b). Grenquist (1970) en Hario *et al.* (1995) produceerden overzichten van bekende gevallen massale sterfte van kennelijk met deze Acanthocephalen besmette Eidereenden en constateerden dat er geen overtuigend verband bestond tussen de mate van besmetting en de omvang van geregistreerde sterftes. Zij concludeerden eenvoudig dat er geen overtuigend bewijs te vinden was voor een door deze parasieten *veroorzaakte* sterfte.

Een andere, potentieel gevaarlijke parasiet, de maagworm *Amidostomum acutum* en zijn verwant *A. artseris* wordt eveneens vaak in 'gezonde' geschoten vogels aangetroffen (72.4% van de voor de Zweedse kust geschoten vogels was besmet met *A. artseris*; Persson *et al.* 1974; 44% van de vogels uit Newfoundland en Labrador waren besmet met *A. acutum*; Bishop & Threlfall 1974). Deze parasiet zal bij matige en zwaardere besmettingen bij het slachtoffer ongetwijfeld veel hinder bij de vertering van voedsel veroorzaken en wordt (of werd) eveneens als een doodsoorzaak voor veel soorten waterwild beschouwd (Knudsen 1966).

Verdrinking, verstrikingen in plastics

In de jaren 1969-85 werden tijdens stookolieslachtoffertellingen 8417 Eidereenden aangetroffen, waarvan er 12 omgekomen waren door verstriking in plastics of vistuig (0.1%). Tweemaal ging het om verdrinking in stukken visnet, éénmaal om verstriking in een lap plastic, éénmaal in een plastic 'six-pack' bierblik houder, drie maal in touw en 4x in nylon visdraad (Camphuysen 1989). Van 1986-95 werden 8628 Eidereenden gevonden, waarvan 16 exemplaren door verstriking om het leven waren gekomen (0.2%; Camphuysen 1996). Nylon visdraad, stukken visnet en ongedefinieerde plastics werden elk vier maal genoteerd, 2 eenden waren gestikt door een plastic 'six-pack' bierblik houder, één was verward in een touw, en één in een ketting. Gezien de lage frequentie van voorkomen van verstrikingen in plastics en vistuig werd deze doodsoorzaak als onbeduidend aangemerkt (*cf.* Camphuysen 1994). Hierbij dient echter een kanttekening te worden gemaakt. Eidereenden raken verstrikt in drijfvuil (waaronder spooknetten), maar ook in gebruikt vistuig. Omdat vissers er geen baat bij hebben om bekend te maken hoeveel vogels zij per ongeluk 'bijvangen' zijn er geen sluitende statistieken waaruit de omvang van de bijvangsten kunnen worden opgemaakt. Waar dat bij uitzondering wel kan worden berekend blijkt dat de sterfte onder watervogels zeer aanzienlijk kan zijn (Van Eerden *et al.* 1999). Kirchhoff (1982) onderzocht tussen 1977 en 1981 de sterfte van waterwild in de Oostzee en toonde aan dat hier jaarlijkse tenminste 15.000 zee-eenden verdronken, waaronder 9400 Eidereenden. Mulder (1976) veronderstelde dat jaarlijks tenminste honderden Eidereenden in kieuwnetten voor Harders bij Texel en Vlieland omkwamen.

In de Nederlandse Waddenzee worden talloze 'verdrinkingsverdachte' Eidereenden aangetroffen (tong uit de bek, geen andere duidelijke doodsoorzaak te zien), maar zekerheid omtrent de omvang van een bijvangstgerelateerde sterfte is uit dit materiaal niet te halen. Niet alleen zijn de symptomen onduidelijk, maar bovendien mengen de 'evidente' verdrinkingsgevallen (netresten aanwezig) zich met minder evidente (geen sporen van net) en vogels die om andere redenen sterven, maar waarbij uitwendig ook niet veel bijzonders te zien is.

Diversen

In **januari 1968** werden op Terschelling ongeveer 500 vers dode, niet met olie besmeurde Eidereenden gevonden (De Miranda 1968). De oorzaak van deze sterfte, die hoofdzakelijk mannetjes heeft getroffen, is nooit achterhaald, maar er lijkt geen verband te bestaan tussen de vergiftigingen in het Waddengebied die vooral 's zomers onder wijfjes hun tol eisten.

Eerder genoemd onder 'olie-incidenten' (maar daar mogelijk misplaatst) waren de 732 dode Eidereenden die in **februari 1976** aangetroffen werden op Texel met daarnaast nog eens 36 exemplaren langs de Noord-Hollandse kust. Ofschoon van 62.7% werd genoteerd dat de vogel met olie besmeurd was, bestaat er enige twijfel over de accuratesse van dit percentage. In herfst 1975 en winter en voorjaar 1976 vond een opvallende exodus van Eidereenden plaats vanuit de Waddenzee naar de Noordzeekust van het vasteland tot in Zeeland (Camphuysen & Van Dijk 1983; Camphuysen 1997a) en het seizoen werd verder gekarakteriseerd door een naar omstandigheden zware 'wintersterfte' (Camphuysen *et al.* 1996). De overige kenmerken van dit incident zouden dus eerder wijzen op een voedselgerelateerd probleem, vergelijkbaar met de sterfte in de laatste jaren. Het incident vond plaats in een winterseizoen met buitengewoon lage schelpdierbestanden (Camphuysen *et al.* 1996).

In **februari-april 2002** werden in de westelijke Waddenzee, met name rond Breezand en bij Harlingen met een zekere regelmaat Eidereenden waargenomen die een geheel of gedeeltelijk ontvelde kop en hals hadden. In totaal waren enkele tientallen vogels getroffen en de voor de ontvellingen verantwoordelijke factor werd tot dusverre niet achterhaald.

<http://home.planet.nl/~camphuys/Horror.html>

Literatuurlijst

Anonymous 1990. Hoe natuurlijk is een natuurlijke dood. Stichting Vogelopvangcentrum 'Fûgelpits' Lauwersmar. Anjum.

Anonymous 2000. Un triste record! L'Oiseau Hors-Série 1(4), Spécial marée noire de l'Erika: 50-51.

Averbeck C. 1990. Nonylphenol in der Meeresumwelt. Seevögel 11(4): (44).

Baptist H.J.M. 1988. Vogelconcentraties in de Voordelta tijdens en voorafgaande aan het 'Borcea-incident', december 1987-januari 1988. Sula 2: 21-23.

Bernem C. van & Lübke T. 1997. Oel im Meer - Katastrophen und langfristige Belastungen. Wiss. Buchgesellsch., Darmstadt, 177pp.

Boer P., Brenkelen W. van, Monsees G.R., Mulder T. & Vlies K. van der 1970. Het Balgzand, bedreigd gebied. Wet. meded. KNNV No. 86, Hoogwoud.

Boer P. & Monsees G.R. 1967. Avifaunistisch overzicht van het Balgzand en enkele omliggende terreinen. Limosa 40: 188-205.

Brink van den 1989. Oorzaak vogelsterfte voor de Nederlandse kust vastgesteld. Toegep. Wetensch. 5: 21.

Camphuysen C.J. 1989. Beached Bird Surveys in the Netherlands 1915-1988; Seabird Mortality in the southern North Sea since the early days of Oil Pollution. Techn. Rapport Vogelbescherming 1, Werkgroep Noordzee, Amsterdam 322pp.

Camphuysen C.J. 1994. Verstrikkingen van zeevogels in plastics en vistuig aan de Nederlandse kust, 1990-93. *Sula* 8: 226-229.

Camphuysen C.J. 1997a. Ecologisch profiel van de Eidereend *Somateria mollissima*. RIKZ-werkdocument 96.146x, Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Texel, 125pp.

Camphuysen C.J. 1997b. Olievervuiling en olieslachtoffers langs de Nederlandse kust, 1969-97: signalen van een schonere zee. *Sula* 11(2) special issue: 41-156.

Camphuysen C.J. 1998. Beached bird surveys indicate decline in chronic oil pollution in the North Sea. *Mar. Poll. Bull.* 36(7): 519-526.

Camphuysen C.J., Barreveld H., Dahlmann G. & Franeker J.A. van 1999. Seabirds in the North Sea demobilised and killed by polyisobutylene (C₄H₈)_n. *Marine Pollution Bulletin* 38: 1171-1176.

Camphuysen C.J. & Dijk J. van 1983. Zee- en kustvogels langs de Nederlandse kust, 1974-79. *Limosa* 56: 81-230.

Camphuysen C.J., Ens B.J., Heg D., Hulscher J., Meer J. van der & Smit C.J. 1996. Oystercatcher winter mortality in The Netherlands: the effect of severe weather and food supply. *Ardea* 84a: 469-492.

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. & Heubeck M. 2001. Marine oil pollution and beached bird surveys: the development of a sensitive monitoring instrument. *Environmental Pollution* 112: 443-461.

Christensen T.K. 2002. A new outbreak of avian Pasteurellosis amongst breeding eiders *Somateria mollissima* in Denmark. Abstract of oral presentation at the Eider Specialist Group meeting, 17-21 April 2002, Roosta, Estonia.

Clark G.M., O'Meara D. & van Weelden J.W. 1958. An epizootic among Eider Ducks involving an Acanthocephalid worm. *J. Wildl. Manage.* 22(2): 204-205.

Clausager I. 1979. Olieudslippet efter *Thun Tank III*'s grundstødning 1979. *Vildtbiol. Stat., Kalø*.

Clausager I. 1985. Olieforureningen ved Læsø august 1985. Rep. no 3 *Vildtbiol. Station, Kalø*.

Danielsen F., Durinck J. & Skov H. 1986. Havfugle og Olieforurening i Danske Farvande 1984-85. *Oliefuglegrupper Dansk Orn. Forening, Copenhagen*.

Eerden M.R. van, Dubbeldam W. & Muller J. 1999. Sterfte van watervogels door visserij met staande netten in het IJsselmeer en Markermeer. RIZA rapport 99.060, Rijksinstituut voor integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA, Lelystad, 42pp.

Engelen K.A.M. 1987a. Olieslachtoffers in het Waddendistrict, januari-februari 1987. Sula 1: 38-43.

Engelen K.A.M. 1987b. Zeevogels op de Waddeneilanden het slachtoffer van lijmachtige substantie. Sula 1: 112-113.

Fleet D.M., Gaus S., Hartwig E., Potel P., Reineking B. & Dieckhoff M.S. 1999. Pallas-Havarie und Seevögelsterben dominieren Spülsaumkontrollen im Winter 1998/99. Seevögel 20(3): 79-84.

Furness R.W. & Camphuysen C.J. 1997. Seabirds as monitors of the marine environment. ICES J. Mar. Sc. 54: 726-737.

Greenwood J.J.D., Donally R.J., Feare C.J., Gordon N.J. & Waterston G. 1971. A massive wreck of oiled birds: northeast Britain, winter 1970. Scott. Birds 6: 235-250.
Greenwood J.J.D. & Keddie J.P.F. 1968. Birds killed by oil in the Tay Estuary, March and April 1968. Scott Birds 5: 189-196.

Grenquist P. 1970. Väkäkärsämatojen aiheuttamasta haahkojen kuolleisuudesta. Suomen Riista 22: 24-34.

Hario M., Lehtonen J.T. & Hollmén T. 1995. Väkäkärsämodot haahkan kuolevuustekijänä - epäilevä näkökanta. Suomen Riista 41: 21-26.

Heubeck M., Harvey P. & Uttley J. 1995. Dealing with the wildlife casualties of the Braer Oil spill, Shetland, January, 1993. Shetland Oil Terminal Envir. Adv. Group & Aberdeen University Research and Industrial Services Ltd, Aberdeen, 83pp.

Heubeck M. & Richardson M.G. 1980. Bird mortality following the Esso Bernicia oil spill Shetland December 1978. Scott. Birds 11(4): 97-108.

Holmes W.N. & J. Cronshaw 1977. Biological effects of petroleum on marine birds. In: Malins D.C. (ed.) Effects of petroleum on arctic and subarctic marine environments and organisms, 2: 359-398. Academic Press, New York.

