

Trends van benthivore watervogels in de Nederlandse Waddenzee 1975-2002: grote verschillen tussen schelpdiereneters en wormeneters

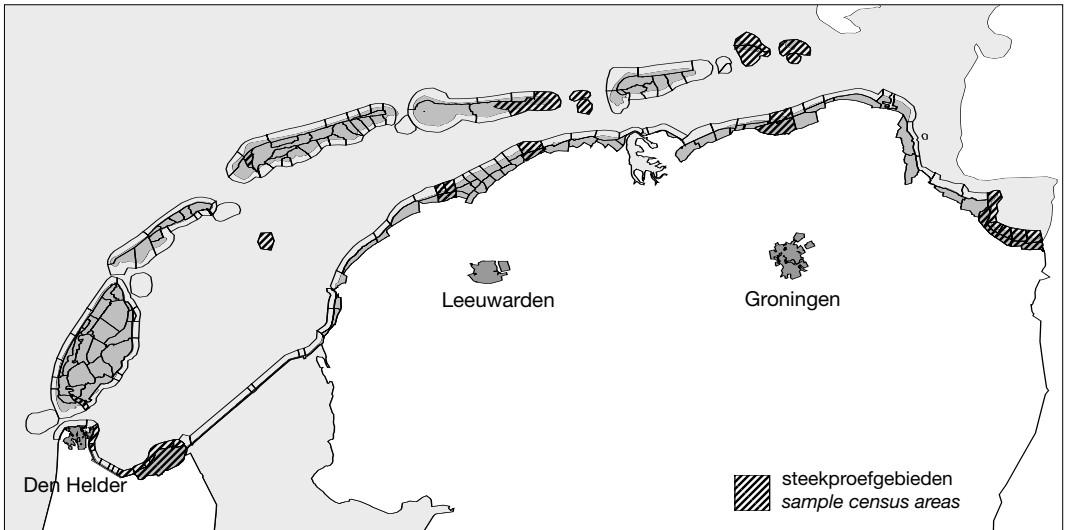
**Marc van Roomen,
Chris van Turnhout,
Erik van Winden,
Ben Koks,
Paul Goedhart,
Mardik Leopold
& Cor Smit**

Weinig ecologische onderzoeken hebben in Nederland zoveel stof doen opwaaien als het recentelijk afgeronde EVA II-onderzoek, waarin de effecten van grootschalige schelpdiervisserij op het ecosysteem van de Waddenzee zijn onderzocht. Een van de conclusies uit EVA II is dat de samenstelling van het sediment en als gevolg daarvan de bodemfauna zijn veranderd, mede door de schelpdiervisserij. In een van de 17 deelrapporten worden op basis van langjarige monitoringreeksen trends geanalyseerd in de aantallen van watervogels die voor hun voedselvoorziening zijn aangewezen op schelpdieren, wormen en andere bodemdieren. Eider, Scholekster en Kanoet hebben in de discussies over de schelpdiervisserij een prominente rol gespeeld, maar hoe is het de andere wadvogels vergaan in een Waddenzee waarin grootschalig op kokkels werd gevestigd en waaruit de mosselbanken zijn verdwenen? Dat hangt nauw samen met hun voedselkeuze, zo blijkt uit deze bijdrage.

De Waddenzee geniet algemene erkenning als één van de belangrijkste wetlands ter wereld en vormt voor veel vogelsoorten een cruciale schakel in het netwerk van wadgebieden op de Oost-Atlantische trekroute, een gebied dat zich uitstrekt van Noordoost-Canada en Centraal-Siberië tot aan het uiterste zuiden van Afrika. De internationale Waddenzee trekt jaarlijks zo'n 10-12 miljoen watervogels (Meltofte *et al.* 1994). In Nederland is de Waddenzee aangewezen als Speciale Beschermingszone onder de Europese Vogelrichtlijn en als *Wetland* van internationaal belang onder de Ramsar Conventie voor zo'n 25 overwinterende en doortrekkende watervogelsoorten (van Roomen *et al.* 2000). Een groot deel van deze soorten is voor zijn voedsel afhankelijk van de bodemfauna van wadplaten en aangrenzende geulen: schelpdieren, wormen en allerlei geleedpotigen (Zwarts 1996a, van de Kam *et al.* 1999, Leopold *et al.* 2004a). Kennis over de aantalsontwikkelingen van deze vogelsoorten is van belang voor hun bescherming en geeft inzicht in de ecologische toestand van hun foerageergebieden en de daar aanwezige voedselbestanden.

