V 4057

Limosa 64 (1991): 89-102

Watervogelsterfte in het Deltagebied, ZW-Nederland, gedurende de drie koude winters van 1985, 1986 en 1987

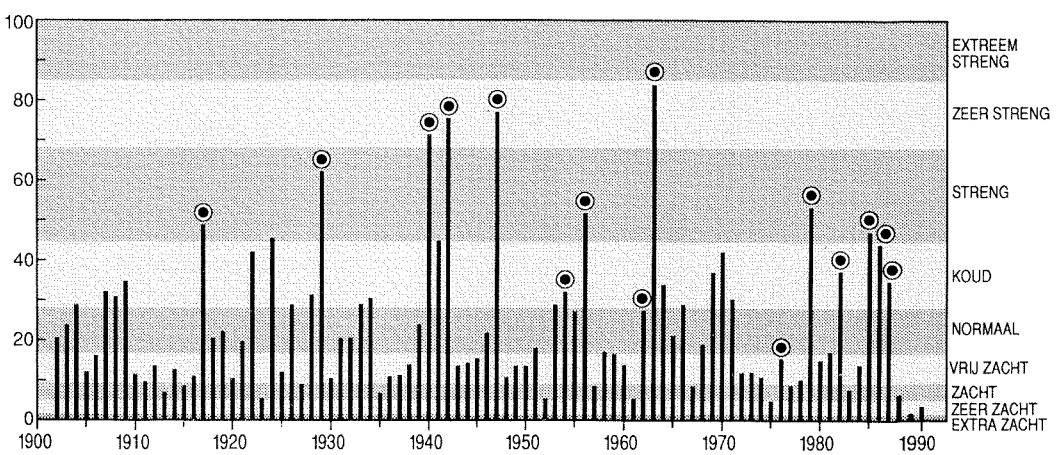
Mortality of waterbirds in the Delta area, SW. Netherlands during the three cold winters of 1985, 1986 and 1987

PETER L. MEININGER, ANNE-MARIE BLOMERT & ERIC C. L. MARTEIJN

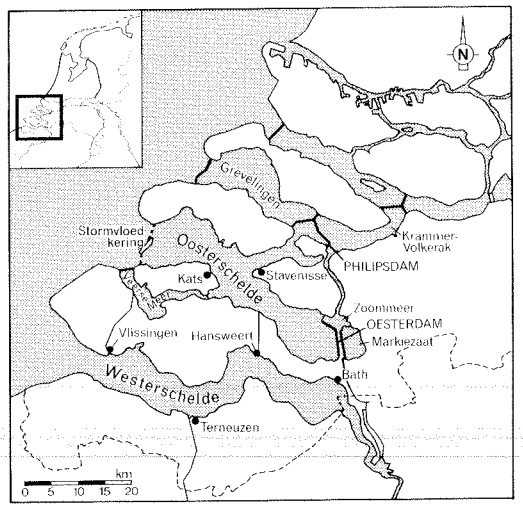
Koude perioden gedurende de winter kunnen door een verhoogde energiebehoefte van vogels, vaak in samenhang met een afgenomen voedselaanbod, (massale) sterfte onder watervogels tot gevolg hebben. Niet alleen winters die kouder zijn dan normaal laten veelal een verhoogde vogelsterfte zien, maar ook zachte winters met korte, felle koudeperioden eisen hun tol (figuur 1; winters worden in dit artikel aangeduid met het jaar van de januarimaand).

In het Deltagebied, ZW-Nederland (figuur 2), overwinteren jaarlijks gemiddeld ruim 650 000 watervogels, waarvan 250 000 steltlopers, 200 000 eenden, 75 000 meeuwen, 40 000 Meerkoeten *Fulica atra* en 10 000 futen (Meininger *et al.* 1984, 1985, Baptist *et al.* 1988). In een gemiddelde winter worden in dit gebied nauwelijks dode vogels aangetroffen. Uitzonderlijk was de sterfte van *c.* 850 Scholeksters *Haematopus ostralegus* in de winter van 1982 in het pas afgesloten Markiezaat (van Dessel 1983). Gedurende de winters van 1985, 1986 en 1987 zagen de in NW-Europa overwinterende vogels zich geconfronteerd met strenge vorst. Ook in Nederland waren deze winters als geheel genomen kouder dan normaal: volgens het classificatiesysteem van IJnsen (1981) respectievelijk streng, koud en koud (figuur 1). De winter van 1985 was de negende strenge winter van deze eeuw.

Dit artikel geeft een overzicht van de omvang van de sterfte onder watervogels in het Deltagebied in de drie winters. De aantallen slachtoffers onder watervogels worden in verband gebracht met de vogeltellingen in dezelfde periode, zodat een schatting kan worden gemaakt van de aantallen slachtoffers per soort in dergelijke vorstperioden. Bovendien wordt ingegaan op de leeftijdsverhouding van de slachtoffers onder de steltlopers in relatie tot die in de aanwezige populatie. Een nadere analyse van



Figuur 1. De strengheid van de winters gekarakteriseerd volgens het getal van IJnsen (naar IJnsen 1981 en F. IJnsen, pers. meded.): $V = 0.000275v^2 + 0.667ij + 1.111z$, waarbij V = vorstgetal, v = vorstdagen (minimum etmaaltemperatuur onder 0°C), ij = ijsdagen (maximum etmaaltemperatuur onder 0°C), z = zeer koude dagen (maximum etmaaltemperatuur -10°C). • geeft winters aan met een verhoogte vogelsterfte in West-Europa. *The severity of the winters characterised by the "IJnsen-value" (a "frost-number" V used to classify winters in The Netherlands). A • indicates winters with increased mortality of birds in Western Europe.* Naar *after:* 1917: Jourdain & Witherby (1918), 1929: Brouwer & Haverschmidt (1929), Witherby & Jourdain (1929), Stresemann (1930), 1940: Ticehurst & Witherby (1940), Fitter (1941), 1942: Brouwer & Junge (1942), 1947: Ticehurst & Hartley (1948), 1954: Ash (1957), Bub & Henneberg (1955), Ash (1957), 1956: Ash (1957), 1962: Harris (1962), Jones (1962), 1963: Ash (1964), Boer & van Orden (1963), Boyd (1964), Dobinson & Richards (1964), Géroudet (1964), Harrison & Hudson (1964), Herroelen & Rappé (1964), Pilcher (1964), 1976: Dijksen (1977), Swennen & Duiven (1983), 1979: Davidson (1981, 1982a), 1982: Clark (1982), Davidson (1982a), O'Connor & Cawthorne (1982), 1985: Davidson & Clark (1985), van Gompel (1987), Vergeer & Berrevoets (1988), 1986: Leopold *et al.* (1986), Vergeer & Berrevoets (1988), 1987: Temme & Gerß (1988), Vergeer & Berrevoets (1988), Hulscher (1989).



Figuur 2. Het Deltagebied van ZW-Nederland met enkele locaties genoemd in de tekst. *The Delta area of the SW. Netherlands with some geographical names used in the text.*

de biometrie van dood gevonden vogels in vergelijking met levend gevangen steltlopers zal elders worden gepubliceerd.

Een belangrijke reden om de vogelsterfte systematisch te registreren was om eventuele effecten van de uitvoering en voltooiing van de Oosterscheldewerken te kunnen beoordelen. Tijdens de bouwfase van de stormvloedkering in de monding en van de compartimenteringsdammen Oesterdam (voltooid oktober 1986) en Philipsdam (voltooid april 1987) vond vanaf augustus 1985 een geleidelijke reductie plaats van het getijverschil in de Oosterschelde bij Yerseke van *c.* 3.7 m tot *c.* 3.2 m in de winter van 1986 en tot *c.* 2.4 m in de winter van 1987. Dit had tot gevolg dat in de Oosterschelde het areaal droogvallende slikken en platen in de zone onder NAP (de belangrijkste foerageergebieden voor vogels) afnam: van *c.* 4750 naar *c.* 4580 ha (4% minder) in de winter van 1986 tot *c.* 4167 ha (12% minder) in de winter van 1987. Na de sluiting van de Philipsdam nam het gemiddeld getijverschil weer toe tot *c.* 3.2 m (figuur 3).

Het weer

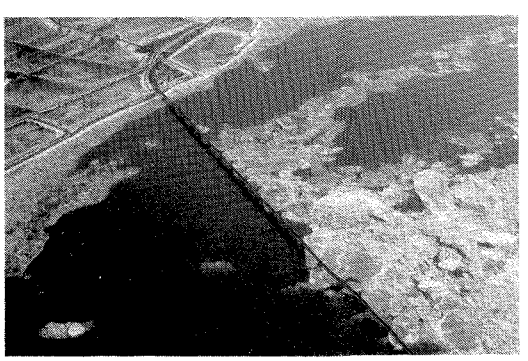
Voor gegevens over temperatuur, wind en neerslag werd gebruik gemaakt van de "Maandoverzichten van het weer in Nederland", van het KNMI (meetpost Vlissingen).

In figuur 4 worden de voor watervogels belangrijkste meteorologische parameters (temperatuur, gevoelstemperatuur, ijsbedekking) samengevat. De gevoelstemperatuur is het gecombineerde effect van wind en temperatuur op het menselijk lichaam met een neutrale huidtemperatuur van 33°C. Hoewel de gevoelstemperatuur voor vogels wellicht afwijkend is, lijkt het aannemelijk dat het een betere maat is voor de koude dan alleen de temperatuur.