Jager S. de & Belterman T. 1970. Treatment of oiled eider duck in Holland. Mar. Poll. Bull. 1: 156-157.

Joensen A.H. & Hansen E.B. 1977. Oil pollution and seabirds in Denmark 1971-1976. Dan. Rev. Game Biol. 10(5): 1-31.

- Joensen A.H. 1972. Oil pollution and seabirds in Denmark 1935-1968. Dan. Rev. Game Biol. 6(8): 1-24.
- Joosse R. 1999. Smurrie-slachtoffers op de Deltakust. Vogelnieuws 12(1): 13.
- Kirchhoff K. 1982. Wassenvogelverluste durch die Fischerei an der Schleswig-Holsteinischen Ostseeküste. Vogelwelt 103: 81-89.
- Knudsen E. 1966. Amidostomiasis og acuariasias hos svømmefugle. Nord. Vet. Med. 18: 38-43.
- Koeman J.H. 1971. Het voorkomen en de toxicologische betekenis van enkele chloorkoolwaterstoffen aan de Nederlandse kust in de periode 1965 tot 1970. PhD thesis, University of Utrecht.
- Koeman J.H., Bothof T., Vries R. de, Velzen-Blad van H. & Vos J.G. 1972. The impact of persistent pollutants on piscivorous and molluscivorous birds. TNO-nieuws 12: 561-569.
- Koeman J.H., Veen J., Brouwer E., Huisman-de Brouwer L. & Koolen J.L. 1968. Residues of chlorinated hydrocarbon insecticides in the North Sea environment. Helgol. wiss. Meeresunters. 17: 375-380.
- Kuiken T. 2001. Pathology of Common Eiders in the Dutch Wadden Sea in December 1999. Wadden Sea Newsl. 2001-1: 16-18.
- Kuyken E. & Zegers P.M. 1968. De stookpietentelling 1968. Amoeba 44: 153-158.
- Lemstra K. 1968. Stookpietentelling 24-25 februari 1968. Scharrepiet 2(2): 3-4.
- Liat L.B. & Pike A.W. 1980. The incidence and distribution of *Proflicollis botulus* (Acanthocephala), in the eider duck, *Somateria mollissima*, and its intermediate host the shore crab, *Carcinus maenas*, in north east Scotland. J. Zool., Lond. 190: 39-51.
- McKelvey R.W., Robertson I. & Whitehead P.E. 1980. Effect on non-petroleum oil spills on wintering birds near Vancouver. Mar. Poll. Bull. 11(6): 169-171.
- Miranda J.F. de 1968. Telling van dode vogels op Terschelling, 3-4 januari 1968. Tjiftjaf 1968(2): 13.
- Mooser R. 1973. De Vogels van Schiermonnikoog. Wet. meded. KNNV nr. 95, 84pp.
- Mörzer Bruijns M.F. 1959. Stookolievogels op de Nederlandse kust. Levende Nat. 62(8): 172-178.
- Mörzer Bruijns M.F. & Brouwer G.A. 1959. Report on the numbers of oiled birds found dead on the coast of the Netherlands, 1948-1958. Rep. Proc. int. Conf. Oil

Pollution of the Sea, Copenhagen, 3-4 July 1959, Co-ordin. Adv. Comm. Oil Poll. Sea: 75-76.

Mulder Th. 1976. Hardernetten en eidereenden. Waddenbull. 8(4): 184-186.

Persson L., Borg K. & Fält H. 1974. On the occurrence of Endoparasites in Eider Ducks in Sweden. Viltrevy 9(1): 1-24.

Platteeuw M. 1987. Olieslachtoffers in Nederland in vroeger tijd: een nieuwe presentatie van oude tellingen. Sula 1: 89-102.

Reineking B. 1998. Brand aan boord van het vrachtschip *Pallas*: opnieuw een olie-incident in de Noordzee. Sula 12: 105-109.

Rozemeijer M.J.C., Booij K., Swennen C. & Boon J.P. 1992. Molecular features of environmental contaminants causing disruption of the plumage of sea-birds. NIOZ BEWON report no. 43, Netherl. Inst. Sea Res., Texel, 27pp.

Schoennagel E. 1966. Die Ölpest. Orn. Mitt. 13: 120.

Spaans A.L. & Swennen C. 1968. De Vogels van Vlieland. Wet. meded. KNNV nr. 75, Fryske Akademy, Leeuwarden 104pp.

Spaans A.L. 1969. De massale sterfte van zeevogels door olie in februari 1969 in het Waddengebied. Waddenbull. 4(2): 7-8.

Swennen C. 1972. Chlorinated hydrocarbons attacked the Eider population in The Netherlands. TNO-nieuws 12: 556-560.

Swennen C. 1976. Populatiestructuur en voedsel van de Eidereend *Somateria mollissima* in de Nederlandse Waddenzee. Ardea 64: 311-371.

Swennen C. 1977. Laboratory research on seabirds. NIOZ-Report, Netherlands Institute for Sea Research, Texel, The Netherlands.

Swennen C. & Broek E. van den 1960. *Polymorphus botulus* als parasiet bij de Eidereenden in de Waddenzee. Ardea 48: 90-97.

Swennen C. & Smit T. 1991. Pasteurellosis among breeding Eiders *Somateria mollissima* in The Netherlands. Wildfowl 42: 94-97.

Swennen C. & Spaans A.L. 1970. De sterfte van zeevogels door olie in februari 1969 in het Waddengebied. Het Vogeljaar 18: 233-245.

Tanis J.J.C. & Mörzner Bruijns M.F. 1962. Het onderzoek naar stookolievogels van 1958-1962. Levende Nat. 65: 133-140.

- Tanis J.J.C. & Mörzer Bruijns M.F. 1964. The Oil Pollution of the Sea: the present situation in the Netherlands. Unpubl. Report State Inst. Nat. Cons. Res., 3pp.
- Tanis J.J.C. & Mörzer Bruijns M.F. 1968. The impact of oil-pollution on sea birds in Europe. Paper No. 4, Int. Conf. on Oil Poll. of the Sea Rome, 7-9 October 1968: 67-74.
- Tanis J.J.C. 1981a. Stookolievogelonderzoek in Nederland, 1962-1968, met aanvullende gegevens uit België. Unpubl. report to North Sea Directorate, Rijswijk.
- Tanis J.J.C. 1981b. Resultaten tellingen stookolievogels Nederlandse kust (Noordzee, Waddenzee, Zeeuwse wateren), augustus 1968 - december 1971. Unpubl. report to North Sea Directorate.
- Tanis J.J.C. 1981b. Resultaten tellingen stookolievogels Nederlandse kust (Noordzee, Waddenzee, Zeeuwse wateren), augustus 1968 - december 1971. Unpubl. report to North Sea Directorate.
- Thompson A.B. 1985a. *Proflicollis botulus* (Acanthocephala) abundance in the Eider duck (*Somateria mollissima*) on the Ythan estuary, Aberdeenshire. Parasitology 91: 563-575.
- Thompson A.B. 1985b. Analysis of *Proflicollis botulus* (Acanthocephala: Echinorhynchidae) burdens in the Shore Crab, *Carcinus maenas*. J. Anim. Ecol. 54: 595-604.
- Timm D. & Dahlmann G. 1991. Investigations into the source of non-mineral oils in the feathers of seabirds. In: Camphuysen C.J. & J.A. van Franeker (eds). Oil pollution, Beached Bird Surveys and Policy: towards a more effective approach to an old problem. Proc. Int. NZG/NSO workshop, 19 April 1991, Rijswijk, Sula 5 (special issue): 15-17.
- Uddén J. & Åhlund M. 1984. Sjöfågeldöden och oljan på bohuskusten nyåret 1981.. Naturinventeringar i L-län, Göteborg 1984(1): 55 pp.
- Werkman G.T., Eggens M.L. & Ven C.L.M. van de 2001. Waterkwaliteit en eidereenden in de Waddenzee - Is er een relatie tussen de waterkwaliteit en de eidereendensterfte in de winter 1999-2000?. Rapport RIKZ/2001.007; Rijksinstituut voor Kust en Zee, Leeuwarden.
- Zegers P.M. 1969. Stookolie-tellingen 6 en 7 april 1969. Aythya 7: 3-8.
- Zegers P.M. 1970. Olieslachtoffer telling 1969. Amoeba 46: 4-14.
- Zoun P.E.F. 1991. Onderzoek naar de Oorzaak van de Vogelsterfte langs de Nederlandse kust gedurende december 1988 en januari 1989. CDI-rapport nr. H121519, Lelystad, 55pp.

Zoun P.E.F., Baars A.J. & Boshuizen R.S. 1991a. A case of seabird mortality in the Netherlands caused by spillage of nonylphenol and vegetable oils, winter 1988/89. *Sula* 5(3): 101-103.

Zoun P.E.F., Baars A.J. & Boshuizen R.S. 1991b. A case of seabird mortality in the Netherlands during the winter of 1988/1989 caused by a spillage of Nonylphenol and vegetable oils. In: Camphuysen C.J. & J.A. van Franeker (eds). Oil pollution, Beached Bird Surveys and Policy: towards a more effective approach to an old problem. Proc. Int. NZG/NSO workshop, 19 April 1991, Rijswijk, *Sula* 5 (special issue): 47-48.

Zwart F. 1985. De broedvogels van Terschelling. KNNV afd. Terschelling, Van Gorcum, Assen 172pp.

Zweeres K. 1965. Vogels vierden het "feest in de natuur" mee. *Het Vogeljaar* 13: 553-558.

Appendix B : Verslag gedetailleerd pathologie onderzoek van Eidereenden in 2001/2002

Door Gerry M. Dorrestein en Stephane Perrier
Hoofdafdeling Veterinaire Pathologie
Afdeling Ziektekunde Bijzondere Dieren en Wilde Fauna
Faculteit Diergeneeskunde
Yalelaan 1
3584 CL Utrecht

Inleiding

In het kader van een opvallend hoge sterfte onder Eidereenden in de Waddenzee in de winter 2001/2002 werden tussen 27 februari en 13 maart 2002 zeven Eidereenden aangeboden voor postmortaal onderzoek. Alle eenden werden zo vers mogelijk verzameld op Texel en per koerier naar Utrecht verzonden.

Materiaal en methoden

De zeven Eidereenden (*Somateria mollissima*) werden onderzocht volgens een standaard protocol (Dorrestein, 1997) aangevuld met het protocol zoals dat door Camphuysen gehanteerd wordt voor de beoordeling van kadavers op het NIOZ.

In dit onderzoek werd in aanvulling op de macroscopische beoordeling, het volgende materiaal gefixeerd in 4% formaline voor histologisch onderzoek: lever, milt, hart, (bij)schildklieren, bursa, longen, (bij)nieren en geslachtsapparaat, maagwand (mn strook vanuit kliermaag naar spiermaag ivm maagwormen), pancreas, darm (gebied *D. omphalo-entericus*). Na insluiten in parafine werden de histologische coupes gekleurd met hemaluin en eosine. Lever, milt en nier werden bovendien gekleurd met *Perl's blue* voor het aantonen van ijzer.

Afdrukjes van lever, milt, longen, beenmerg en darm werden gekleurd met Hemacolor® en direkt microscopisch beoordeeld op de aanwezigheid van bacterien, gisten, bloedparasieten en andere microscopisch zichtbare organismen.

Van lever en cloaca-inhoud werd een aeroob bacteriologisch onderzoek uitgevoerd op bloedagar, brilliant groen fenol rood agar en serum bouillion bij 37°C.

De aantallen parasieten in de darm werden geschat door in 10 cm darm te tellen en daarna dit aantal te vermenigvuldigen met de lengte waarover de parasieten werden aangetroffen. Dit aantal werd afgerond op een 100-tal.