Al sinds de jaren zestig van de vorige eeuw worden tellingen van de aantallen watervogels in het Waddengebied uitgevoerd. Vanaf halverwege jaren zeventig gebeurt dat zo regelmatig

dat ze voor monitoring kunnen worden gebruikt. Een aantal deelgebieden wordt maandelijks geteld en daarnaast worden drie tot vijf maal per jaar integrale tellingen uitgevoerd van het gehele Nederlandse Waddengebied. Monitoring van pleisterende watervogels in de Waddenzee is geen eenvoudige klus door de enorme oppervlakte en moeilijke bereikbaarheid van sommige delen van het gebied. Daarnaast zijn de grote en vaak mobiele vogelconcentraties lastig te tellen. Omdat de betrokken soorten sterk verschillende seizoenspatronen hebben, zijn tellingen nodig uit alle maanden van het jaar. De gegevens uit de Nederlandse Waddenzee vertonen ten opzichte van zo'n opzet relatief veel ontbrekende tellingen. Ze zijn in het verleden op verschillende manieren bewerkt om aantalsveranderingen te beschrijven (Smit & Zegers 1994, Rappoldt & Kersten 1996, Smit *et al.* 2000, de Boer *et al.* 2001, Turnhout & van Winden 2000). Tegenwoordig zijn diverse statistische methoden en programma's beschikbaar om ontbrekende tellingen bij te schatten (ter Braak *et al.* 1994, Underhill & Prys-Jones 1994, van Strien & Pannekoek 1999). Gebruikmakend van deze technieken en alle beschikbare tellingen, presenteren we in deze bijdrage een overzicht van de lange termijn aantalsontwikkelingen en seizoenspatronen van watervogelsoorten die voor



Figuur 1. Overzichtskaart van de Nederlandse Waddenzee en de indeling in telgebieden. *Map of the Dutch Wadden Sea and division into counting units.*

hun voedsel van bodemfauna afhankelijk zijn. Hierbij gaan we niet uitgebreid in op de ontwikkelingen per soort, maar wel gaan we op zoek naar de overeenkomsten en verschillen in trends tussen soorten in relatie tot hun voedselkeuze.

Materiaal en methode

Studiegebied en beschikbare tellingen Wadvogels foerageren tijdens laag water op de wadplaten, maar ze worden geteld als ze zich concentreren op hoogwatervluchtplaatsen. Alle rond en in de Waddenzee liggende gebieden die bij hoogwater droog blijven en waar zich hoogwatervluchtplaatsen kunnen bevinden, behoren tot het studiegebied en zijn ingedeeld in telgebieden (figuur 1). De eerste tellingen van de Nederlandse Waddenzee vonden plaats in de jaren zestig van de vorige eeuw (Rooth 1966, Spaans 1967). Vanaf de jaren zeventig werden met toenemende regelmaat gebiedsdekkende tellingen uitgevoerd (Boere & Zegers 1975, 1977, Zegers 1985, Zegers & Kwint 1992). Sinds 1994/95 wordt de Nederlandse Waddenzee vier tot vijf keer per jaar geteld (Koffijberg *et al.* 1999, de Boer *et al.* 2001, Kleefstra *et al.* 2002, van Roomen *et al.* 2003). Naast deze integrale tellingen worden afzonderlijke deelgebieden al jarenlang frequenter geteld, meestal maandelijks, zoals de Dollard, Balgzand en Rottum (steekproeftellingen). Een derde groep van tellingen betreft een serie gebiedstellingen die in aanvulling op de integrale tellingen en

steekproeftellingen werden uitgevoerd. Het gaat hierbij om Texel (20 extra tellingen), Friese kust (28), Ameland (35), Schiermonnikoog (58) en de Groninger kust (39). In de afgelopen jaren zijn al deze tellingen zoveel mogelijk op het kleinste gebiedsniveau opgeslagen in een database. Figuur 2 geeft een overzicht van de beschikbare telgegevens per seizoen (juli t/m juni). Een laatste gegevensbron wordt gevormd door de jaarlijkse midwinter-tellingen van zee-eenden die per vliegtuig worden uitgevoerd in januari of begin februari (Swennen 1976, 1991, Camphuysen 1996, Berrevoets & Arts 2003).