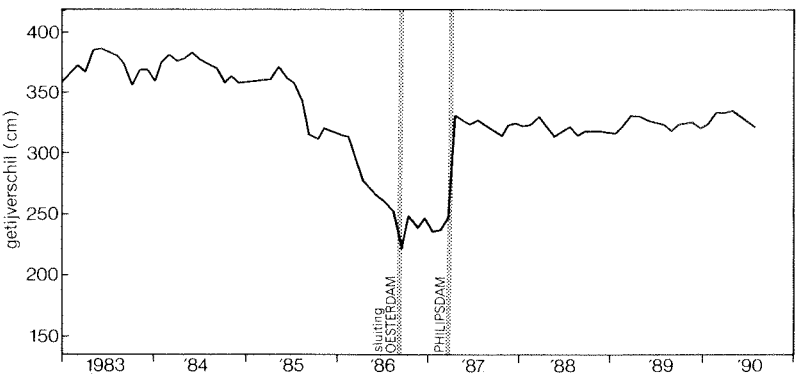
Winter 1985 Eind december 1984 zakte de gemiddelde etmaaltemperatuur langzaam om, na een Nieuwjaarsdag met regen-, hagel- en sneeuwbuien en zeer harde wind, op 4 januari plotseling ruim onder het vriespunt te dalen en daar tot 21 januari niet meer boven te komen. In het begin van de vorstperiode veroorzaakte een storing felle sneeuwjachten met op 6 en 7 januari noordoosterstorm; overal in het Deltagebied lag sneeuw. Van 21 januari tot en met de eerste week van februari schommelden de temperaturen tussen 5 en 10°C. Regelmatig was er sprake van harde tot stormachtige wind. In de nacht van 6 op 7 februari drong opnieuw koude lucht Nederland binnen. Dit ging in het Deltagebied gepaard met veel sneeuw. Deze koudeperiode duurde ongeveer twee weken; vooral tussen 9 en 12 februari was het koud met in het Deltagebied minimum temperaturen van bijna -10°C en harde wind (6 tot 7 Beaufort).

Winter 1986 Eind december 1985 daalde de temperatuur plotseling tot onder het vriespunt en werd het Deltagebied bedekt met een laag sneeuw. In januari bleef de gemiddelde temperatuur over het algemeen boven nul met frequent harde of stormachtige wind. Het binnendringen van koudere continentale lucht in begin februari was in het Deltagebied het begin van een vier weken durende koudeperiode, waarbij de gemiddelde -en vaak ook de maximum- temperaturen niet boven het vriespunt kwamen. De minimum temperaturen daalden af en toe tot onder -10°C. In tegenstelling tot de vorige winter trad er in februari geen sneeuwval van betekenis op in ZW-Nederland. Februari eindigde met krachtige tot harde oostenwind die nog tot 4 maart voor typisch winterweer zorgde, met in Zeeland plaatselijk meer dan 5 cm sneeuw.

Winter 1987 Tussen 7 en 9 januari voltrok zich de overgang van zacht winterweer naar strenge vorst. Een soms stormachtige oostenwind in combinatie met middagtemperaturen onder -10°C leidde tot de waarschuwing via de radio "zich niet buitenshuis te begeven als dit niet echt noodzakelijk was". Pas vanaf 20 januari kwamen de gemiddelde temperaturen weer enkele dagen juist boven het vriespunt. Hoewel het einde van deze maand en de eerste dagen van februari zeer zonnig waren, trad door vanuit het noordoosten binnendringende koude lucht strenge nachtvorst op. De periode 4-21 februari kende af en toe stormachtige winden, maar in combinatie met relatief milde temperaturen. De aanvankelijk westelijke winden ruimden na 12 februari naar het noordoosten en deden de temperaturen dalen. Op 19 februari bleef de gemiddelde



Drijfijs op Oosterschelde, 2 februari 1985 (Harry van Reeken). *Drift-ice on Oosterschelde.*



Figuur 3. Gemiddeld getijverschil per maand in de Oosterschelde bij Yerseke. Lijnen geven de sluitingen aan van Oesterdam en Philipsdam. *Mean tidal amplitude per month in the Oosterschelde near Yerseke. Lines indicate the closure of the secondary dams Oesterdam and Philipsdam.*

temperatuur in het Deltagebied onder het vriespunt. Na enkele dagen zonnig winterweer met gemiddelde temperaturen rond het vriespunt steeg de temperatuur eind februari tot ver boven het vriespunt. Begin maart kende echter een aantal ijsdagen met storm op 2 maart.

Werkwijze

De dode vogels werden geteld en verzameld door de Dienst Getijdewateren van Rijkswaterstaat (DGW) te Middelburg en het Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek (DIHO) te Yerseke, met hulp van vele vrijwilligers. Dit vond jaarlijks plaats zodra de vorst was ingevallen. De meeste aandacht ging uit naar de getijdewateren van ZW-Nederland: Oosterschelde, Westerschelde, Krammer-Volkerak en de stranden langs de Noordzeekust. Via de beherende instanties werd informatie verkregen over de vogelsterfte in het Veerse Meer en de Grevelingen. Haringvliet, Hollandsch Diep, Biesbosch en de meeste binnendijkse gebieden bleven buiten beschouwing.

De totale kustlijn van de getijdewateren werd enkele malen systematisch afgezocht. Een groot aantal trajecten werd vaker bezocht, sommige zelfs bijna dagelijks. De zoektochten beperkten zich niet tot de eigenlijke koudeperioden: nog weken na het invallen van de dooi werden dode vogels geteld en verzameld. Door de regionale pers werd ruim aandacht besteed aan het fenomeen vogelsterfte, waardoor een groot publiek bekend was met het onderzoek en extra vogels werden binnengebracht. De zoekintensiteit in de drie winters was ongeveer gelijk.

Om dubbeltellingen en determinatiefouten uit te sluiten en om te beschikken over zoveel mogelijk materiaal voor nader onderzoek, werd de tellers verzocht alle dode vogels of resten ervan in plastic zakken mee te nemen. Alle zakken werden voorzien van labels met plaats en datum van verzamelen en naam van de vinder. Meerkoet en Waterhoen *Gallinula chloropus* werden niet systematisch geteld en zijn niet opgenomen in tabel 1. Tot aan de verwerking werden de kadavers na determinatie en registratie bewaard bij -20°C. De Scholeksters werden onderzocht in Yerseke (DIHO), de overige soorten in Middelburg (DGW).

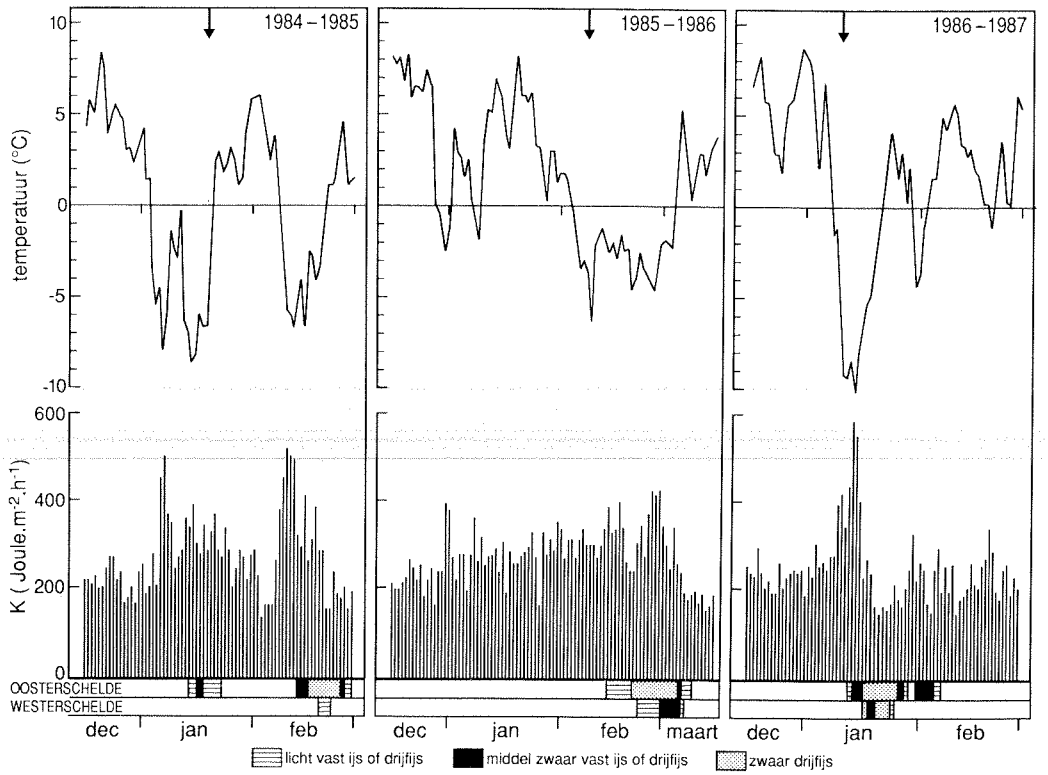
Voor elk kadaver (of wat er van restte) werd een systeemkaart ingevuld (*cf.* Marteijn & Meininger 1986). Naast soort, vindplaats, vinddatum en bewerker werden, voor zover mogelijk, onder andere de volgende gegevens genoteerd: leeftijd, gewicht, diverse lichaamsmaten en grootte van de vliegspier. Gegevens over de aantallen watervogels werden verkregen uit de maandelijkse tellingen. In de winter van 1985 werd alleen in januari een telling uitgevoerd (Meininger & van Haperen 1988). Voor het vergelijken van de leeftijdsverhouding van de vorstslachtoffers met die van de aanwezige populatie is gebruik gemaakt van gegevens verzameld bij vangsten met mistnetten en kanonnetten in de Oosterschelde en de Westerschelde in de periode 15 november–1 maart 1984-87. In totaal werden gevangen: 51 Zilverplevieren *Pluvialis squatarola*, 283 Kanoetstrandlopers *Calidris canutus*, 1562 Bonte Strandlopers *C. alpina*, 155 Rosse Grutto's *Limosa lapponica*, 23 Tureluurs *Tringa totanus* en 337 Steenlopers *Arenaria interpres*. Bij de Scholekster ging het om 7204 vogels, gevangen met kanonnetten in januari en februari (Lambeck 1991).

De Bergeend *Tadorna tadorna* is een karakteristieke soort van getijdegebieden en wordt in dit artikel behandeld bij de steltlopers.