De volgende materialen werden opgeslagen voor eventueel verder onderzoek:

- Borstspier verpakt in aluminium folie bij -20°C,
- Delen van lever, milt en nieren bij -20°C voor een analyse van het ijzergehalte,
- Bursa en lever bij -20°C voor evt virologisch onderzoek,
- Maag (na wegen), maaginhoud en darmen (na meten van de lengte van de

- De darminhoud gefixeerd in alcohol (met 10% glycerine) voor verdere parasitologische analyse,
- De resten van het kadaver werden bij -20°C opgeslagen.

Afwijkingen, zowel macroscopisch als microscopisch, en de binnenzijde van alle magen werden fotografisch vastgelegd.

Als indicator voor atrofie van de lever werd naast het gewicht ook het aantal cellen bepaald dat aangesneden werd door de middellijn van de cirkel die gevormd werd in het beeld door de microscoop met een objectief 40x. Per dier wordt het gemiddelde van 3 kruislingse metingen weergegeven.

Voor een snelle statistische evaluatie werden in EXCEL de gevonden maten vergeleken met polygonale en logaritmische regressie.

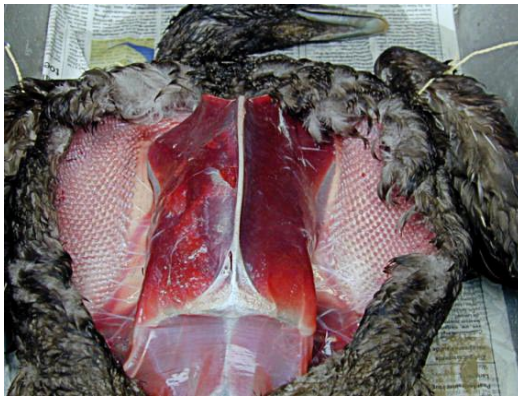
Bevindingen

Een overzicht van metingen uitgevoerd volgens het uitgebreide protocol (zie hoofdrapport) zijn weergegeven in tabel B1. Er werden 2 juveniele vrouwtjes, 1 volwassen vrouw, 3 juveniele mannen en 1 volwassen man onderzocht.

Tabel B1. Overzicht van de bevindingen bij 7 eidereenden aangeboden voor postmortaal onderzoek.

Parameter	Duck nr		B02..									
	475	476	588/1	477	478	588/2	588/3					
Geslacht	JV	JV	AV	JM	AM	JM	JM	All	V	M	ratio V/M	
Gewicht (g)	1390	1400	1132	1570	1290	1150	1462	1342.0	1307.3	1368.0	95.57	
Conditie (1=ZV, 2=V, 3=VV, 4=VO, 5=O, 6=ZO)	1	1	1	1	1	1	1	1.0	1.0	1.0	100.00	
Snavel (mm)		55	58	58	56	59	58	57.3	56.5	57.7	97.84	
Kop (mm)		135	128	132	130	127	132	130.6	131.5	130.2	100.96	
Tarsus L (mm)		65	66	66	66	66	70	66.5	65.5	67.0	97.76	
Tarsus R (mm)		65	64	67	67	68	72	67.1	64.5	68.5	94.16	
Tarsus (gemiddeld)		65	65	66.5	66.5	67	71	66.8	65.0	67.7	95.94	
Vleugel L (mm)		390	384	390	400	385	394	390.5	387.0	392.2	98.66	
Vleugel R (mm)		390	383	390	400	395	394	392.0	386.5	394.7	97.91	
Vleugel (gemiddeld)		390	383.5	390	400	390	394	391.2	386.7	393.5	98.28	
Sternum (mm)		125	122	135	125	123	126	126.0	123.5	127.2	97.05	
Lever (g)	34.6	33.9	30.4	55.5	31.8	30.9	48.2	37.9	32.9	41.6	79.16	
Kliermaag + Spiermaag (g)	66.9	74.3	51.4	105.5	78.8	81.8	82.6	77.3	64.2	87.1	73.66	
Duodenum (mm)	260	250	270	240	210	280	330	262.8	260.0	265.0	98.11	
Jejunum (mm)	760	660	670	810	790	820	801	758.6	696.6	805.1	86.52	
Ilium (mm)	800	370	690	860	730	865	819	733.4	620.0	818.5	75.74	
Colon (mm)	95	100	80	80	100	160	95	101.4	91.6	108.7	84.29	
Totaal darm (mm)	1915	1380	1710	1990	1830	2125	2045	1856.4	1668.3	1997.5	83.52	
Caecum R (mm)	45	125	90	120	95	65	105	92.1	86.6	96.2	90.04	
Caecum L (mm)	45	125	90	120	95	65	85	89.2	86.6	91.2	94.98	
Caecum (gemiddeld)	45	125	90	120	95	65	95	90.7	86.6	93.7	92.44	
Aantal <i>P.botulus</i>	2000	1500	1000	100	1000	500	1000	1014.2	1500.0	650.0	230.77	
Levercel dichtheid (kernen/gezichtsvelde 40X objectief)	17.1	16.0	13.0	15.3	16.8	14.3	12.8	15.0	15.3	14.8	103.75	

Alle eenden waren cachectisch (= zeer sterk vermagerd, waarbij de spiermassa sterk is afgenomen en het vetweefsel grotendeels verdwenen is; alle reserves zijn nagenoeg uitgeput). Het gemiddelde lichaamsgewicht was 1342 gram, alle eenden vertoonden een zeer slechte conditie, in de vorm van atrofie (= verdwijnen, afbraak) van de borstspieren (fig B1), ontbreken van vetdepots in de *subcutis* (fig. B2), een sereuze (= waterige) atrofie van het vet rond het hart, een kleine donkerbruine lever en een erg volle galblaas. Al deze veranderingen kunnen worden toegeschreven aan verhongering.



Figuur B1 Juveniele vrouwelijke eidereend (B02047 met sterk ingevallen borstspier.

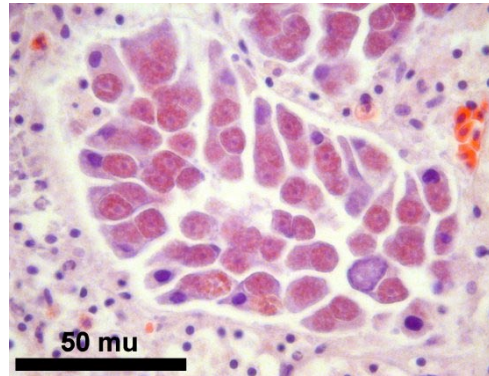


Figuur B2 Vrouwelijke eidereend (B020475) cachectisch en geen vet meer in de subcutis

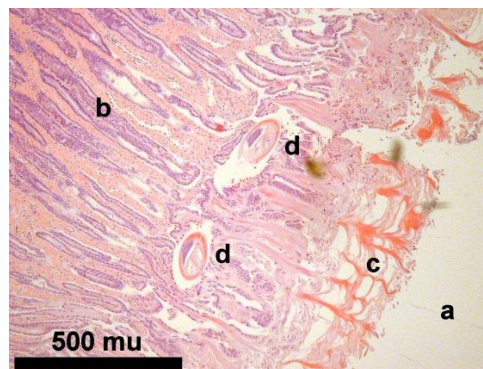
Een samenvatting van de macroscopische en microscopische bevindingen van de verschillende orgaansystemen:

- *Respiratieapparaat* (neus, trachea, longen en luchtzakken) longen wat oedemateus (= uittreden van vloeistoffen, veelal door eiwittekort in bloed of door te hoge bloeddruk in de longen), maar goed luchthoudend. Verder geen afwijkingen.
- *Circulatieapparaat* (hart en vaten) de meeste harten hadden sereuze vetresten, een gering hydropericard (= “oedeem” in het hartezakje) en een slappe openstaande rechter ventrikel (mogelijk gecorreleerd met een energie te kort op het moment van doodgaan). De vaten waren niet afwijkend.
- *De levers* waren opvallend klein, donker bruin (is gevolg van atrofie) , met scherpe randen en stevig. Het gemiddelde gewicht was 37.9 gram, 2.8% van het lichaamsgewicht. Zowel in de cytologie als in de histologie werd veel ijzerpigment gevonden zowel in de levercellen als in de macrofagen (Kupffercellen).
- *De milten* waren bruin-grijs tot bijna zwart gekleurd, niet vergroot (ongeveer 10-15 x 7-8 mm). Histologisch kon in geen van de milten follikelvorming aangetoond worden, maar waren er wel lymfocyten en macrofagen met ijzerpigment in de rode pulpa. Dit betekent dat er geen aanwijzingen waren voor een actieve infectie. Het ijzer in de milt macrofagen kan wijzen op wat bloedafbraak

- *Nieren en bijnieren* vertoonden macroscopisch geen afwijkingen. Histologisch werden in een aantal gevallen enkele uraatofi (= neerslagen van uraten, het afbraakproduct van eiwit) gevonden en in 2 eenden aanwijzingen voor niercoccidien (dit zijn eencellige parasieten die vaak bij jonge Eidereenden beschreven zijn. Het aantal was zo gering dat er geen ziektekundige betekenis aan gehecht kan worden) (fig B3). Opvallend was dat de meeste nieren van de juveniele eenden nog steeds een actieve aanmaak vertoonden van tubuli (dit kan normaal zijn, wordt gezien bij meerdere vogelsoorten, maar is nog niet beschreven bij Eidereenden).
- *Schildklier en bijschildklier, en pancreas* waren niet afwijkend
- *Maagdarmkanaal.* De voornaamste afwijkingen werden gevonden aan het maagdarmkanaal.
 - De bek en slokdarm waren niet afwijkend.
 - De klier- en spiermaag was meestal leeg. Het gemiddelde gewicht was 77.3 gram, 5.8% van het lichaamsgewicht. De koilinlaag (= is de beschermende binnenbekleding van de spiermaag) was in twee gevallen wat onregelmatig korrelig. In vier magen werden in de koilinlaag aansnijdingen aangetroffen van nematoden, meest waarschijnlijk *Amidostomum acutum* (fig B4). Rond de wormen was geen ontstekingsreactie aanwezig.
 - In de dunne darm van alle eenden werden grote aantallen acanthocephalen (*Profilicollis botulus*) aangetroffen (fig B5). De geschatte aantallen varieerden van 100 tot 2000 stuks (tabel B1). Veelal was de inhoud in het proximale deel van de darm wat hemorragisch en werd slechts weinig voedsel of schelp materiaal aangetroffen. In uitstrijkjes van de darminhoud werden vooral staafvormige, vaak *Clostridium*-achtige bacterien aangetroffen.



Figuur B3 Coccidiose (megagamonten = vrouwelijke stadia in de cyclus van de parasiet) in de nier van een eidereend (B020588-3) HE



Figuur B4 Spiermaag van een Eidereend (B020476) met aansnijdingen van *Amidostomum acutum* (d), lumen (a), spiermaagklierbuisen (b), koilinlaag (c). HE



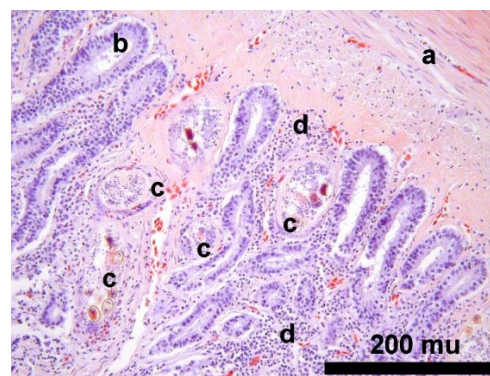
Figuur B5 Opengeknijpte dunne darm van een Eidereend (B020475) vol acanthocephalen (*Profilicollis botulus*).

Histologisch viel op dat in de darmen, waarbij de vlokken ondanks autolyse (= verrotting) nog te beoordelen waren, de vlokken kort waren en dat er regelmatig trematoden gezien werden (fig B6). Echte ontsteking en bloedingen werden vooral gezien rond de aanhechting van de acanthocephalen (fig B8).