Resultaten

Aantal aanwezige vogels In normale winters blijven de aantallen steltlopers van december tot en met februari ongeveer op hetzelfde peil (Meininger *et al.* 1984, 1985). De tellingen van februari 1986 en januari 1987, in het begin van de vorstperioden (figuur 4), worden in figuur 5 vergeleken met voorafgaande tellingen in respectievelijk januari 1986 en december 1986. Drie soorten springen er uit

Dode Tureluurs, februari 1985 (Harry van Reeken). *Dead Redshanks* Tringa totanus.



Figuur 4. Gemiddelde etmaaltemperatuur (°C) te Vlissingen en de berekende gevoelstemperatuur k (Joule/m^2.h^1) gebaseerd op een gemeten temperatuur t (°C) en windsnelheid v (m/s^1) op basis van de formule: $k = 4.18(10\sqrt{v} + 10.45 - v)(33 - t)$. Ook zijn gegeven de aanwezigheid van ijs op de Oosterschelde en de Westerschelde en de teldagen (aangegeven met pijlen). De ijsbedekking is gebaseerd op gegevens uit de jaarlijkse ijsverslagen (Anonymus 1985, 1986, 1988); voor de Oosterschelde op waarnemingen bij Stavenisse en Kats, voor de Westerschelde op waarnemingen bij Hansweert, Terneuzen of Bath. *Mean daily temperature (°C) at Vlissingen and calculated wind-chill factor k (Joule/m^2.h^1), based on air temperature t (°C) and wind speed v (m/s^1). Presence of ice on the Oosterschelde and Westerschelde (hatched, light ice-cover or drift-ice; black, medium ice-cover or drift-ice; grey, heavy drift-ice) and dates of bird counts (arrows) are also given.*

omdat ze na de vorstinval opvallend talrijk waren: Tureluur, Wulp *Numenius arquata* en Bergeend. Dit is vermoedelijk het gevolg van de aankomst van vogels uit de Waddenzee of uit binnendijkse foerageergebieden (Wulp). De aantallen Scholeksters, Bonte Strandlopers en Steenlopers bleven constant, maar de helft of meer van de Drieteenstrandlopers *Calidris alba*, Kanoetstrandlopers, Zilverplevieren en Kluten *Recurvirostra avosetta* zijn na het invallen van de vorst vertrokken.

Aantal slachtoffers Het aantal dood gevonden watervogels in de winters van 1985, 1986 en 1987 bedroeg respectievelijk 4712, 7669 en 4570, totaal 16 951. Een gedetailleerd overzicht van geregistreerde slachtoffers per deelgebied is te vinden in tabel 1. Veel slachtoffers die op de stranden van de Voordelta zijn gevonden, waren afkomstig uit de zeearmen en zijn daar, al dan niet met drijfijs, uitgedreven. De soorten met de meeste slachtoffers waren Scholekster (9811 vogels, 58% van het totaal aantal dode vogels), Bergeend (1114, 7%) en Tureluur (792, 5%). In alle drie winters bestond het leeuwedeel van de slachtoffers uit steltlopers (zonder Bergeend): respectievelijk 70, 75 en 85 % (tabel 2).

De binnenkomst van noordelijke vogels en het vertrek naar elders van een deel van de aanwezige vogels maken het schatten van het percentage van de overwinteraars dat de vorstperiode niet heeft overleefd, niet eenvoudig. Het probleem hierbij is: ten opzichte van welk aantal aanwezige vogels wordt het aantal dood gevonden vogels uitgedrukt? In januari 1985 werd de vogeltelling gehouden aan het eind van de vorstperiode. Figuur 6a geeft het percentage dode vogels ten opzichte van de aantallen die tijdens de vorstperiode in het Deltagebied zijn gebleven en die dit verblijf of hebben overleefd (benaderd door het getelde aantal) of met de dood hebben moeten bekopen (benaderd door het gevonden aantal). Gemiddeld over elf soorten steltlopers plus de Bergeend is bijna 9% van de overwinteraars dood gegaan, maar er zijn grote verschillen tussen de soorten. Eén op de drie Tureluurs heeft het niet overleefd, terwijl het percentage dode vogels bij Bonte Strandloper, Kanoetstrand-

Tabel 1. Aantallen dood gevonden watervogels in het Deltagebied in de winters van 1985 (januari/februari), 1986 (februari) en 1987 (januari). *Numbers of waterbirds found dead in the Delta area, SW. Netherlands, in the winters of 1985 (January/February), 1986 (February) and 1987 (January).*

Soort *Species*	Krammer-Volkerak			Oosterschelde			Westerschelde			Stranden *Beaches*			Overige geb. *Other areas*			Totaal *Total*		
	1985	1986	1987	1985	1986	1987	1985	1986	1987	1985	1986	1987	1985	1986	1987	1985	1986	1987
Gavia stellata	-	1	-	2	6	-	-	3	-	3	2	5	-	-	-	5	12	5
G. arctica	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2	1	1	1	-	-	3	2	2
Tachybaptus ruficollis	-	-	1	34	3	2	4	2	-	12	7	17	6	14	-	56	26	20
Podiceps cristatus	1	-	-	38	20	1	-	7	1	97	26	49	-	-	-	136	53	51
P. grisegena	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	2	6
P. auritus	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	4	-	-
P. auritus/nigricollis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3
Fulmarus glacialis	-	-	-	-	2	-	-	1	-	4	5	4	-	-	-	4	8	4
Sula bassana	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	4	1	-	-	-	2	5	1
Phalacrocorax carbo	-	-	-	12	-	1	1	1	-	4	-	5	-	-	-	17	1	5
Ardea cinerea	1	-	-	4	1	2	-	1	2	3	-	-	-	-	-	8	2	4
Cygnus olor	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	1	1	-	-	1	2	1	3
C. columbianus	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Anser fabalis	-	6	-	-	1	3	1	-	-	4	-	3	-	-	-	5	7	6
A. brachyrhynchus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
A. albifrons	-	1	-	2	1	2	-	1	-	1	-	-	-	-	-	3	3	2
A. anser	-	-	-	1	2	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	3	4	-
Branta bernicla	9	3	2	79	26	17	-	-	2	21	6	6	-	-	-	109	35	27
Tadorna tadorna	58	23	2	170	312	56	11	93	13	181	146	48	-	1	-	420	575	119
Anas penelope	3	1	-	11	13	4	7	1	-	4	2	6	-	1	-	25	18	10
A. strepera	-	-	-	-	4	-	-	-	-	2	3	-	-	2	-	2	9	-
A. crecca	-	-	-	6	3	1	1	2	-	4	-	-	-	-	-	11	5	1
A. platyrhynchos	4	7	-	6	21	7	11	9	-	24	15	13	-	2	-	45	54	20
A. acuta	2	1	-	12	84	1	3	44	-	10	33	-	-	-	-	27	162	1
A. clypeata	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	22	-
Netta rufina	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Aythya ferina	-	-	-	-	6	-	2	-	-	3	7	-	5	23	-	5	23	-
A. fuligula	1	3	-	7	28	2	2	5	-	11	16	2	1	139	1	22	191	5
A. marila	1	-	-	4	6	5	-	1	-	8	6	19	-	-	-	14	13	24
Somateria mollissima	-	-	-	-	-	6	1	1	-	5	-	1	-	-	-	6	1	7
Melanitta nigra	-	-	1	-	24	26	1	1	-	29	39	40	-	-	-	30	64	67
M. fusca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	2	-	1	-	4	2	2
Bucephala clangula	-	3	-	24	14	15	-	1	1	21	6	18	-	1	1	46	25	35
Mergus albellus	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	2	2	1
M. serrator	-	-	-	11	9	5	-	-	-	15	7	1	1	-	-	27	16	6
M. merganser	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
Haematopus ostralegus	103	679	108	850	3531	2119	100	264	270	460	629	683	3	-	12	1516	5103	3192
Recurvirostra avosetta	-	-	-	4	1	-	3	6	-	2	-	-	-	-	-	9	7	-
Charadrius hiaticula	-	-	-	7	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	12	1	-
Pluvialis apricaria	-	-	-	2	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	3	1	-
P. squatarola	6	29	-	200	213	11	10	21	-	87	60	5	-	1	-	303	324	16
Vanellus vanellus	-	-	-	3	2	-	1	-	1	7	-	-	-	-	-	11	2	1
Calidris canutus	1	-	-	70	16	90	1	-	16	11	1	31	-	-	-	83	17	137
C. alba	-	-	-	1	-	-	4	-	-	7	-	2	-	-	-	12	-	2
C. maritima	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	3	-	-
C. alpina	1	-	2	155	16	109	39	7	52	75	16	128	4	-	-	274	39	291
Philomachus pugnax	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
Gallinago gallinago	-	-	-	3	-	-	1	-	-	1	-	2	-	-	-	5	-	2
Scolopax rusticola	-	-	-	1	-	-	-	-	-	7	3	2	-	-	-	8	3	2
Limosa limosa	-	-	-	3	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	5	3	-
L. lapponica	1	-	-	8	7	11	-	-	-	4	3	5	-	-	-	13	10	16
Numenius arquata	22	12	1	142	94	16	20	17	3	90	16	15	1	1	1	275	140	36

Vervolg van tabel 1.