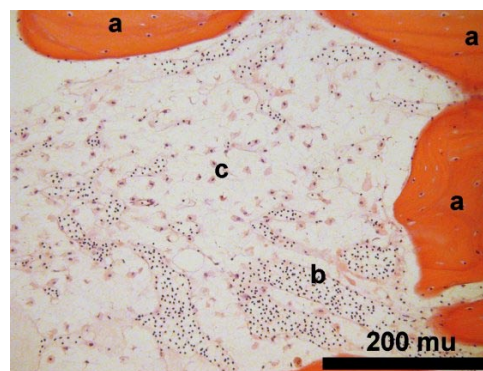
- *De bursa Fabricii* werd vier maal gevonden en histologisch beoordeeld. In alle gevallen waren de lymfefollikels vrijwel volledig geïnvolueerd. In drie gevallen werden in de histologie trematoden in het lumen van de bursa aangetroffen.
- *Het geslachtsapparaat* was in alle gevallen weinig tot niet ontwikkeld, hetzij omdat het in regressie was (rustfase) dan wel omdat het nog juveniel was.
- *Het beenmerg* was in de gevallen waar het bekeken werd inactief en vertoonde sereuze atrofie (fig B7). Deze sereuze atrofie is herkenbaar aan de grote afstand tussen de beenmergcellen (c, fig B7) en het ontbreken van vet.

Bacteriologisch werden geen bekende pathogene kiemen geïsoleerd. Uit zes levers werd niets geïsoleerd en uit een lever een gering aantal *Streptococcus* sp. Uit de cloaca werden de volgende kiemen geïsoleerd: *Escherichia coli* (4x), *Plesiomonas shigelloides* (1x), *Streptococcus* sp. (2x), *Lactobacillus* sp. (1x). Uit een eend groeide uit de cloaca een geringe hoeveelheid *Aspergillus fumigatus*.

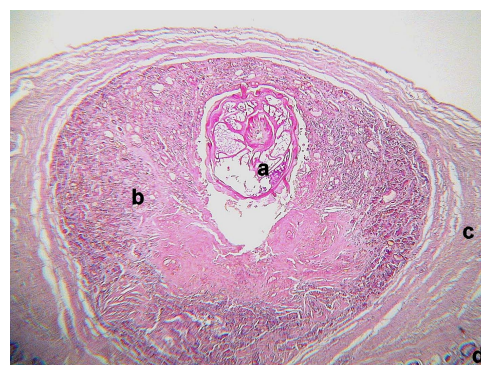
In de afdrukjes van de verschillende organen werden in een aantal gevallen polymorfe staafvormige bacteriën gezien. Deze doen vooral denken aan anaerobe *Clostridium*-achtige bacteriën en lijken op post mortale overgroei. Ook in de darminhoud werden in uitstrijkjes gekleurd met Hemacolor® vele morfologisch verschillende bacteriën gezien.



Figuur B6 Trematoden in de dunne darm van een Eidereend (B02 0477) Darmwand (a), epitheelcrypte (b), trematode met eieren (c), ontsteking (d). HE



Figuur B7 Beenmerg van een cachectische Eidereend (B020588-1) bot (a), bloedsinusoiden (b), beenmerg (c). HE



Figuur B8 Doorsnede door de aanhechting van *Profilicollis botulus* (a) in de darm van een Eidereend (B000291) De ontstekingsreactie (b) is afgegekapseld van de darmwand (c). PAS vergroting objectief 4x

Discussie en Conclusies

Op basis van de bevindingen kan als *diagnose* gesteld worden: cachexie (extreme vermagering) en dood door verhongeren, een *Profylicollis botulus* infectie, een infectie met *Amidostomum acutum* in de koilinlaag van de spiermaag, trematoden infectie in dunne darm en *bursa Fabricii*. Bovendien ijzerstapeling in de levercellen en ijzerophoping in de macrofagen in lever en milt. Geen aanwijzingen voor een bacterieel of viraal agens als oorzaak voor de uitval.

Alle onderzochte Eidereenden vertoonden cachexie en een matige tot ernstige infectie met *Profylicollis botulus*. De bevindingen komen volledig overeen met de resultaten van het onderzoek van de sterfte in de winter van 1999 (Kuiken, 2001). De uitkomst van de discussie die in 1999 gevoerd is gaat dus ook in dit geval op.

De betekenis van de maagworm is niet duidelijk. De worm is in vier van de zeven onderzochte eenden wel aangetoond, maar een ontstekingsreactie ontbreekt in deze gevallen. De trematoden in de darm en bursa lijken ook niet veel reactie op te roepen op de plaatsen waar ze zijn aangetroffen.

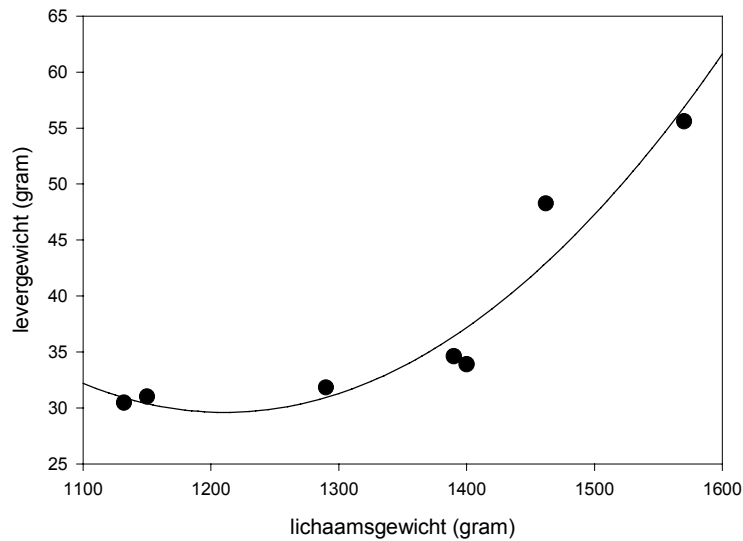
Enkele kanttekeningen bij de bevindingen.

Veel van de resultaten en metingen staan op zichzelf. Er zijn geen gegevens van gezonde Eidereenden waartegen de metingen kunnen worden afgezet.

Het ijzer in de levercellen is meest waarschijnlijk direct via het voedsel opgenomen, en niet het gevolg van primaire leververanderingen of ontstekingsreacties. Dit is ook beschreven bij andere diersoorten (Mete, *et al.*, 2001). Bij rendieren wordt een ijzerstapeling in de winter beschreven die het gevolg zou zijn van het hongeren in de winter (Borch-Johnsen & Nillsen, 1987; Clauss *et al.*, 2002). Gegevens over de normale ijzer gehalten in de lever bij gezonde Eidereenden ontbreken.

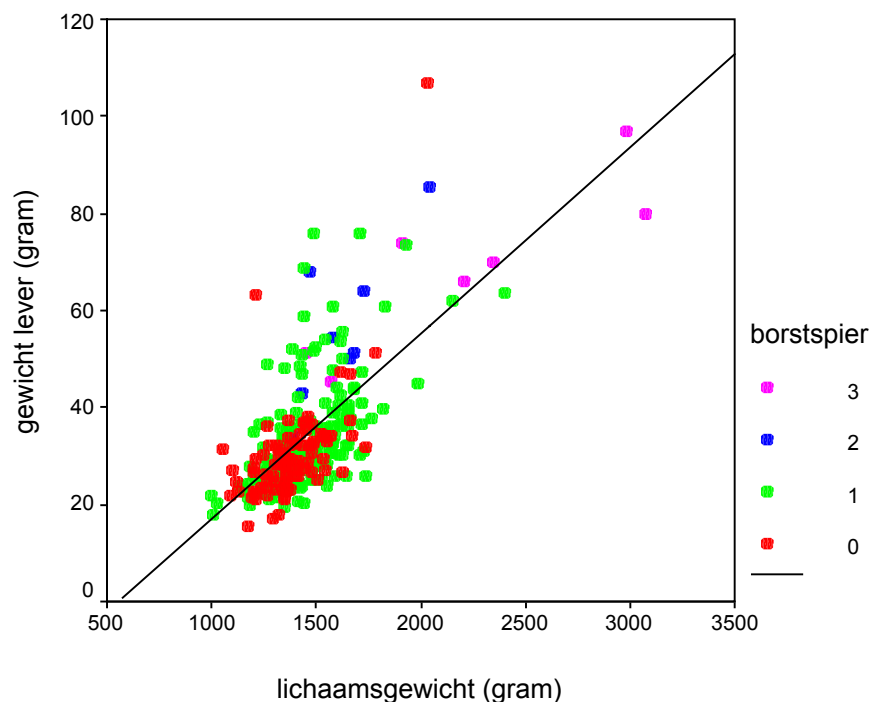
Het ijzer in de macrofagen kan wijzen op een verhoogde bloedafbraak. Het stapelen van ijzer in macrofagen wordt ook gezien bij acute infecties. Het is een aspecifiek reactie die als een eerste beschermende reactie optreedt bij een infectie met pathogene microorganismen (Keusch, 1993). Er zijn in dit geval echter geen aanwijzingen gevonden voor microbiële infecties. Vermoedelijk zal de reactie ook optreden als gevolg van ontstekingsreacties veroorzaakt door parasitaire infecties.

Uit grafiek B1 blijkt dat er een sterke correlatie ($R^2 = 0.92$) bestaat tussen levergewicht en lichaamsgewicht. Ook voor de in het hoofdrapport onderzochte dieren is er een sterk positief verband, maar de correlatie is minder sterk ($R^2=0.48$) ondanks het feit dat in dat bestand ook een aantal vette dieren zaten. Verder is het verband niet aantoonbaar kwadratisch, maar lineair (Fig B2). Een belangrijk nog onopgelost probleem is hoe precies te corrigeren voor de lichaamsgrootte (zie hoofdrapport). Desondanks kan er weinig twijfel bestaan dat het levergewicht afneemt bij verhongeren (atrofie). Het aantal levercellen per doorsnede bij een objectief 40x is gemiddeld 15.1. In hoeverre dit een betrouwbare maat voor de mate van cachexie kan zijn is niet duidelijk. Ook voor deze parameter is het nodig om over normaal waarden te beschikken van gezonde Eidereenden.



Grafiek B1 Correlatie tussen lever gewicht (gram) en lichaamsgewicht (gram) bij eidereenden die gestorven zijn aan verhongeren en die onderworpen werden aan gedetailleerd pathologisch onderzoek. Kwadratische regressie: $Y = 339.3 - 0.51X + 0.0002X^2$, $r = 0.96$, $N = 7$, $P < 0.01$.

Er lijkt geen verband te bestaan tussen het gewicht van de maag of de lengte van de darm en het gewicht van de vogel. De aantallen zijn echter erg klein voor een harde conclusie (zie ook het hoofdrapport).



Figuur B2: Correlatie tussen lever gewicht (gram) en lichaamsgewicht (gram) bij eidereenden onderzocht in het hoofdrapport. Er is een onderscheid gemaakt afhankelijk van de conditie van de borstspier. Lineaire regressie voor alle dieren samen: $Y = -21.53 + 0.038X$, $r = 0.70$, $N = 272$, $P < 0.001$.

Concluderend kan gezegd worden dat de eenden dood gaan van de honger. De oorzaak van de sterfte in 2001/2002 is volledig vergelijkbaar met de sterfte in 1999/2000.

Referenties

Borch-Johnsen B & Nilsen KJ. 1987 Seasonal iron overload in Svalbard reindeer (*Rangifer tarandus*) liver. *J Nutr* 1987; 117: 2072-8.

Claus, M., Lechner-Dol M., Hänichen T. and. Hat J-M. 2002 Excessive iron storage in captive mammalian herbivores – a hypothesis for its evolutionary etiopathology. Proceedings of the EAZWV Meeting. Heidelberg 8-12 mei 2002. Blz 1230132.

Dorrestein, G.M. 1997 Diagnostic Necropsy and Pathology. In: *Avian Medicine and Surgery*, R.B. Altman, S.L. Clubb, G.M. Dorrestein and K. Quesenberry (eds). WB Saunders, Philadelphia etc. pp 158-169

Keusch. G.T. 1993. Nutrition and Infection. In: *Mechanisms of Microbial Disease*. 2nd ed Schlaechter, M., Mdeff, G. and Eisenstein B.I. eds. Williams and Wilkins, Baltimore. Pp 891-898.

Kuiken, Th. 2001 Pathology of Common Eiders in the Dutch Wadden Sea in December 1999. *Wadden Sea Newsletter* 2001;1:16-19.

Mete, A, G.M. Dorrestein, J.J. Marx, A.G. Lemmens & A.C. Beynen. 2001 A comparative study of iron retention in mynahs, doves and rats. *Avian Pathology* 30: 481-488.

**Appendix C Eidereendensterfte in de winter 2001/2002:
Additioneel onderzoek naar de aanwezigheid van de maagworm
Amidostomum acutum bij eidereenden**

Eidereendensterfte in de winter 2001/2002

**Additioneel onderzoek naar de aanwezigheid van de
maagworm *Amidostomum acutum* bij eidereenden**

Rapportage september 2002

**Fred H.M. Borgsteede
ID-Lelystad
Postbus 65
8200 AB Lelystad**

**Dit rapport werd vervaardigd in opdracht van het Ministerie van Landbouw,
Natuurbeheer en Visserij.**

Samenvatting

De besmetting met de parasitaire nematode *Amidostomum acutum* werd onderzocht bij 100 eidereenden die in de winter 2001-2002 dood waren aangetroffen aan de kust. Vijftig eidereenden waren afkomstig van de Hondsbossche Zeewering (HBZ) en 50 van de Waddenzeekust van Texel (TX). Binnen deze groepen van 50 werden 30 juveniele en 20 adulte dieren onderzocht, waarbij binnen de leeftijdsgroepen de seksen gelijkelijk waren verdeeld. Alle onderzochte eenden bleken geïnfecteerd te zijn. Het aantal wormen varieerde van 4 – 826. Er bleek geen verschil te bestaan in wormaantallen tussen beide lokaties. Adulte eidereenden hadden significant meer wormen (gemiddeld 150) dan juvenielen (gemiddeld 48) ($P < 0,05$), terwijl bij de adulte dieren de mannetjes significant meer wormen (gemiddeld 202) hadden dan de vrouwtjes (gemiddeld 98) ($P < 0,05$). Deze resultaten in combinatie met de resultaten van eerder onderzoek geven aan dat de doodsoorzaak van de eidereenden gezocht dient te worden bij een combinatie van voedselschaarste en ernstige parasitaire infectie, waarbij bij juveniele dieren de in de darm parasiterende acanthocephaal *Profilicollis botulus* in combinatie met *A. acutum* vermoedelijk de belangrijkste pathogene soorten zijn, terwijl bij oudere dieren *P. botulus* minder belangrijk wordt, maar *A. acutum* een steeds prominenter rol gaat spelen. Voor de completering van het parasitologisch onderzoek dienen evenwel naast de reeds uitgevoerde kwantificering van *P. botulus* in de darm ook de overige parasitaire infecties in de darm (lintworm- en zuigworminfecties) nog in kaart te worden gebracht.

Inleiding

In de winter van 2001/2002 heeft, evenals in de twee winters daarvoor, een aanzienlijke sterfte plaatsgevonden onder de eidereenden (*Somateria mollissima*) in ons land. Naar aanleiding hiervan is in april 2002 door een aantal deskundigen op diverse terreinen een uitgebreid onderzoek verricht bij langs de kust dood gevonden en verzamelde eidereenden die opgeslagen lagen in de vriesruimte van Alterra op Texel.

De resultaten van dit onderzoek zijn neergelegd in een uitgebreide rapportage (zie rapport: Sterfte Eidereenden winter 2001/2002 concept V3 juni 2002). In deze rapportage wordt o.a. de aanbeveling gedaan om nader onderzoek te verrichten naar de rol van de parasitaire nematodensoort *Amidostomum actutum* in de spiermaag van de eidereend. Op basis van preliminair parasitologisch onderzoek dat eerder bij een gering aantal eidereenden was verricht, zou het niet ondenkbaar zijn dat deze parasiet een rol zou hebben gespeeld bij de sterfte van de eidereenden. Hoewel literatuurgegevens over *A. acutum* in directe relatie tot sterfte bij eendachtigen niet voorhanden zijn, is de nauw verwante soort *A. anseris* een beruchte pathogene soort bij Anseriformes, waarbij al geringe besmettingen (enkele tientallen wormen) leiden tot groeivertraging (Harradine, 1982; Hillgarth and Kear, 1979; Hosie, 1989; Hosseini et al, 2001; Tuggle and Crites, 1984).

Betreffende de parasietensoorten in de eidereend is tot nu toe de aandacht voornamelijk gericht geweest op de acanthocephaal *Profilicollis botulus*. Dit is niet verwonderlijk omdat de aanhechtingsplaats van deze soort in de darm reeds bij het openen van de buikholte gemakkelijk waarneembaar is aan de buitenkant van het achterste gedeelte van de darm. Opent men de darm dan zijn de grote, oranje/geel gekleurde parasieten gemakkelijk met het blote oog te zien. Telling van het aantal wormen kan macroscopisch gebeuren. Dit staat in schril contrast met *A. acutum*. Om deze soort kwantitatief te kunnen aantonen is microscopisch onderzoek een vereiste. Op basis hiervan bestaat het vermoeden dat de pathogene rol van *P. botulus* wellicht wordt overschat, terwijl die van *A. acutum* wordt onderschat. Het huidige onderzoek heeft tot doel nader inzicht te verschaffen in het

voorkomen van *A. acutum* in magen van eenden waarbij in april 2002 sectie heeft plaatsgevonden.

Materiaal en methode

Keuze van de eidereenden

In de winter van 2001/2002 zijn de meeste dode eenden verzameld aan de Waddenzeekant van het eiland Texel (TX; codenummers 4044-4048) en bij de Hondsbossche Zeewering (HBZ; codenummer 3034).

Voor het verkrijgen van een representatieve steekproef zijn van iedere lokatie 50 eidereenden bij het onderzoek betrokken. Per lokatie zijn deze 50 eidereenden verdeeld over 30 juveniele en 20 adulte dieren. Binnen de groepen “juveniel” en “adult” zijn de seksen gelijkelijk verdeeld, zodat de volgende 8 subgroepen zijn gevormd (zie Tabel 1)

Tabel 1. Herkomst, ontwikkelingsfase en sekse van de 100 onderzochte eidereenden

Lokatie	vrouwtjes		mannetjes	
	juveniel	adult	juveniel	adult
Hondsbossche Zeewering	15 ¹	10 ²	15 ³	10 ⁴
Waddenzeekust Texel	15 ³	10 ¹	15 ³	10 ³

¹ verzameld in de periode dec 2001 – jan 2002

² 8 dieren verzameld in de periode dec 2001 – jan 2002, waarvan 2 immatuur; 2 dieren verzameld in resp. feb en mrt 2001.

³ verzameld in de periode dec 2001 – feb 2002

⁴ verzameld in de periode dec 2001 – feb 2002, waarvan 3 immatuur

Parasitologisch onderzoek

Sectie van de dood gevonden eidereenden vond plaats bij Alterra op Texel in week 12 van 2002.

Na de sectie is van 20 eidereenden (5 juveniele en 5 adulte ♀♀, 5 juveniele en 5 adulte ♂♂) afkomstig van de HBZ het gehele maagdarmkanaal meegenomen en in Lelystad in de diepvriezer bewaard voor nader onderzoek. Van alle overige eidereenden is de spiermaag gescheiden van de darm en de kliermaag en geopend om de maaginhoud er uit te spoelen en te bestuderen. Alle aldus verwerkte kliermagen zijn in genummerde plastic zakjes opnieuw ingevroren, op 28 mei naar Lelystad getransporteerd en aldaar weer in de diepvriezer bewaard tot het moment van verdere analyse.

Voor het parasitologisch onderzoek van de magen van de 20 dieren waarvan het totale maagdarmkanaal werd meegenomen, is de spiermaag gescheiden van de kliermaag en de darm. De kliermaag en de spiermaag werden apart gewogen, waarna beide werden opgeknipt. Uit de spiermaag werd de eventuele inhoud verzameld voor nadere analyse van de voedselopname. Wel werden eventueel aanwezige wormen in het spoelsel verzameld, geteld en gedetermineerd. De kliermaag werd gewassen in stromend kraanwater dat werd

opgevangen in een emmer van 10 liter. De inhoud van de emmer werd over een zeef gegoten (maaswijdte 74 µm), waarna het gezeefde materiaal werd opgevangen en microscopisch werd onderzocht (vergroting 10x). Eventueel aanwezige wormen werden verzameld, geteld en op soort gedetermineerd.

Het zachte gedeelte van de kliermaag werd volledig afgeschraapt, waarna ook de harde hoornlaag werd verwijderd. Deze hoornlaag werd met opvallend licht onder de microscoop (vergroting 6x) onderzocht op aanwezige wormen. Indien wormen aanwezig waren, werden ze verzameld, geteld en gedetermineerd. Het schraapsel van de kliermaag werd opgevangen in een emmer van 10 liter en op dezelfde wijze gezeefd en onderzocht als het spoelsel van de kliermaag.

Bij de 80 reeds geopende magen vond alleen de in de vorige alinea beschreven handelwijze plaats.

Resultaten

Alle onderzochte eidereenden bleken geïnfecteerd te zijn met *A. acutum*. Dit is zonder meer de meest voorkomende maagworm bij de eidereend. Incidenteel werden andere wormsoorten in kleine aantallen gevonden, waarbij opvalt dat dat vrijwel uitsluitend de juveniele dieren betrof.

De resultaten van het onderzoek staan in detail vermeld in de bijlage 1. In Tabel 2 wordt een samenvatting gegeven van de verkregen resultaten.

Tabel 2. Aantallen *Amidostomum acutum* in de onderzochte eidereenden

	vrouwtjes (n=50)		mannetjes (n=50)	
	juveniel (n=30)	adult (n=20)	juveniel (n=30)	adult (n=20)
Hondsbossc Zeewering (n=50)	(n=15) gemiddelde: 45 range: 6-167	(n=10) gemiddelde: 62 range: 6-127	(n=15) gemiddelde: 65 range: 11-156	(n=10) gemiddelde: 110 range: 65-166
Waddenzeekust Texel (n=50)	(n=15) gemiddelde: 50 range: 4-141	(n=10) gemiddelde: 134 range: 19-381	(n=15) gemiddelde: 34 range: 13-111	(n=10) gemiddelde: 295 range: 127-826

Statistische analyse

Alle statistische berekeningen zijn uitgevoerd met log-getransformeerde waarden. Verschillen tussen groepen zijn berekend met behulp van het kleinste significante verschil (Least significant difference, lsd).

Wanneer we de 100 onderzochte eidereenden als één grote populatie beschouwen waaruit 8 steekproeven zijn getrokken, dan verschillen wormaantallen van de adulte mannetjes van TX significant ($P < 0,05$) van alle andere groepen m.u.v. de adulte vrouwtjes van TX.

In het beschikbare materiaal zijn de volgende vergelijkingen te maken: locatie: HBZ vs. TX; leeftijd: juveniel vs. adult en tenslotte geslacht: vrouwtjes vs. mannetjes.

Wat betreft de **lokatie** worden alleen significante verschillen gevonden ($P < 0,05$) tussen de wormaantallen van de 20 adulten van HBZ vergeleken met de 20 adulten van TX, maar wanneer we beide geslachten afzonderlijk bekijken is het verschil niet significant. Een tweede significant verschil kan worden gevonden tussen de wormaantallen van de juveniele mannetjes van HBZ en de juveniele mannetjes van TX, waarbij HBZ hogere aantallen heeft.