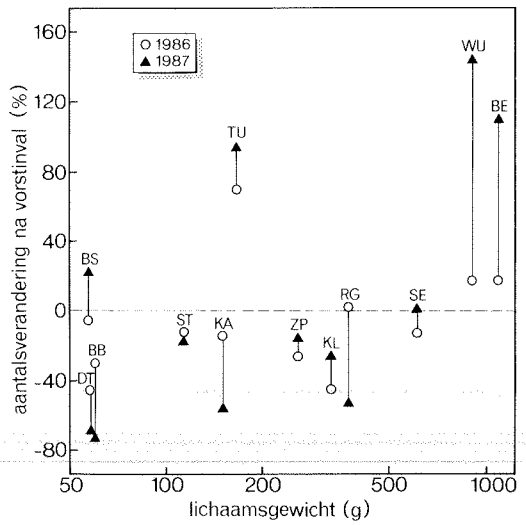
Soort *Species*	Krammer-Volkerak			Oosterschelde			Westerschelde			Stranden *Beaches*			Overige geb. *Other areas*			Totaal *Total*		
	1985	1986	1987	1985	1986	1987	1985	1986	1987	1985	1986	1987	1985	1986	1987	1985	1986	1987
Tringa totanus	30	4	1	321	61	55	14	4	6	235	4	48	9	-	-	609	73	110
T. ochropus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
Actitis hypoleucos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-
Arenaria interpres	4	-	-	116	10	43	8	-	4	20	2	23	-	-	-	148	12	70
Stercorarius pomarinus	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Larus minutus	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	3
L. ridibundus	-	5	-	18	24	23	1	20	4	48	25	30	-	1	-	67	75	57
L. canus	-	-	-	10	21	11	4	8	5	19	29	45	-	-	-	33	58	61
L. fuscus	-	-	-	-	1	-	-	-	-	4	4	-	-	-	-	4	5	-
L. argentatus	2	2	-	27	66	27	6	8	3	53	58	37	-	-	-	86	134	67
L. marinus	-	-	-	-	10	1	2	3	-	3	2	11	-	-	-	5	15	12
Rissa tridactyla	-	-	-	3	21	6	1	3	-	35	41	24	-	-	-	39	65	30
Uria aalge	-	-	-	35	66	3	3	16	1	96	123	17	-	-	-	134	205	21
Alca torda	-	-	-	-	7	-	-	-	-	5	22	2	-	-	-	5	29	2
Alle alle	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-

Tabel 2. Aantallen dood gevonden vogels in het Deltagebied per winter, opgesplitst naar soortgroep. *Numbers of birds found dead in the Delta area per winter, divided by species group.*

	1985		1986		1987	
	n	%	n	%	n	%
Viseters *Piscivorous birds*	374	8	346	5	128	3
Eenden *Ducks*	810	17	1233	16	337	7
Steltlopers *Waders*	3294	70	5735	75	3875	85
Meeuwen *Gulls*	234	5	355	5	230	5
Totaal *Total*	4712		7669		4570	

Tabel 3. Gemiddelde percentage sterfte onder viseters (Dodaars, Aalscholver, Nonnetje, Middelste Zaagbek en Grote Zaagbek), grazers (Knobbelzwaan, Kleine Zwaan, Rietgans, Kolgans, Grauwe Gans en Rotgans), zwemeenden (Smient, Krakeend, Wintertaling, Wilde Eend, Pijlstaart en Slobeend), duikeenden (Tafeleend, Kuifeend en Toppereend). Alleen die soorten met geteld aantal ≥ 100 zijn gebruikt bij de berekening. *Mean percentual mortality of piscivorous birds* Tachybaptus ruficollis, Podiceps cristatus, Phalacrocorax carbo, Mergus albellus, Mergus serrator *and* M. merganser *herbivorous birds* Cygnus olor, C. columbianus, Anser fabalis, A. albifrons, A. anser *and* Branta bernicla, *dabbling ducks* A. penelope, A. strepera, A. crecca, A. platyrhynchos, A. acuta *and* A. clypeata, *and diving ducks* Aythya ferina, A. fuligula *and* A. marila. *Species have been included of which numbers counted ≥ 100*

Soort *Species*	Sterftepercentage *Mortality*		
	1985	1986	1987
Grazers *herbivorous birds*	0.4	0.1	0.1
Zwemeenden *dabbling ducks*	0.3	1.5	0.03
Duikeenden *diving ducks*	1.6	3.3	0.6
Viseters *piscivorous birds*	2.6	2.5	0.9



Figuur 5. Veranderingen in de aanwezige aantallen van Bergeend en steltlopers in het Deltagebied na de inval van de vorst als functie van het lichaamsgewicht. Aantallen in februari 1986 zijn uitgedrukt als percentage van aantallen in januari 1986, aantallen in januari 1987 als percentage van aantallen in december 1986. De soorten zijn aangeduid met een tweelettercode: bb = Bontbekplevier *Charadrius hiaticula*, be = Bergeend *Tadorna tadorna*, bs = Bonte Strandloper *Calidris alpina*, dt = Drieteenstrandloper *C. alba*, ka = Kanoetstrandloper *C. canutus*, kl = Kluut *Recurvirostra avosetta*, rg = Rosse Grutto *Limosa lapponica*, se = Scholekster *Haematopus ostralegus*, st = Steenloper *Arenaria interpres*, tu = Tureluur *Tringa totanus*, wu = Wulp *Numenius arquata*, zp = Zilverplevier *Pluvialis squatarola*. *Changes in numbers present of Shelduck and waders in the Delta area after the onset of the frost as a function of body mass. Numbers in February 1986 are expressed as a percentage of numbers counted in January 1986, numbers in January 1987 as a percentage of those in December 1986. Species are indicated by a two-letter code.*

loper en Rosse Grutto bijna is te verwaarlozen. In februari 1986 en januari 1987 werd daarentegen geteld in het begin van de vorstperiode: in 1986 ongeveer vijf en in 1987 ongeveer drie dagen na het begin van de vorstperiode (figuur 4) en in beide gevallen voordat de massale sterfte begon. De figuren 6b en 6c lijken te suggereren dat in 1986 (2.3%) en 1987 (1.8%) het percentage dode vogels veel lager was dan in 1985 (8.8%). Deze conclusie is echter onjuist, omdat het aantal overwinteraars in 1986 en 1987 anders moest worden gedefinieerd dan in 1985: voor 1986 en 1987 is het aantal doodgevonden vogels uitgezet als functie van het winteraantal, waarin zowel vogels zijn inbegrepen die nog zullen vertrekken of ter plaatse doodgaan. Hierdoor valt vermoedelijk in werkelijkheid de relatieve sterfte onder de overwinterende vogels hoger uit. Ten opzichte van het gemiddelde bij de steltlopers is de Tureluur in alle drie de winters relatief zwaar getroffen en lijken Bonte Strandloper en Rosse Grutto betrekkelijk weinig kwetsbaar. De sterfte onder Scholeksters was in 1985 relatief klein, maar in 1986 en 1987 aanmerkelijk groter.

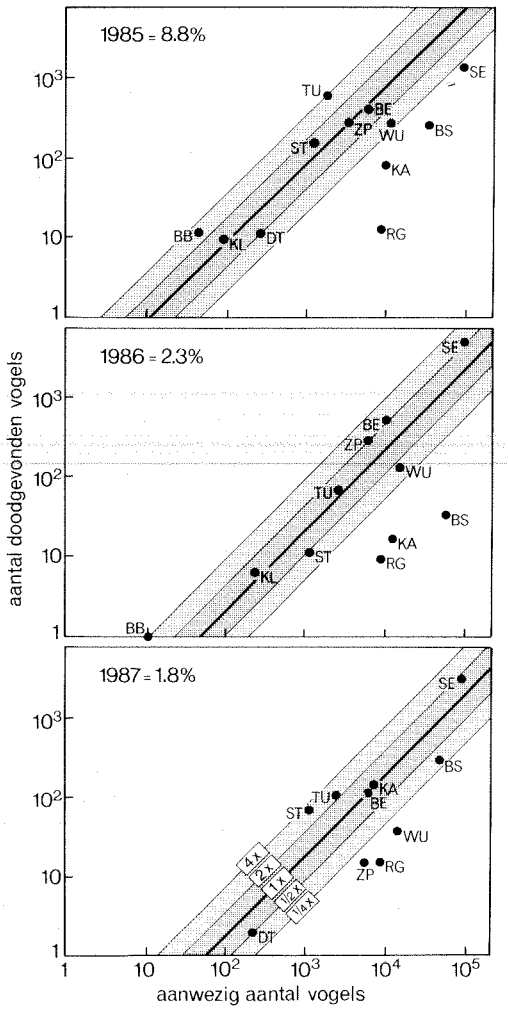
In tegenstelling tot de situatie bij de steltlopers en de Bergeend bestaat bij Aalscholver *Phalacrocorax carbo*, futen, eenden (exclusief Bergeend), ganzen en zwanen geen duidelijk verband tussen het aantal doodgevonden vogels en het getelde aantal. Gemiddeld genomen bedroeg de sterfte per soort bij deze vogels in de winters van 1985, 1986 en 1987 respectievelijk 1.2, 1.6 en 0.4% van het getelde aantal. Evenals bij de steltlopers bestond ook hier een grote variatie tussen de soorten. Onder herbivore soorten (ganzen, zwanen en zwemeenden) werd minder sterfte geconstateerd dan onder visetende soorten en duikeenden (tabel 3).

Sterfte onder eerstejaars en oudere steltlopers Opvallend veel van de dood gevonden steltlopers waren in hun eerste levensjaar. Bij een gelijke sterfkans voor jonge en oude vogels, zou de verdeling over de leeftijdsklassen bij de vorstslachtoffers gelijk moeten zijn aan die in de winterpopulatie zoals geschat aan de hand van vangsten. In de meeste gevallen werden méér jongen onder de slachtoffers aangetroffen dan verwacht (figuur 7). Alleen bij de Kanoetstrandloper was de situatie omgekeerd.