Wat betreft de **leeftijd** is er een duidelijk verschil tussen juveniel en adult. Alle toetsen geven aan dat adulten significant zwaarder besmet zijn met *A. acutum* dan juvenielen, m.u.v. de vergelijking tussen de wormaantallen van juveniele vrouwtjes HBZ en de adulte vrouwtjes HBZ, waarbij geen significant verschil wordt gevonden. De conclusie is onweerlegbaar: adulten hebben significant meer *A. acutum* dan juvenielen (gemiddeld 150 versus 48).
Wat betreft het **geslacht** komen er ook significante verschillen naar boven die ook echter leeftijdsgebonden zijn. Adulte mannetjes hebben significant meer wormen dan adulte vrouwtjes (gemiddeld 202 versus 98). Dit is op beide afzonderlijke lokaties ook het geval, zowel de mannetjes van HBZ als de mannetjes van TX hebben significant meer *A. acutum* dan de vrouwtjes. Bij de juvenielen bestaat dit verschil (nog) niet.

Discussie

Alle 100 onderzochte eidereenden bleken besmet te zijn met de parasitaire nematode *A. acutum* in de spiermaag. De aantallen varieerden van 4 tot 826. Deze aantallen kunnen in werkelijkheid nog ietsje hoger zijn geweest (schatting ca. 5% hoger) op basis van de bevinding dat ook in de kliermaag en in de verzamelde maaginhoud wormen worden aangetroffen. Bovendien hebben ook wormen maar een tijdelijk leven en kan niet worden nagegaan of de dieren kort voor de dood wormen zijn “kwijtgeraakt”.

De conclusies op basis van de verschillen tussen lokatie, leeftijd en geslacht van de onderzochte eenden zijn redelijk duidelijk:

- tussen de lokaties bestaat geen verschil
- adulten zijn zwaarder besmet met *A. acutum* dan juvenielen
- adulte mannetjes hebben meer wormen dan adulte vrouwtjes

Deze resultaten dienen samengevoegd te worden met de overige bevindingen, zoals vermeld in het ALTERRA-rapport van juni 2002. Op basis daarvan kunnen wellicht nieuwe inzichten ontstaan.

Alhoewel over het schadelijke effect van *A. acutum* in de literatuur weinig is te vinden, weten we dat de verwante soort *A. anseris* zeer schadelijk kan zijn, vooral in combinatie met andere parasieten of verzwakkende invloeden (bijvoorbeeld voedseltekort) (Harradine, 1982; Hillgarth and Kear, 1979; Hosie, 1989; Hosseini et al, 2001; Tuggle and Crites, 1984). Bovendien is gebleken (ervaring vogelopvangcentrum Fügelpits) dat asielvogels, mits gevoerd met gemakkelijk verteerbaar voedsel weer in gewicht kunnen aankomen en dus de parasitaire infectie overleven.

Het schadelijke effect van *A. acutum* kan op verschillende manieren totstandkomen:

- de parasieten onttrekken voor hun eigen behoeftes (groei, voortplanting) energie aan de gastheer. Deze moet dus extra voedsel consumeren om ook de parasieten van dienst te kunnen zijn.
- de parasieten kunnen metabolische producten afscheiden die een negatief effect hebben op de eetlust.
- de parasieten beïnvloeden de voedselconversie in de darm op negatieve wijze.
- de parasieten zuigen bloed. Hierin bevinden zich waardevolle stoffen die extra moeten worden aangemaakt door de eidereend. Bovendien kan bloedverlies door nabloeden optreden op de plekken waar de worm bloed zuigt.
- de parasieten kunnen beschadigingen in de maag teweegbrengen die ertoe zouden kunnen leiden dat het kraken van schelpen aanleiding geeft tot een pijnreactie in de maag, zodat de dieren de opname van schaaldieren als mossel en kokkel gaan vermijden en dat

ze gaan zoeken naar alternatieven die minder pijnlijk zijn, maar wellicht ook minder energierijk.

Het is duidelijk dat als deze processen zich afspelen in een gebied waar al een zekere voedselschaarste heerst, dit het laatste zetje kan zijn dat leidt tot de dood van het dier. Deze redenering zal met name kunnen opgaan voor de adulte dieren die immers enerzijds hoge aantallen

A. acutum hebben, anderzijds vaak minder besmet zijn met die andere als zeer schadelijk beschouwde parasiet, de acanthocephaal *Profilicollis botulus*.

Bij de juveniele dieren zijn lagere aantallen *A. acutum* aangetroffen, maar zijn als regel de aantallen *P. botulus* erg hoog. De combinatie van beide infecties kan voor deze juveniele dieren te belastend zijn (wellicht ook in combinatie met vele andere parasietensoorten die vaak in grote aantallen in deze juveniele dieren worden aangetroffen, maar waarvan het pathogene effect niet of nauwelijks bekend is. Voor het complete "plaatje" is nader onderzoek van de 20 darmkanalen gewenst!). Het onderzoek naar de wormen in de darmen van de 20 eidereenden van de HBZ heeft nog niet plaatsgevonden. Wel zijn de darmen gespoeld en bleek duidelijk dat de juvenielen veel meer *P. botulus* hadden. Er waren zelfs adulten zonder *P. botulus*. Ook bleek dat bij een aantal juvenielen het tweede deel van de darm volledig verstopt was met opeengehoopt schelpengruis. Hierdoor waren de darmen enorm opgezet en was voeselopname en darmpassage onmogelijk geworden hetgeen vrijwel zeker tot de dood heeft geleid.

Waarom zijn er in adulten meer wormen dan in juvenielen? Waarschijnlijk moeten we denken aan enerzijds een mogelijk accumulatieproces, anderzijds aan het ontbreken van een goede immuunrespons.

Over de levensduur van *A. acutum* in de eend is niets te vinden in de literatuur. De resultaten zouden kunnen duiden op accumulatie tijdens het leven, alhoewel de levensduur van verwante wormen bij landbouwhuisdieren meestal eerder in maanden dan in jaren wordt geteld. Als adulten echter meer voedsel opnemen dan juvenielen of ander foerageergedrag vertonen, zou dit ook een verklaring kunnen zijn. Het feit dat de aantallen in de juvenielen lager zijn dan in de adulten duidt ook op het ontbreken van een goede immuunreactie. Immers de adulten hebben op basis van deze resultaten als juveniel ook al een worminfectie doorgemaakt. Een mogelijke rol kan spelen dat de maag als orgaan minder goed in staat is een immuunrespons te genereren tegen aldaar verblijvende parasieten. Dit fenomeen is goed bekend van onze landbouwhuisdieren, waarbij in de "jeugd" vaak grote aantallen darmwormen zijn te vinden in verhouding tot (leb)maagwormen, terwijl bij volwassen dieren zich vrijwel geen parasieten meer in de darm bevinden, maar voornamelijk in de maag (rond: *Ostertagia ostertagi*, *Trichostrongylus axei*, schaap en geit: *Teladorsagia circumcincta*, *Haemonchus contortus*; varken: *Hyoststrongylus rubidus*).

Wat betreft het significante verschil in wormaantallen tussen adulte mannetjes en vrouwtjes, is er geen directe verklaring te geven. Wellicht moet ook hiervoor worden gekeken in de richting van verschillend voedselopname gedrag?

Eén groot probleem blijft nog: hoe infecteren de dieren zich met *A. acutum*? De worm behoort tot een groep van wormen die in het algemeen op land voorkomt en een directe levenscyclus heeft. Eieren van *A. acutum* komen met de mest van de eenden naar buiten. Indien de cyclus vergelijkbaar is met die van *A. anseris* ontwikkelt zich binnen het ei een larfje dat uiteindelijk als infectieuze larve uit het ei komt. De gastheer infecteert zich door opname van het larfje. Bij *A. anseris* vindt deze opname o.a. plaats door eten van besmet gras en slobberen in poeltjes waar mest is terechtgekomen en eieren zich hebben ontwikkeld tot larve. Nader onderzoek is gewenst naar de cyclus van *A. acutum*. Vindt opname van larven in de broed/ruiperiode op het land plaats of op zee?

Conclusies

- Alle onderzochte eidereenden waren geïnfecteerd met de parasitaire nematode *Amidostomum acutum* in de spiermaag.
- Er was geen verschil in wormaantallen tussen de beide onderzochte lokaties: Hondsbossche Zeewering en Waddenzeekust van Texel.
- Adulte eidereenden zijn significant zwaarder geïnfecteerd dan juveniele dieren
- Adulte mannetjes hebben significant meer wormen dan adulte vrouwtjes
- De parasitaire infecties met *Profilicollis botulus* bij juveniele dieren en *A. acutum* bij de adulten zijn vermoedelijk geen primaire doodsoorzaak, maar hebben aan de sterfte bijgedragen door de effecten die dergelijke besmettingen met zich meebrengen.
- Bij de vraag: “Wat is de oorzaak van de sterfte van de eidereenden in ons land in de afgelopen jaren” kan als antwoord worden gegeven: “verhongering”. Op de vraag waardoor deze verhongering wordt veroorzaakt, dient men niet te denken in termen van “of...of” (óf te weinig voedsel, óf parasieten), maar van “en.....en”. Op basis van de nu beschikbare informatie zijn er aanwijzingen dat de directe doodsoorzaak van de eidereenden moet worden gezocht in de combinatie van voedselbeschikbaarheid en ernstige parasitaire besmetting.
- Op de vraag of parasieten ook een rol spelen bij het verklaren van de grote variatie in sterfte tussen jaren kan alleen een antwoord worden gegeven als er getallen komen over de mate waarin de parasitaire besmetting in de populatie varieert van jaar op jaar.

Aanbevelingen

- De wormtellingen van de eidereenden die bij dit onderzoek waren betrokken, dienen te worden gerelateerd aan de resultaten uit het eerder uitgevoerde onderzoek.
- Het parasitologisch onderzoek is nog niet afgerond. Verder onderzoek van de overige ingevroren spiermagen lijkt niet nodig. Echter, of er mogelijk nog andere parasietensoorten zijn die een belangrijke rol spelen bij de doodsoorzaak kan worden nagegaan door onderzoek van de 20 darmkanalen van de eidereenden van de Hondsbossche Zeewering. Pas na onderzoek hiervan kan een definitieve uitspraak worden gedaan over de parasitaire belasting.
- Nader onderzoek is gewenst naar de wijze waarop eidereenden zich infecteren met *Amidostomum acutum*.
- De pathogene rol van *A. acutum* dient te worden bestudeerd middels experimentele infecties in parasietvrij opgefokte eidereenden.
- Vogelopvangcentra dienen eidereenden na aankomst standaard te ontwormen door middel van een behandeling met ivermectine of daaraan verwant middel.

Bronvermelding

- Bishop, C.A., Threlfall, W. (1974). Helminth parasites of the common eider duck, *Somateria mollissima* (L.), in Newfoundland and Labrador. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 41: 25-35.
- Czaplinski, B. (1962). Nematodes and acanthocephalans of domestic and wild Anseriformes in Poland I. Revision of the genus *Amidostomum* Railliet et Henry, 1909. Acta Parasitologica Polonica 10: 125-164.
- Harradine, J. (1982). Some mortality patterns of Greater Magellan Geese on the Falkland Islands. Wildfowl, -UK 33: 7-11.
- Hillgarth, N., Kear, J. (1979). Diseases of sheldgeese and shelducks in captivity. Wildfowl, -UK 30: 142-146.
- Hollmen, T., Lehtonen, J.T., Sankari, S., Soveri, T., Hario, M. (1999). An experimental study on the effects of polymorphiasis in common eider ducklings. Journal of Wildlife Diseases 35: 466-473.
- Hosie, B.D. (1989). Leech infestation of mute swans (*Cygnus olor*). Veterinary Record 124: 376.
- Hosseini, S.H., Saifuri, P., Eslami, A., Nabieian, S. (2001). Parasitic infections of gray lag geese (*Anser anser*) in Gilan province, Iran. Journal of the Faculty of Veterinary Medicine University of Tehran 56: 56-60.
- McLaughlin, J.D., McGurk, B.P. (1987). An analysis of gizzard worm infections in fall migrant ducks at Delta, Manitoba, Canada. Canadian Journal of Zoology 65: 1470-1477.
- Pennycott, T.W. (1998). Lead poisoning and parasitism in a flock of mute swans (*Cygnus olor*) in Scotland. Veterinary Record 142: 13-17.
- Persson, L., Borg, K., Fält, H. (1974). On the occurrence of endoparasites in eider ducks in Sweden. Viltrevy-Stockholm 9: 1-24.
- Tuggle, B.N., Crites, J.L. (1984). The prevalence and pathogenicity of gizzard nematodes of the genera *Amidostomum* and *Epomidiostomum* (Trichostrongylidae) in the lesser snow goose (*Chen caerulescens caerulescens*). Canadian Journal of Zoology 62: 1849-1852.
- Vetesi, F., Phuc, D.V., Varga, I. (1976). Histopathological changes in the gizzard of goslings, ducklings and chickens experimentally infected with *Amidostomum anseris*. Acta Veterinaria Academiae Scientiarum Hungaricae 26: 113-128.