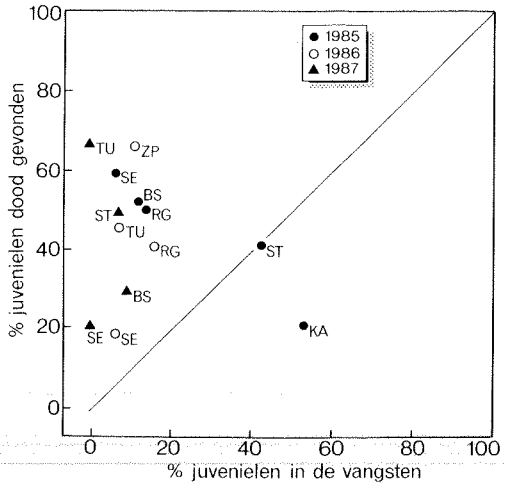
Discussie

Overwinteren: een keuze met risico De miljoenen steltlopers die in West-Afrika overwinteren, gebruiken de Noordwesteuropese getijdegebieden tijdens de trek van en naar de broedgebieden in juli–oktober en in april–mei. Deze vogels ontlopen zo het risico van een koude winter. Daar staat tegenover dat zij jaarlijks wel een extra afstand van tweemaal vier- à vijfduizend kilometer moeten vliegen. De afweging "extra vliegen en veilig overwinteren" versus "korte trekroute en risico van een strenge winter" blijkt voor elke soort anders uit te vallen (figuur 8). De strategie verschilt zelfs per ondersoort: "IJslandse" Tureluurs *Tringa totanus robusta* en "Groenlands-Canadese" Kanoetstrandlopers *Calidris canutus islandica* overwinteren in NW-Europa, terwijl continentale Tureluurs *T. t. totanus* en "Siberische" Kanoetstrandlopers *C. c. canutus* de winter zuidelijker doorbrengen (figuur 8). Meer dan de helft van de winters in NW-Europa is milder dan normaal (figuur 1). Onder deze omstandigheden is er geen verhoogde mortaliteit onder de steltlopers. Winters die even koud of kouder waren dan die van 1985, 1986 of 1987, zijn deze eeuw tot dusver 18 maal voorgekomen (figuur 1). De vogels lopen dus een kans van ongeveer één op vijf te worden geconfronteerd met deze barre omstandigheden.

Vluchten of blijven Vogels kunnen strenge kou ontvluchten, mits hun energievoorraad dit toelaat (Hulscher 1989), door uit te wijken naar het zuiden na het invallen van de vorst. Vorstvluchten vanuit



Figuur 6. Het aantal doodgevonden Bergeenden en steltlopers (geteld aantal $\geq$ 10) in het Deltagebied als functie van het aanwezige aantal. Het aanwezige aantal in januari 1985 (Figuur 6a) is gedefinieerd als de som van het aantal getelde (aan het eind van de vorstperiode) en het aantal doodgevonden vogels. Voor februari 1986 (figuur 6b) en januari 1987 (figuur 6c) is "aanwezig" gedefinieerd als het getelde aantal aan het begin van de vorstperiode (dus inclusief de vogels die nog vertrekken of sterven). De middelste lijn geeft het gemiddelde sterftepercentage, de parallelle lijnen niveaus van ¼-4 maal dit gemiddelde. De soorten zijn aangeduid met een tweelettercode (zie figuur 5). *Numbers of Shelduck and waders found dead in the Delta area as a function of numbers present. Central line indicates the mean percentual mortality, parallel lines levels of ¼-4 times this mean. Species are indicated by a two-letter code (see figure 5).*



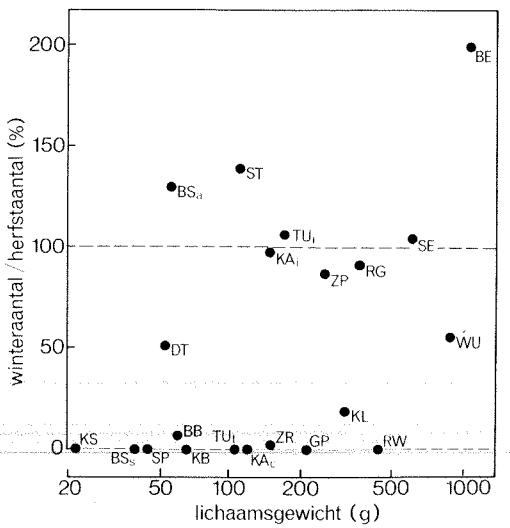
Figuur 7. Het percentage eerstejaars vogels onder de vorstslachtoffers uitgezet tegen het percentage eerstejaars vogels gevangen in het Deltagebied in dezelfde winter met mist- en/of kanonnetten (gevonden en gevangen aantal n $\geq$ 5. De soorten zijn aangeduid met een tweelettercode, zie figuur 5). De gegevens van de Scholekster zijn afkomstig van Lambeck (1991). *Percentage of first-year birds found dead as a function of the percentage of first-year birds captured with cannon-and/or mistnets during the same winter in the Delta area (birds found dead and captured $\geq$ 5. Species are indicated by a two-letter code, see figure 5).*

de Waddenzee zijn o.a. beschreven door Brouwer & Junge (1942), van Eerden (1977), Camphuysen & van Dijk (1983), Keijl & Mostert (1988) en Hulscher (1989). De tellingen in het Deltagebied (figuur 5) laten zien dat er meer Bergeenden, Wulpen (vermoedelijk deels afkomstig uit het binnenland) en Tureluurs in het Deltagebied aankomen dan er vertrekken en er van andere soorten, zoals Kluut, Zilverplevier, Bontbekplevier *Charadrius hiaticula*, Kanoetstrandloper en Drieteenstrandloper meer vertrekken dan aankomen bij invallende vorst. De kans geschoten te worden wanneer zij uitwijken naar het zuiden is aanzienlijk. Voor Goudplevieren *Pluvialis apricaria* is dat de verklaring waarom de sterfkans toeneemt met de strengheid van de winter (Jukema & Hulscher 1988). Een zelfde verband bestaat bij Scholeksters uit de Waddenzee, gegeven de duizenden exemplaren die na een vorstvlucht werden geschoten in Franse estuaria (Hulscher 1989).

Verschillen in sterfte tussen soorten Vogels die achterblijven na een koude-inval lopen een verhoogd risico omdat de energiebehoefte toeneemt bij lage temperaturen (Kersten & Piersma 1987). Kirkwood (1983) liet zien dat de hoeveelheid energie die per etmaal kan worden opgenomen gebonden is aan een fysiologisch maximum. Deze limiet bedraagt ongeveer vier maal het basaalmetabolisme (BMR *Basal Metabolic Rate*, de energie die door een vogel in rust wordt verbruikt bij thermoneutrale omstandigheden, dat wil zeggen bij een temperatuur waarbij geen extra energie wordt verbruikt om de lichaamstemperatuur op peil te houden). Volgens Kersten & Piersma (1987) bereikt een Scholekster deze 4×BMR-grens bij *c.* -10°C. Dit laatste is echter gebaseerd op experimenten onder omstandigheden zonder wind, zodat het waarschijnlijk is dat Scholeksters dit fysiologisch maximum onder natuurlijke omstandigheden, dus

met wind, bereiken bij minder lage temperatuur. Dit betekent dat zelfs indien voedsel onbeperkt aanwezig is, de vogels bij strenge vorst niet in staat zijn voldoende voedsel op te nemen. De kritieke minimale omgevingstemperatuur ligt voor vogels die kleiner zijn dan een Scholekster, door een ongunstiger oppervlakte-volume verhouding nog dichter bij het vriespunt. Op basis van de figuren 1 en 3 in Kersten & Piersma (1987) is te berekenen dat het energieverbruik voor kleine steltlopers veel ongunstiger ligt dan voor grote soorten. Zo is het energieverbruik van een Scholekster (lichaamsgewicht 580 g) bij -10°C 75% hoger dan onder thermoneutrale omstandigheden, maar dat van een Zilverplevier (260 g) al 115% extra en dat van een Steenloper (112 g) 165%. Wanneer deze lijn wordt doorgetrokken naar een Bonte Strandloper (55 g), zou het energieverbruik bij -10°C zelfs met 205% omhoog gaan en bij een Kleine Strandloper (21 g) 260%. Gegeven deze fysiologische wetmatigheid moet het voor kleine steltlopers riskanter zijn in noordelijke gebieden te overwinteren dan voor grote. Men kan daarom veronderstellen dat kleine vogels in noordelijke gebieden in minder grote aantallen overwinteren dan grote vogels en als zij dit wel doen is de verwachting dat zij eerder naar warme streken zullen vliegen bij invallende koude. Figuur 8 laat zien dat de werkelijkheid niet geheel overeenkomt met de eerste verwachting: een kleine steltloper als de Bonte Strandloper blijft opvallend talrijk in NW-Europa, terwijl een grote steltloper als de Regenwulp *Numenius phaeopus* in de (sub)tropen overwintert. Het blijft echter een feit dat, gemiddeld genomen, er meer kleine steltlopersoorten in de (sub)tropen overwinteren dan in koude streken (Zwarts *et al.* 1990). De tweede veronderstelling, dat alleen grote soorten de kou trotseren, kan met behulp van de gegevens uit het Deltagebied niet overtuigend worden aangetoond vanwege de veronderstelde aankomst van noordelijker vogels (figuur 5).

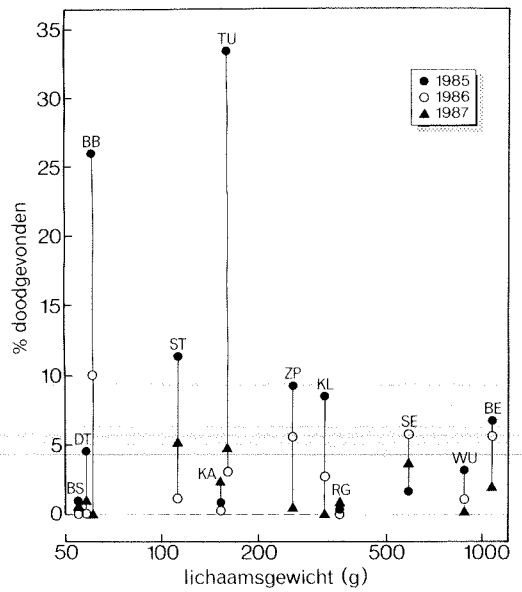
Een negatief energiebudget als gevolg van lage temperaturen hoeft niet onmiddellijk de dood tot gevolg te hebben. Steltlopers die noordelijk overwinteren, beschikken over een vetreserve en hoe lager de gemiddelde wintertemperaturen zijn in het overwinteringsgebied des te groter de energievoorraad (Davidson 1981, 1982a, 1982b, Davidson *et al.* 1986). Hulscher (1989) berekende dat Scholeksters die in de Waddenzee overwinteren met hun voorraad ruim een week toe kunnen bij temperaturen rond de -10°C, ervan uitgaande dat de vogels niet foerageren. Wanneer slikken en platen met ijs zijn bedekt of na droogvallen snel bevriezen, is het voedsel voor de vogels inderdaad onbereikbaar. Als gevolg van de getijbeweging blijft hier en daar, veelal beneden de laagwaterlijn, toch nog foerageergebied beschikbaar. Bovendien verlaten sommige bodemdieren (o.a. wadpier) hun gang (L.



Figuur 8. De ratio van gemiddelde aantal in de winter (december–februari 1975-83) en het gemiddeld najaarsmaximum (juli–oktober 1975-83) in het Deltagebied uitgezet als functie van het gemiddeld lichaamsgewicht in de winter. De (onder)soorten zijn aangeduid met een lettercode (zie ook figuur 5): bs_a = Bonte Strandloper *Calidris alpina alpina*, bs_s = Bonte Strandloper *C. a. arctica/schinzii*, gp = Groenpootruiter *Tringa nebularia*, ka_i = "Groenlands-Canadese" Kanoetstrandloper *Calidris canutus islandica*, ka_c = "Siberische" Kanoetstrandloper *C. c. canutus*, kb = Krombekstrandloper *C. ferruginea*, ks = Kleine Strandloper *C. minuta*, rw = Regenwulp *Numenius phaeopus*, sp = Strandplevier *Charadrius alexandrinus*, tu_i = "continentale" Tureluur *T. totanus totanus*, tu_r = "IJslandse" Tureluur *T. t. robusta*, zr = Zwarte Ruiter *T. erythropus*. *Ratio of mean number in winter (December–February 1975-83) and mean maximum number in autumn (July–October 1975-83) in the Delta area, as a function of mean body mass in winter. The (sub)species are indicated by a letter code (see also figure 5).*

Zwarts, pers. med.). Voor steltlopers is van groter belang dat schelpdieren die dicht onder de oppervlakte leven, zoals kokkels, doodvriezen, zodat het – vaak bevroren – vlees uit de gapende schelp kan worden gegeten (E. C. L. Marteijn & M. F. Leopold, ongepubliceerd). Het aantal vogels dat bij strenge kou werkelijk met laagwater foerageert, varieert sterk. Vooral bij harde wind komt het geregeld voor dat alle vogels de foerageerperiode tijdens laagwater overslaan en groepsgewijs blijven rusten.

Hoe belangrijk de beschikbaarheid van voedsel moge zijn, de kans een koudegolf te overleven zal toch primair afhangen van de aanwezigheid van energiereserves in de vorm van vet en eiwit. Hulscher (1989) liet zien dat bij de koudeperiode van januari 1987 de verwachte levensduur voor vastende Scholeksters varieerde van twee tot elf dagen, afhankelijk van hun lichaamsgewicht. Alleen grote steltlopers als Wulp en Scholekster zijn in staat een week te hongeren en daarbij in te teren op hun reservestoffen. Zoals al aangegeven, is het voor kleine steltlopers zo "duur" om op temperatuur te blijven dat zij niet in staat zijn meer dan



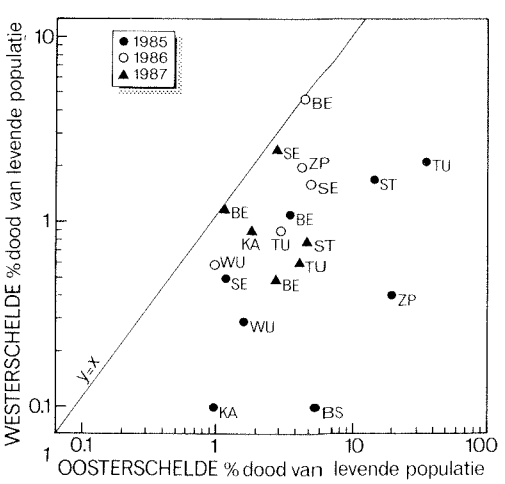
Figuur 9. Het aantal doodgevonden Bergeenden en steltlopers ten opzichte van de aanwezige aantallen (zie figuur 6) als functie van het gemiddeld lichaamsgewicht in de winter in het Deltagebied. De soorten zijn aangeduid met een tweelettercode (zie figuur 5). *Numbers of Shelduck and waders found dead compared with numbers present in the Delta area (see figure 6) as a function of mean body mass in winter. Species are indicated by a two-letter code (see figure 5).*

enkele dagen te vasten. De verwachting is daarom dat kleine steltlopers een grotere sterfkans hebben dan de grote soorten. Uit figuur 9 blijkt dat het verwachte verband tussen sterfkans en het gewicht in de drie winters niet aanwezig is. Een verklaring kan zijn dat de soorten verschillen in de hoeveelheid vet die zij aanleggen. Davidson (1981) liet zien dat Zilverplevier, Goudplevier en Bontbekplevier relatief meer vet aanleggen en over een grotere eiwitvoorraad beschikken dan de strandlopersoorten. Desondanks gaan plevieren in verhouding meer dood dan strandlopers (figuur 9). Het verband moet blijkbaar anders worden gelegd: soorten die gevoelig zijn voor koudeperioden, leggen meer energiereserves aan, maar zoals figuur 9 laat zien, overleven zij toch minder goed dan de soorten die met minder vet de winter in gaan. De Tureluur daarentegen lijkt niet in staat in de loop van de winter grote vetvoorraden te handhaven omdat deze soort al onder milde winteromstandigheden de vetvoorraad stevig aanspreekt (Davidson 1982b).

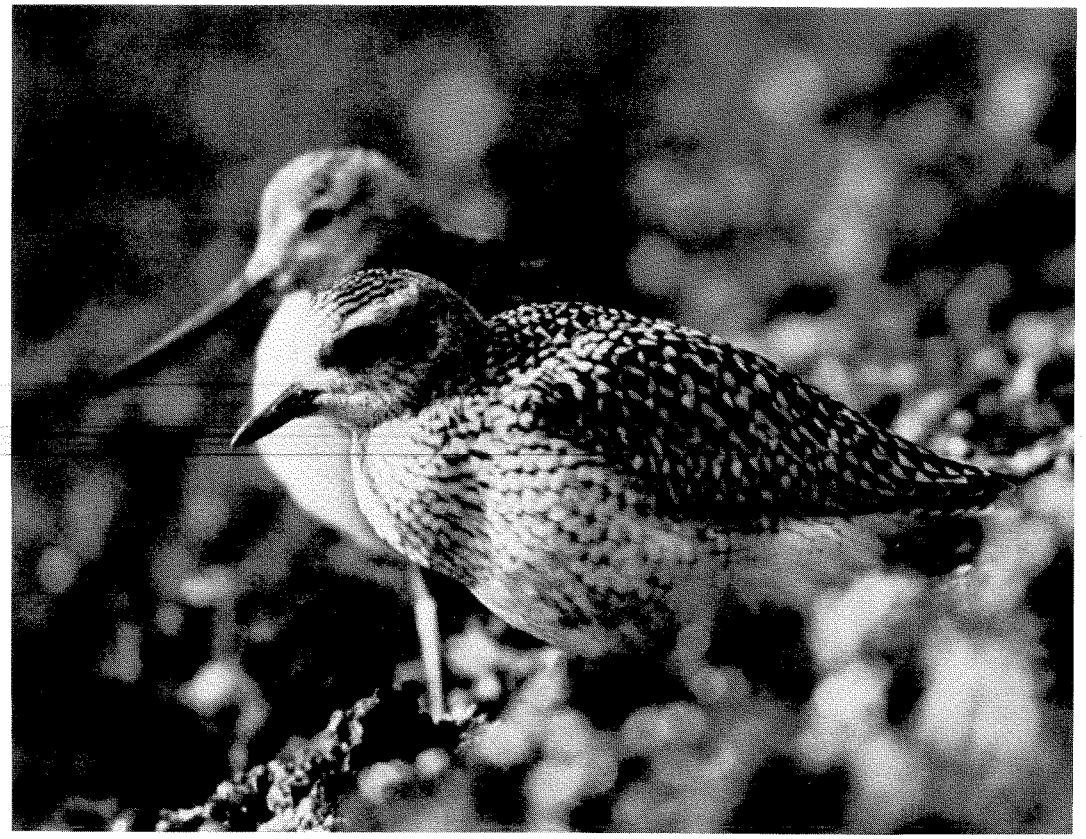
Verschil in sterfte binnen soorten Jonge vogels gaan meer dood dan oude vogels (figuur 7). Een uitzondering lijkt te worden gevormd door de Kanoetstrandloper. Dit is de enige soort waarvan, althans in 1985, het percentage jonge vogels onder de slachtoffers kleiner was dan in de levende populatie. Zelfs als het percentage eerstejaars vogels in de vangst te hoog was (door een aselecte steekproef van de groep, wat waarschijnlijk is, *cf.* Underhill *et al.* 1989), gingen toch relatief weinig juveniele Kanoetstrandlopers dood. Of de geconstateerde verschillen in sterfkans tussen soorten en leeftijdscategorieën ook werkelijk zo groot zijn als de figuren 7 en 9 suggereren, hangt in sterke mate af van het voorkomen van vorstvluchten. Het is bijvoorbeeld onbekend of er verschillen bestaan in deelname aan vorstvluchten tussen oude en juveniele vogels.

Effecten door Oosterscheldewerken Er bestonden verschillen tussen de geconstateerde sterfte in de twee belangrijkste getijdegebieden van ZW-Nederland: Oosterschelde en Westerschelde. In de Oosterschelde was de sterfte in alle drie winters zowel absoluut als relatief groter (figuur 10). Hierbij kan nog worden opgemerkt dat in ieder geval in 1986 (Lambeck 1991) en 1987 (archief DGW) een aanzienlijk deel van de in de Westerschelde dood gevonden Scholeksters op grond van ringvondsten afkomstig was uit de Oosterschelde. Dit suggereert zelfs een nog grotere sterfte onder "Oosterschelde-Scholeksters" dan aangegeven in figuur 10.