Bijlage 1

Hondsbossche Zeewering

juvenile vrouwtjes

nummer	datum	plaats	vers	aantal A.a.
20145901	dec-01	3034 V		18
20145902	dec-01	3034 V		16
20145903	dec-01	3034 VV		31
20145904	dec-01	3034 V		54
20145906	dec-01	3034 VV		30
20145917	dec-01	3034 VV		6
20145919	dec-01	3034 VV		27
20145922	dec-01	3034 VV		29
20145923	dec-01	3034 VV		29
20145925	dec-01	3034 VV		29
20145929	dec-01	3034 V		45
20105101	jan-02	3034 VV		63
20105102	jan-02	3034 V		58
20105103	jan-02	3034 VV		70
20105104	jan-02	3034 VV		167

Hondsbossche Zeewering

juvenile mannetjes

nummer	datum	plaats	vers	aantal A.a.
21045905	dec-01	3034 VV		156
20145907	dec-01	3034 VV		42
20145909	dec-01	3034 VV		25
20145910	dec-01	3034 VV		64
20145911	dec-01	3034 VV		137
20145918	dec-01	3034 VV		14
20145920	dec-01	3034 VV		17
20145926	dec-01	3034 VV		96
20145928	dec-01	3034 VV		39
20205105	jan-02	3034 VV		104
20205110	jan-02	3034 VV		11
20205112A	jan-02	3034 VV		40
20205112B	jan-02	3034 VV		49
20205113	jan-02	3034 VV		61
20213402	feb-02	3034 VV		118

Hondsbossche Zeewering

adulte vrouwtjes

nummer	datum	plaats	vers	aantal A.a.
20107601	feb-01	3034	WV	6
20116402	mrt-01	3034	V	114
21045908	dec-01	3034	WV	95
20145912	dec-01	3034	WV	33
20145914	dec-01	3034	WV	34
20145927	dec-01	3034	WV	51
20205106	jan-02	3034	WV	109
20205107	jan-02	3034	WV	127
20205111	jan-02	3034	V	21
20213444	feb-02	3034	WV	28

Hondsbossche Zeewering

adulte mannetjes

nummer	datum	plaats	vers	aantal A.a.
20145913	dec-01	3034	V	68
20145915	dec-01	3034	VO	88
20145930	dec-01	3034	WV	89
20205108	jan-02	3034	V	166
20205109	jan-02	3034	V	142
20205114	jan-02	3034	WV	65
20213401	feb-02	3034	WV	155
20213417	feb-02	3034	V	102
20217516	feb-02	3034	WV	73
20217519	feb-02	3034	WV	149

Texel

juvenile vrouwtjes

nummer	datum	plaats	vers	aantal A.a.
20138805	dec-01	4047 V		20
20191401	dec-01	4048 VV		141
20201707	jan-02	4048 V		7
20202001	jan-02	4046 VV		39
20202410	jan-02	4047 VV		30
20209001	feb-02	4044 VV		60
20209005	feb-02	4044 VV		70
20209008	feb-02	4044 VV		13
20209009	feb-02	4044 V		47
20209010	feb-02	4044 VV		15
20209011	feb-02	4044 VV		108
20209302	feb-02	4047 VV		54
20209304	feb-02	4047 VV		4
20209315	feb-02	4047 VV		50
20209403	feb-02	4048 VV		86

Texel

juvenile mannetjes

nummer	datum	plaats	vers	aantal A.a.
20139901	dec-01	4044 VV		57
20141801	dec-01	4048 V		13
20141903	dec-01	4045 VV		21
20141905	dec-01	4045 VV		15
20201703	jan-02	4048 VV		15
20202104	jan-02	4045 VV		111
20202401	jan-02	4047 VV		24
20202402	jan-02	4047 VV		25
20202403	jan-02	4047 VV		15
20202405	jan-02	4047 V		93
20209004	feb-02	4044 VV		11
20209007	feb-02	4044 VV		15
20209301	feb-02	4047 VV		47
20209307	feb-02	4047 V		18
20209308	feb-02	4047 V		30

Texel

adulte vrouwtjes

nummer	datum	plaats	vers	aantal A.a.
20141902	dec-01	4045 V		65
20201704	jan-01	4048 VV		215
20201705	jan-01	4048 VV		61
20201706	jan-01	4048 VV		100
20201708	jan-01	4048 VV		381
20202102	jan-01	4045 VV		21
20202106	jan-01	4045 VV		19
20202406	jan-01	4047 VV		222
20202409	jan-01	4047 VV		115
20203701	jan-01	4039 V		144

Texel

adulte mannetjes

nummer	datum	plaats	vers	aantal A.a.
20139703	dec-01	4046 VV		165
20202101	jan-02	4045 VV		138
20202411	jan-01	4047 VV		315
20202601	jan-01	4048 V		120
20202602	jan-01	4048 V		127
20209002	feb-02	4044 VV		460
20209003	feb-02	4044 VV		180
20209006	feb-02	4044 V		826
20209303	feb-02	4047 VV		453
20209316	feb-02	4047 VV		162

Appendix D Beoordeling van het rapport ‘eidereendensterfte in de winter 2001/2002’

BEOORDELING VAN HET RAPPORT ‘EIDEREENDENSTERFTE IN DE WINTER 2001/2002’

Algemeen

De audit-commissie voor het EVA-II project heeft op verzoek van de Directie Visserij van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij de volgende rapportages beoordeeld:

1. Eidereendensterfte in de winter 2001/2002. Definitief concept augustus 2002.¹
2. Appendix A: Dode Eidereenden op de Nederlandse kust²
3. Appendix B: Verslag pathologie onderzoek van Eidereenden in 2001/2002.³
4. Eidereendensterfte in de winter 2002/2002 (sic). Additioneel onderzoek naar de aanwezigheid van de maagworm *Amidostomum acutum* bij eidereenden.⁴

De commissie wil beginnen met vast te stellen dat inhoudelijk deze rapportages onderzoek van goede kwaliteit betreffen. Het onderzoek is grondig gebeurd en laat niet veel ruimte voor twijfel. De commissie kan met de conclusies instemmen en heeft geen lacunes van betekenis aangetroffen.

In de tweede plaats verdienen de rapportages nog de nodige redactionele aandacht. Dat betreft lay-out, gebruik van de Nederlandse taal en de structuur van de rapportage. Met name lijkt het gewenst om rapport 4 te integreren in de rapporten 1 en 3. Tenslotte zijn niet alle literatuurreferenties terug te vinden in de literatuurlijst.⁵

In de derde plaats meent de commissie dat teveel voorkennis wordt verondersteld bij de lezer. Aangegeven dient te worden hoe de rapportages in het EVA-II kader passen. Daarnaast is het gewenst dat de gegevens in een bredere context worden geplaatst. Als voorbeeld moge de informatie over eidereenden dienen; zich bij een lezer zonder voorkennis aandienende vragen zijn bijvoorbeeld: Hoe groot is de populatie waartoe de Nederlandse eidereenden behoren? Hoe groot waren de absolute aantallen in de Waddenzee door de jaren heen, wat is de natuurlijke variatie en wat beperkt – onder natuurlijke omstandigheden – de (maximale) aantallen? Ligt

¹ Het commentaar van de audit commissie is zoveel mogelijk verwerkt in de definitieve versie van het hoofdrapport. De bevindingen van de audit commissie zijn als aanhangsel 4 aan het hoofdrapport toegevoegd en middels voetnoten zoals deze is aangegeven hoe het betreffende commentaar in het hoofdrapport is verwerkt.

² Dit is appendix A van het hoofdrapport geworden.

³ Dit is appendix B van het hoofdrapport geworden.

⁴ In overleg met opdrachtgever LNV is besloten om dit rapport als Appendix C aan het hoofdrapport toe te voegen.

⁵ De door de audit commissie beoordeelde versie van het rapport was nog niet gelayout volgens het Alterra format. De literatuur referenties zijn gecontroleerd en aangevuld. Waar mogelijk zijn taalkundige verbeteringen aangebracht. Het genoemde rapport 4 over de maagparasiet is als Appendix C aan het hoofdrapport toegevoegd en de tekst van het hoofdrapport is aangepast.

de bottleneck daarbij bij de Waddenzee of elders, of gaat het om de combinatie waarbij de Waddenzee een radertje is in het grotere geheel? Wat is de gemiddelde levensduur van eidereenden? Op blz. 8 wordt voor de laatste 3 winters een sterfte van 18%, 4-6% en 8-10% van de overwinterende populatie genoemd. Om dergelijke getallen op hun merites te kunnen beoordelen is inzicht in de gemiddelde levensduur en de gemiddelde jaarlijkse reproductie gewenst. Ook wordt weinig tot geen informatie gegeven over mogelijke sterfte in andere Waddenzeelanden.⁶ In de vierde plaats heeft de commissie nog de hieronder gegeven detailopmerkingen.

Opmerkingen naar aanleiding van rapport 1: 'Eidereendensterfte in de winter 2001/2002. Definitief concept augustus 2002.'

Blz. 15: *Syndroom van Kuiken*. De commissie vestigt de aandacht op een ingezonden brief in BioNieuws waarin gesuggereerd werd dat het Syndroom van Kuiken wordt veroorzaakt doordat duikende eenden in aanraking komen met Japanse oesters.⁷

Het is zaak om de in het rapport met behulp van statistiek getrokken conclusies zorgvuldig te formuleren. Zie bijvoorbeeld figuur 15: daar is te zien dat er nauwelijks of geen correlatie is tussen aantallen darmparasieten en lichaamsgewicht. Op bladzijde 18 wordt echter een *significant negatief verband* genoemd, met een correlatie coëfficiënt van -0.23 . Dit impliceert een causaal verband van $r^2 = (-0.23)^2 = 0.053$, d.w.z. dat het aantal darmparasieten voor 94.7% het gevolg is van of gerelateerd is aan *andere factoren* dan het lichaamsgewicht. Blijft dat het 5.3% verband kennelijk significant is. Oorzaken kunnen legio zijn, maar belangrijk is dat het lichaamsgewicht het aantal parasieten voor slechts 5.3% verklaart, terwijl de frasering "*significant negatief verband*" door de oppervlakkige lezer, of indien geplaatst buiten de context, heel anders zal worden geïnterpreteerd.⁸

⁶ Het belang van het schetsen van de context van de waargenomen sterfte onder de Eidereenden is zonder meer belangrijk. Echter, binnen de vraagstelling en randvoorwaarden van deze onderzoeksopdracht was het niet mogelijk om daar uitgebreid aandacht aan te besteden. In de inleiding van het hoofdrapport is een zin opgenomen waarin voor dit soort algemene informatie wordt verwezen naar de rapportage van het EC-LNV over de sterfte onder de Eidereenden in de winter van 1999/2000. Verder is in de inleiding aangegeven dat deze vragen uitgebreid behandeld zullen worden in de rapportage van het EVA II deelproject B2 over de voedselreservering voor de Eidereend in de Waddenzee. Overigens moet worden aangetekend dat het zeer goed mogelijk is dat niet alle door de audit commissie opgeworpen vragen beantwoord zullen kunnen worden.

⁷ De genoemde suggestie is bekend, maar wordt als uitermate onwaarschijnlijk beoordeeld.