In alle winters was de vorming van ijs op platen, in geulen en op open water in de Oosterschelde veel sterker dan in de Westerschelde (figuur 4). De Oosterschelde is een kouder gebied dan de Westerschelde. De gemiddelde minimum watertempera-



Figuur 10. Percentage doodgevonden Bergeenden en steltlopers ten opzichte van aanwezig aantal vogels in de Westerschelde uitgezet als functie van dat in de Oosterschelde. Voor definitie van "aanwezig aantal vogels" zie figuur 6. Voor gebruikte lettercodes, zie figuur 5. Alleen die waarnemingen zijn gebruikt, waarbij het aantal doodgevonden vogels per soort 20 of meer was in één van beide bekkens. *Percentage of Shelduck and waders found dead in the Westerschelde as a function of that in the Oosterschelde. For a definition of "numbers present", see figure 6; for letter codes, see figure 5. Species were included when 20 birds or more were found dead in one of the two areas.*



Zilverplevier en Rosse Grutto (Bert Bos). *Grey Plover* Pluvialis squatarola *and Bar-tailed Godwit* Limosa lapponica.

tuur in de jaren 1978-87 in de oostelijke Westerschelde was *c.* 2°C, in de oostelijke Oosterschelde *c.* 0°C (Anonymus 1990, gegevens DGW). De uitwisseling met (relatief warm) Noordzeewater is in de Westerschelde sneller dan in de Oosterschelde door een groter getijverschil. IJsvorming vindt vooral plaats in ondiepe gebieden. Deze beslaan in de Oosterschelde een relatief groter oppervlak dan in de Westerschelde.

In de Oosterschelde heeft de reductie van het getijverschil waarschijnlijk op twee manieren een rol gespeeld bij de vogelsterfte in de winters van 1986 en 1987. Ten eerste door een grotere ijsvorming en ten tweede door een verlies van foerageergebied. Getijreductie heeft onder andere effect op de tijd waarin het water in de zeearm verblijft. Na de voltooiing van de Philipsdam in 1987 is deze in het oostelijk deel van de Oosterschelde toegenomen van 50 tot 75 dagen (gegevens DGW). Door de verminderde toevoer van warmer zeewater zal vooral in koude winters het water in de Oosterschelde naar verwachting sneller afkoelen dan in de situatie vóór 1986. Gegevens om deze verwachting te staven zijn nog niet voorhanden.

De getijreductie had echter vooral tot gevolg dat rijke foerageergebieden voor steltlopers korter of in het geheel niet droogvielen. In de zone onder NAP was de vermindering van de oppervlakte droogvallende slikken en platen in de Oosterschelde in 1986 en 1987 respectievelijk 4 en 12%. Op de resterende laaggelegen slikken was de beschikbare foerageertijd aanmerkelijk korter dan voorheen. Zo liep de tijd waarin een slik met een hoogte van -0.75 m NAP droogligt terug van zes naar vier uur.

De meeste kokkelbanken en mosselbanken zijn aanwezig in de laagste delen van het gebied dat droogvalt tijdens laagwater. Vooral voor de Scholekster zijn dit veruit de belangrijkste foerageergebieden. Daarom lijkt het verlies van foerageergebied en -tijd in het voorafgaande najaar, wanneer de energiereserves worden opgebouwd, en in de winter de belangrijkste verklaring voor het grote aantal (adulte) Scholeksters onder de slachtoffers in 1986 en 1987 (figuur 9 en 10, zie ook Lambeck 1991). Waarschijnlijk speelde de toegenomen ijsvorming ten gevolge van de getijreductie een aanvullende rol. Bij de andere soorten lijkt de getijreductie geen of nauwelijks extra effect te hebben gehad op de sterfte.

Dankwoord Gedurende de drie strenge winters was een groot aantal mensen behulpzaam met het verzamelen van dode vogels: Marga Bakker, Henk Baptist, Martijn Beekman, Cor Berrevoets, Greetje Boerma, Roel Boerma, Jaap Bossinade, Theo Boudewijn, Emiel Brummelhuis, Hans van Buël, Annette van den Dool, Anke Engelberts, Jos van Felius, Jan Goedbloed, Jesper Goedman, André Hannewijk, Monique de Graaf, Simon Hart, Karel van Hoboken, Rinus van 't Hof, Bram de Jong, Dick de Jong, Thijs Kramer, Mark Kirkels, Rietje Klous, Gerard Kroon, Rob Lambeck, John la Soe, Karel Leeftink, Martin Lemstra, Rob van de Leur, Steven Marteijn, Jan Meulmeester, Koos Minnaar, Wim Mullié, Vera van Nispen, Annemiek van der Pluijm, Ronald Pouwer, Anne-Marie Sampon, Bruno Schelbert, Anja Scherpenisse, Niels de Schipper, Fred Schmidtz, Gerard Slob, Ted Sluijter, Torsten Sommer, Henk Spiekman, Ed Stikvoort, Hetty Stroobos, Rob Strucker, Eddy Taelman, Jos Tramper, Fred Twisk, Jan-Willem Vergeer, Hans Verkooye, Wies Vonck, Wim de Vos jr., Gillis Wattel, Erik Wessel, Petrus van 't Westeinde, Wim Wisse en Eddy Wymenga.

Gegevens over leeftijden van gevangen steltlopers zijn resultaten van het vangprogramma dat door het Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek (coördinatie R. H. D. Lambeck) in samenwerking met de Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren (coördinatie E. C. L. Marteijn en P. L. Meininger) werd uitgevoerd. Bijzondere dank zijn wij daarbij verschuldigd aan het ringteam van het DIHO: Erik Wessel, Cor Berrevoets, Emiel Brummelhuis en Henk Spiekman. Ook hielpen diverse vrijwilligers regelmatig bij vangacties.

Wij danken Hans Schekkerman en Leo Zwarts voor de vruchtbare discussies tijdens de totstandkoming van dit artikel. Jelle van Dijk, Meinte Engelmoer, Rob Lambeck, Hans Schekkerman en Leo Zwarts voorzagen een eerdere versie van dit artikel van commentaar. De heer F. IJnsen verschafte nadere informatie over het "IJnsengetal" van diverse winters. Dick Visser vervaardigde de illustraties.

Dit artikel is tevens Mededeling nr. 516 van het Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Yerseke.

Summary

As a result of severe weather during the winters of 1985, 1986 and 1987 (figures 1 and 4), notable mortality occurred among waterbirds wintering in the Delta area, SW. Netherlands (figure 2). Total numbers of victims found were 4712, 7669 and 4570 respectively (table 1). Especially Oystercatcher (9811 birds found dead, 58% of all birds found), Shelduck (1114, 7%) and Redshank (702, 5%) were heavily afflicted. Redshank was the most vulnerable wader species whereas Dunlin and Bar-tailed Godwit were hardly affected. Mortality among Oystercatchers was relatively low in 1985, but considerably larger in 1986 and 1987 (figures 6a, 6b and 6c). Mortality among non-wader species (excluding Shelduck) was small: on average 1.2, 1.6 and 0.4 % of the numbers counted (table 3). In all wader species except Knot, the proportion of juvenile birds among the victims was larger than in the populations present, as derived from captures (figure 7).

The differences between wintering strategies of various wader (sub)species are discussed. Since smaller birds have higher energy requirements to maintain their body temperature than larger birds, it is assumed that it is more risky for small birds to winter in northern areas. Indeed, small (sub)species generally winter in larger numbers farther south than large (sub)species (figure 8).

In all three winters the relative and absolute mortality in the Oosterschelde was higher than in the adjacent Westerschelde (figure 10). Due to the construction of a storm-surge barrier and two secondary dams, the tidal amplitude in the Oosterschelde was reduced from an original 3.7 m to 3.2 m in the winter of 1986, and to 2.4 m in the winter of 1987 (figure 3). This resulted in: 1) a reduction of intertidal area of 4 and 12 % respectively; 2) an increased formation of ice due to an increased residence time of the water. The greater part of cockle and mussel beds, the most important feeding areas of Oystercatchers, are situated in the lowest sections of intertidal zones. Due to reduction of tidal amplitude, these sections were exposed either during a shorter period of time, or not at all. This, in combination with increased formation of ice, is the major cause of the large numbers of (adult) Oystercatchers among the victims in 1986 and 1987. The tidal reduction seems to have had little or no effect on mortality in other species.

Literatuur

ANONYMUS 1985. IJsverslag winter 1984-1985. Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren afd. Informatiesystemen, 's-Gravenhage.

—— 1986. IJsverslag winter 1985-1986. Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren afd. Informatiesystemen, 's-Gravenhage.

—— 1988. IJsverslag winter 1986-1987. Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren afd. Informatiesystemen, 's-Gravenhage.

—— 1990. Jaarboek van afvoeren, waterstanden, golven en waterkwaliteit 1987. Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren afd. Informatie Systemen, Dienst Binnenwateren afd. Informatie Systemen. 's-Gravenhage.

ASH J. S. 1957. Post-mortem examinations of birds found dead during the cold spells of 1954 and 1956. Bird Study 41: 159-166.

—— 1964. Observations in Hampshire and Dorset during the 1963 cold spell. Brit. Birds 57: 221-241.

BAPTIST H. J. M., COLIJN F., MARTEIJN E. C. L., MEININGER P. L., MEIRE P. M. & TWISK F. 1988. Gevleugeld onderzoek. Watervogels in veranderende watersystemen. Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren, Middelburg.

BOER P. & VAN ORDEN C. 1963. Enige gegevens over winterslachtoffers, vnl. van het strand van Noord-Holland. Pieper 2 (4/5): 13-26.

BOYD H. 1964. Wildfowl and other water-birds found dead in England and Wales in January-March 1963. Wildfowl Trust Ann. Rep. 15: 20-22.

BROUWER G. A. & HAVERSCHMIDT F. 1929. De strenge winter 1928/29. Ardea 18: 61-69.

BROUWER G. A. & JUNGE G. C. A. 1942. Waarnemingen aan broedvogels en trekvogels in 1942. Ardea 32: 179-250.