⁸ Dit commentaar van de audit commissie vinden wij maar half terecht. Het is ons bekend dat statistische significantie niet verward moet worden met biologische relevantie. Direct volgend op de zin dat de betreffende correlatie significant is stond in het concept geschreven dat het verband zwak is en de spreiding groot. Vervolgens werd het verband verklaard uit het feit dat jonge vogels een laag gewicht hebben en meer darmparasieten dan oude vogels. Wanneer per klasse van leeftijd en sexe het verband berekend wordt is maar één van de 7 berekende correlaties statistisch significant. In het concept rapport hebben wij vervolgens geen rekening gehouden met het feit dat de kans op het vinden van een significante correlatie toeneemt naarmate meer correlaties worden berekend. In de uiteindelijke tekst hebben wij dat wel gedaan en hebben wij ook duidelijker proberen aan te geven dat aan de significantie van de in Figuur 15 weergegeven correlatie weinig waarde moet worden gehecht. Overigens willen wij nog opmerken dat wij vanwege de scheve verdeling van de aantallen darmparasieten gewerkt hebben met de nonparametrische Spearman rang correlatie. De

Hetzelfde geldt voor fig. 23: een negatieve correlatie is duidelijk, maar de $r = -0.60$ impliceert een causaal verband van $(-0.60)^2 = 36\%$ hetgeen impliceert dat de doodsoorzaak voor 64% aan andere oorzaken dan het bestand halfwas mosselen moet worden toegeschreven.⁹

Op blz. 22-23 wordt in de paragraaf 'Een epidemie van macroparasieten' de besmetting met *Proflicollis botulus* besproken. Omdat in de rapportages rond de sterfte van eidereenden in 1999/2000 er verschillende visies waren op de rol van meer dan normale aantallen strandkrabben (die als tussengastheer van de parasiet optreden), is het jammer dat in deze rapportage niet opnieuw naar de aantallen strandkrabben wordt gekeken. Dit onderwerp komt terug op blz. 24 maar ook hier wordt niet naar de nieuwste gegevens van de Demersal Young Fish Survey gekeken.¹⁰

De paragraaf 'Een combinatie van factoren' (blz. 23-25) kan aan duidelijkheid winnen door hem beter te structureren.¹¹

gekwadrateerde Pearson correlatie coëfficiënt kan geïnterpreteerd worden als de verklaarde variantie, maar dit geldt niet voor de nonparametrische Spearman rang correlatie.

⁹ De genoemde correlatie coëfficiënt van -0.60 betreft de Spearman rang correlatie. Wanneer het aantal dode Eidereenden per km strand logaritmisch wordt getransformeerd (onderste paneel van Figuur 23) is het wel mogelijk om de Pearson correlatie coëfficiënt te berekenen. Deze bedraagt -0.57 (Tabel 18), hetgeen niet veel verschilt van -0.60 . De verklaarde variantie is 32%. Wanneer de mortaliteit zoals in de tekst beschreven gecorrigeerd wordt voor het aantal levend getelde eenden bedraagt de Pearson correlatie -0.68 . De verklaarde variantie is dan 46%. Om een aantal redenen denken wij dat zelfs dit hogere getal een onderschatting is van het deel van de variatie in mortaliteit dat verklaard kan worden door variatie in voedselaanbod. Dit heeft te maken met fouten en onvolledigheid van de beschikbare data van het voedselaanbod. Het bestand halfwas mosselen wordt geschat uit de aanvoer van consumptiemosselen in het jaar daarop. Het betreft dus alleen de halfwas mosselen op de percelen en niet de wilde bestanden. Tegenwoordig is er een zeer intensieve visserij op mosselzaad in het sublittoraal en zeker in mosselarme jaren zullen de bestanden wilde halfwas mosselen zeer laag zijn. Er zijn aanwijzingen, zoals het ontbreken van zaadvisserij in het najaar, dat de mosselzaadvisserij in het sublittoraal in de jaren 80 minder intensief was en er derhalve waarschijnlijk meer wilde halfwas mosselen in het sublittoraal bleven liggen. Verder worden in mosselarme jaren ook de snel groeiende halfwas mosselen op de markt gebracht. Dit jaar gebeurt dat onder de naam van zommersmosselen. Deze praktijk leidt tot een overschatting van het bestand halfwas mosselen in het voorafgaande jaar. Onze verwachting is dat wanneer betere getallen over het bestand halfwas mosselen in het sublittoraal beschikbaar komen als onderdeel van EVA II project F4b, een groter deel van de variatie in mortaliteit door variatie in dit voedselaanbod verklaard zal worden. Toch denken wij niet dat alle variatie in mortaliteit verklaard kan worden met variatie in halfwas mosselen in het sublittoraal. Vermoedelijk spelen ook andere prooibestanden en mogelijk ook parasitaire infecties een rol. In de winter met de allerhoogste mortaliteit (1999/2000) was het bestand grote *Spisula* in de Noordzee kustzone minimaal, terwijl er wel enkele tienduizenden Eidereenden in die Noordzee kustzone verbleven. Het ligt dus voor de hand om het bestand *Spisula* als tweede verklarende factor op te voeren in een multivariate analyse. Helaas is dit niet mogelijk, omdat de tijdreeks met bestandschattingen van *Spisula* te kort is. Samenvattend denken wij dat er goede argumenten zijn om aan te nemen dat variatie in het voor Eidereenden beschikbare voedselaanbod een aanzienlijk groter deel van de variatie in Eidereendensterfte verklaart dan de impliciet gerapporteerde 32%. We zijn blij dat de audit commissie door dit punt aan te roeren ons op de noodzaak heeft gewezen deze aanvullende argumentatie expliciet te maken in de tekst.

¹⁰ Wij onderschrijven deze kritiek, maar binnen de randvoorwaarden van dit project was het niet mogelijk om deze analyse uit te voeren. Het ligt voor de hand om de voorgestelde analyse op te nemen in de EVA II rapportage over het deelproject B2 over de voedselreservering van de Eidereend in de Waddenzee.

¹¹ Wij hebben ons best gedaan de structuur van deze paragraaf te verbeteren, maar het blijft een complexe materie.

Aan het einde van paragraaf 7.2 wordt NRC – Handelsblad geciteerd. Men zou verwachten dat de onderzoekers die dit rapport hebben opgesteld, betere bronnen hebben.¹²

In paragraaf 8 (p. 32) worden aanbevelingen voor nader onderzoek gedaan. Alle vragen zijn van belang als men tot in detail zou willen weten waarom er nu al drie jaar achtereenvolgende eidereenden doodgaan. Maar voor de beantwoording van de hoofdvragen van EVA-II is verder onderzoek om de vragen (1) – (3) te beantwoorden naar verhouding van minder belang; wezenlijk andere inzichten worden door de audit-commissie niet verwacht. De vragen (4) – (6) zijn wel van groot belang voor EVA – II, omdat ze bij zouden kunnen dragen aan beantwoording van de vraag waarom de schelpdiersector juist in de jaren 90 problemen kreeg met de natuurbescherming, terwijl er daarvoor geen noemenswaardige problemen waren. De antwoorden op de vragen (5) en (6) zullen deels van de schelpdiersector moeten komen. Vraag (6) omvat overigens ook andere oorzaken dan veranderingen in de schelpdiersector (klimaatverandering, afname eutrofiering).¹³

Opmerkingen n.a.v. Appendix A: ‘Dode Eidereenden op de Nederlandse kust’

Geen opmerkingen.

Opmerkingen n.a.v. Appendix B: ‘Verslag pathologie onderzoek van Eidereenden in 2001/2002’

Geen opmerkingen.

¹² Naar aanleiding van dit commentaar is het mosselkantoor gebeld. Hoewel het seizoen 2002/2003 nog niet is afgelopen schat veilingmeester Hans Kosten dat er dit seizoen maximaal 35 miljoen kg mosselen uit de Waddenzee zullen worden aangevoerd naar de veiling, waaronder veel halfwas mosselen. Deze informatie is aan de tekst toegevoegd.

¹³ Wij onderschrijven het grote belang van vragen (4) t/m (6) voor EVA II, maar vinden ook dat de audit commissie wel erg optimistisch is over de op dit moment beschikbare kennis m.b.t. vragen (1) t/m (3) en wel erg pessimistisch over de kansen om tot wezenlijk nieuwe inzichten te komen. Kennis over vragen (1) t/m (3) is onontbeerlijk om het huidige beleid van voedselreservering voor de Eidereend te evalueren en zonodig te verbeteren. Wij onderschrijven dat voor het beantwoorden van vragen (5) en (6) gegevens van de schelpdiersector noodzakelijk zijn en in het kader van EVA II deelproject F4b over de sublittorale mosselbestanden zijn hiervoor al stappen ondernomen. M.b.t. vraag (6) naar de oorzaken van de recente daling in de mosselproductie zijn door Ens (in druk) al een achttal mogelijke verklaringen opgeworpen. Deze verklaringen vallen in drie groepen uiteen: (1) natuurlijke fluctuaties, (2) door menselijke activiteiten anders dan schelpdiervisserij veroorzaakte veranderingen van het ecosysteem (bijv. Eutrofiëring), (3) door schelpdiervisserij veroorzaakte veranderingen van het ecosysteem. Het ligt in de bedoeling om ook een discussie met de schelpdiersector te organiseren waarin de sector haar verklaringen naar voren brengt. Wanneer die verklaringen geformuleerd kunnen worden als toetsbare hypothesen (zoals de “jan louw doctrine” dat vissen op mosselzaadbanken de stabiliteit van die banken verhoogt), dan zullen ze aan het rijtje mogelijke hypothesen worden toegevoegd. Het vervolgens daadwerkelijk wetenschappelijk toetsen van de verschillende hypothesen is het primaat van de wetenschap.

Opmerkingen n.a.v. het rapport ‘Eidereendensterfte in de winter 2002/2002 (sic). Additioneel onderzoek naar de aanwezigheid van de maagworm *Amidostomum acutum* bij eidereenden’

In de paragraaf Conclusies geldt voor de vijfde en zesde conclusie dat ze een andere teneur hebben dan de vergelijkbare conclusies in rapport 1. Deze onevenwichtigheid dient te worden weggenomen.¹⁴

P.L. de Boer
C.H.R. Heip
W.J. Wolff

¹⁴ Het verschil in teneur tussen de genoemde conclusies in het hoofdrapport en het rapport over de maagparasieten heeft te maken met het onderscheid tussen de doodsoorzaak en de verklaring voor de verhoogde sterfte. Onderzoek naar de doodsoorzaak geeft antwoord op de vraag waaraan de dood gevonden eenden zijn doodgegaan. Onderzoek naar de achterliggende oorzaak voor de verhoogde sterfte geeft antwoord op de vraag waarom er de afgelopen jaren zoveel meer eenden zijn doodgegaan dan in de jaren daarvoor. Het is makkelijk dit onderscheid over het hoofd te zien als alleen het woord oorzaak wordt gebruikt. Het taalgebruik in de verschillende concept rapportages is niet altijd even precies op dit punt en dat geeft aanleiding tot verwarring, al wordt in Tabel 3 van het hoofdrapport het onderscheid tussen doodsoorzaak (kolom 1) en verklaring voor de verhoogde sterfte (kolom 3) duidelijk gemaakt. Tabel 3 is in zoverre misleidend dat de suggestie wordt gewekt dat er een eenduidige relatie is tussen de vastgestelde doodsoorzaak en de verklaring voor de verhoogde sterfte. In het hoofdrapport is uitgelegd dat dat niet altijd zo is. De conclusies van Borgsteede hebben betrekking op de doodsoorzaak. In het hoofdrapport ligt de nadruk op de verklaring voor de verhoogde sterfte. De tekst van het hoofdrapport is aangepast om dit duidelijker naar voren te brengen. Verder is aan het rapport van Borgsteede de volgende (zevende) conclusie toegevoegd: “Op de vraag of parasieten ook een rol spelen bij het verklaren van de grote variatie in sterfte tussen jaren kan alleen een antwoord worden gegeven als er getallen komen over de mate waarin de parasitaire besmetting in de populatie varieert van jaar op jaar”.