BUB H. & HENNEBERG H. R. 1955. Über Vogelverluste in Winter 1953/54 in Gebieten der südlichen deutschen Nordseeküste. Beitr. Naturk. Nieders. 8: 8-12.

CAMPHUYSEN C. J. & VAN DIJK J. 1983. Zee- en kustvogels langs de Nederlandse kust, 1974-1979. Limosa 56: 81-230.

CLARK N. A. 1982. The effects of the severe weather in December 1981 and January 1982 on waders in Britain. Wader Study Group Bull. 34: 5-7.

DAVIDSON N. C. 1981. Survival of shorebirds (Charadrii) during severe weather: the role of nutritional reserves. *In* N. V. Jones & W. J. Wolff, Feeding and survival strategies of estuarine organisms, p. 231-249. Plenum Press, New York.

—— 1982a. The effects of severe weather in 1978/79 and 1981/82 on shorebirds at Teesmouth: a preliminary view. Wader Study Group Bull. 34: 8-10.

—— 1982b. Changes in the body-condition of Redshanks during mild winters: an inability to regulate reserves? Ring. & Migr.: 4: 51-62.

DAVIDSON N. C. & CLARK N. A. 1985. The effects of severe weather in January and February 1985 on waders in Britain. Wader Study Group Bull. 44: 10-16.

DAVIDSON N. C., UTTLEY J. D. & EVANS P. R. 1986. Geographic variation in lean mass of Dunlins wintering in Britain. Ardea 74: 191-198.

VAN DESSEL B. 1983. Onderzoek naar de relaties tussen macrozobenthos en enkele steltlopersoorten van het intergetijdegebied van het Verdronken Land van het Markiezaat van Bergen op Zoom. Rapport Delta Instituut voor Hydrologisch Onderzoek, Rijkswaterstaat Deltadienst Hoofdafdeling Milieu en Inrichting, Yerseke/Middelburg.

DIJKSEN A. J. 1977. De winter 1975-1976 op Texel, de reacties van de vogels en de gevolgen voor de vogelstand. Levende Natuur 80: 11-18.

DOBINSON H. M. & RICHARDS A. J. 1964. The effects of the severe winter of 1962/63 on birds in Britain. Brit. Birds 54: 373-434.

VAN EERDEN M. 1977. Vorstvlucht van watervogels door het oostelijk deel van de Nederlandse Waddenzee op 30 december 1976. Watervogels 2: 11-14.

FITTER R. S. R. 1941. Report on the effect of the severe winter of 1939-40 on bird-life in the area within 20 miles of London. Brit. Birds 35: 33-36.

GÉROUDET P. 1964. L'hiver rigoureux de 1962-1963 en Suisse romande. Nos Oiseaux 27: 209-226.

VAN GOMPEL J. 1987. Mortaliteit van waadvogels in een overwinteringsgebied aan de Belgische kust tijdens de koudeperiode januari-februari 1985. Oriolus 53: 175-186.

HARRIS M. P. 1962. Weights from five hundred birds found dead on Skomer Island in January 1962. Brit. Birds. 55: 97-103.

HARRISON J. & HUDSON M. 1964. Some effects of severe weather on wildfowl in Kent 1962-63. Wildfowl Trust Ann. Rep. 15: 26-32.

HERROELEN P. & RAPPÉ H. 1964. De vogels in België gedurende de zeer strenge winter 1962-1963. Giervalk 54: 35-76.

HULSCHER J. B. 1989. Sterfte en overleving van Scholeksters *Haematopus ostralegus* bij strenge vorst. Limosa 62: 177-181.

IJNSEN F. 1981. Onderzoek naar het optreden van winterweer in Nederland. K.N.M.I., wetenschappelijk rapport WR 74-2, 2e gewijzigde druk, De Bilt.

JONES P. H. 1962. Mortality and weights of Fieldfares in Anglesey in January 1962. Brit. Birds 55: 178-181.

JOURDAIN F. C. R. & WITHERBY H. F. 1918. The effect of the winter 1916-1917 on our resident birds. Brit. Birds 11: 266-271/12: 26-35.

JUKEMA J. & HULSCHER J. B. 1988. Terugmeldingskans van geringde Goudplevieren *Pluvialis apricaria* in relatie tot de strengheid van de winter. Limosa 61: 85-90.

KEIJL G. O. & MOSTERT C. 1988. Vorsttrek van Scholeksters *Haematopus ostralegus* langs de kust in 1987. Sula 2: 113-118.

KERSTEN M. & PIERSMA T. 1987. High levels of energy expenditure in shorebirds; metabolic adaptations to an energetically expensive way of life. Ardea 75: 175-187.

KIRKWOOD J. K. 1983. A limit to metabolisable energy intake in mammals and birds. Comp. Biochem. Physiol. 75A: 1-3.

LAMBECK R. H. D. 1991. Changes in abundance, distribution and mortality of wintering Oystercatchers after habitat loss in the Delta area, SW. Netherlands. Proc. 20th Int. Orn. Congr. (in druk).

LEOPOLD M., MAAS F-J. & HIN H. 1986. Elfsteden-winter 1986: slachting onder wadvogels met name de Toppereend. De Skor 1986 (4): 70-78/ 1986 (5): 90-96.

MARTEIJN E. C. L. & MEININGER P. L. 1986. Methoden voor wegen, meten en ruibeschrijving van vogels in het Deltagebied. Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren nota GWAO-86.105, Middelburg.

MEININGER P. L., BAPTIST H. J. M. & SLOB G. J. 1984. Vogeltellingen in het Deltagebied in 1975/76-1979/80. Rijkswaterstaat Deltadienst nota DDMI-84.23, Middelburg/Goes.

MEININGER P. L., BAPTIST H. J. M. & SLOB G. J. 1985. Vogeltellingen in het zuidelijk Deltagebied in 1980/81-1983/84. Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren nota DGWM 85.001, Middelburg/Goes.

MEININGER P. L. & VAN HAPEREN A. M. M. 1988. Vogeltellingen in het zuidelijk Deltagebied in 1984/85-1986/87. Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren nota GWAO-88.1010, Middelburg/Goes.

O'CONNOR R. & CAWTHORNE A. 1982. How Britain's birds survived the winter. New Scientist 93: 786-788.

PILCHER R. E. M. 1964. Effects of the cold winter of 1962-63 on birds on the north coast of the Wash. Wildfowl Trust Ann. Rep. 15: 23-26.

STRESEMANN E. 1930. Die mörderische Wirkung des harten Winters 1928/29 auf die Vogelwelt. Ornith. Monatsber. 38: 2-43.

SWENNEN C. & DUIVEN P. 1983. Characteristics of Oystercatchers killed by cold-stress in the Dutch Wadden Sea area. Ardea 71: 155-159.

TEMME M. & GERß W. 1988. Maße, Gewichte und mögliche Todesursachen der im Januar 1987 auf Norderney verendeten Austernfischer (*Haematopus ostralegus*). Seevögel 9: 63-69.

TICEHURST N. F. & WITHERBY H. F. 1940. Report on the effect of the severe winter of 1939-40 on bird-life in the British Isles. Brit. Birds 34: 118-132/142-155.

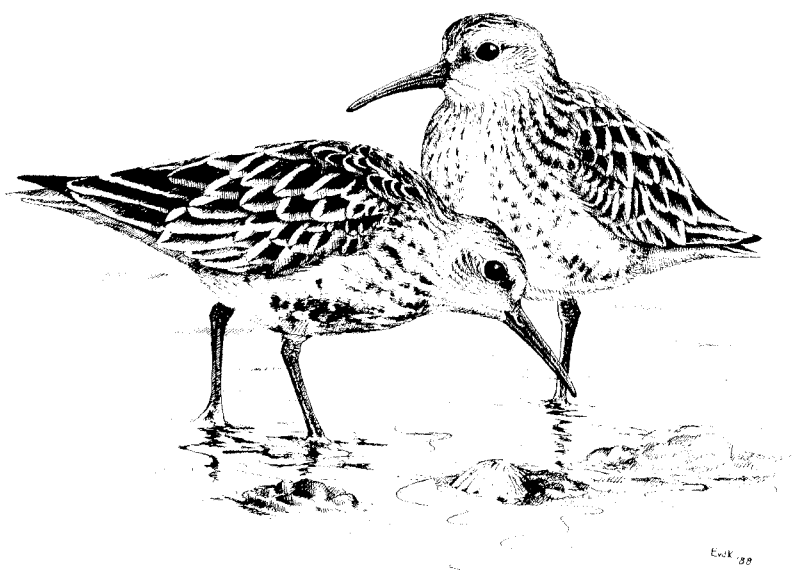
TICEHURST N. F. & HARTLEY P. H. T. 1948. Report on the effect of the severe winter of 1946-1947 on bird-life. Brit. Birds 41: 322-334

UNDERHILL L. G., WALTNER M. & SUMMERS R. W. 1989. Three-year cycles in breeding production of Knots *Calidris canutus* wintering in southern Africa suggest Taimyr Peninsula provenance. Bird Study 36: 83-87.

VERGEER J-W. & BERREVOETS C. 1988. Vogelsterfte langs de Noordzee- en Oosterscheldekust van Schouwen-Duiveland in de winters 1985, 1986 en 1987. Sterna 33: 55-64.

WITHERBY H. F. & JOURDAIN F. C. R. 1929. Report on the effect of severe weather in 1929 on bird-life. Brit. Birds 23: 154-158.

ZWARTS L., BLOMERT A-M., ENS B. J., HUPKES R. & VAN SPANJE T. M. 1990. Why do waders reach high feeding densities on intertidal flats of the Banc d'Arguin, Mauritania? Ardea 78: 39-52.

P. L. Meininger, Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren, afdeling Biologie, postbus 8039, 4330 EA Middelburg.
A-M. Blomert, Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Yerseke.
Huidig adres:
Noorderbinnensingel 103a, 9712 XJ Groningen.
E. C. L. Marteijn, Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren, afdeling Biologie.
Huidig adres:
Rijkswaterstaat RIZA, postbus 17, 8200 AA Lelystad.

Aanvaard voor opname 25 maart 1991