Selectie van soorten en telreeksen Voor de analyses zijn 18 soorten geselecteerd die jaarlijks met meer dan 2000 exemplaren in het Waddengebied pleisteren, voornamelijk op wadplaten of in geulen foerageren en voor hun voedsel afhankelijk zijn van in en op de bodem levende ongewervelden (tabel 1). In principe zijn alle beschikbare tellingen vanaf het seizoen 1975/76 gebruikt voor de analyses. Als uit één maand voor hetzelfde gebied meerdere tellingen beschikbaar waren, is de telling geselecteerd die het dichtst bij de teldatum van de andere gebieden lag (meestal rond het midden van de maand). Voor de meeste soorten zijn de aantallen vogels op de noordzeestranden van de waddeneilanden meegenomen in de totalen. Het gaat hierbij ook om hoogwatervluchtplaatsen van vogels die in de Waddenzee foerageren. Dit geldt echter niet voor Eider, Drieteen-

Tabel 1. Overzicht van de geselecteerde watervogelsoorten met achtereenvolgens: Nederlandse naam, wetenschappelijke naam, gebruikte afkorting, voedselkeuze (S: schelpdieren, W: wormen, A: overige ongewervelden, C: combinatie), procentuele jaarlijkse verandering in 1975/76-2001/02, idem voor de afzonderlijke deelperioden 1975/76-1990/91 en 1991/92- 2001/02 (niet significante trends tussen haakjes, significant indien $P < 0.05$, significantieniveau van de trendbreuk, aantal vrijheidsgraden van de spline en percentage bijgeschatte aantallen.

Overview of selected species. The following information is presented: Dutch name, scientific name, abbreviation used in figures, food (S: shellfish, W: worms, A: other invertebrates, C: combination), percentage yearly change in numbers in 1975/76-2001/02, and in the periods 1975/76-1990/91 and 1991/92- 2001/02 (non-significant trends ($P > 0.05$) in parentheses, significance level of the trend change, degrees of freedom of the spline function and percentage of numbers imputed.

Soort	Wetenschappelijke naam	Afk.	Voedsel	Trend totaal	Trend 75/76-90/91	Trend 91/92-01/02	Trendbreuk	df	% imp.
Species	Scientific name	Abbr.	Food	Trend whole period	Trend 75/76-90/91	Trend 91/92-01/02	Trend change		df % imp.
Bergeend	<i>Tadorna tadorna</i>	BE	A	(0,44)	(-0,29)	(1,53)	ns	0	56
Eider	<i>Somateria mollissima</i>	EI	S	-2,42	(0,28)	-4,80*	ns	1	0
Scholekster	<i>Haematopus ostralegus</i>	SCH	S	-0,85	1,66	-4,98	<0,001	3	59
Kluut	<i>Recurvirostra avosetta</i>	KL	W	(0,37)	2,53	-2,89	<0,001	2	54
Bontbekplevier	<i>Charadrius hiaticula</i>	BB	W	2,01	(-2,42)	7,94	<0,05	2	49
Zilverplevier	<i>Pluvialis squatarola</i>	ZP	W	3,37	3,75	2,91	ns	1	52
Kanoet	<i>Calidris canutus</i>	Ka	S	2,5	5,77	(-1,68)	<0,05	3	57
Drieteenstrandloper	<i>Calidris alba</i>	DT	W	2,98	-2,47	9,94	<0,001	2	59
Bonte Strandloper	<i>Calidris alpina</i>	Bo	W	1,28	(-0,99)	4,61	<0,01	3	52
Rosse Grutto	<i>Limosa lapponica</i>	RG	W	1,48	-1,73	5,45	<0,001	2	50
Wulp	<i>Numenius arquata</i>	Wu	C	2,12	1,97	2,33	ns	1	60
Zwarte Ruiters	<i>Tringa erythropus</i>	ZR	A	(1,04)	4,14	(-3,03)	<0,05	2	40
Tureluur	<i>Tringa totanus</i>	Tu	C	(-0,76)	-2,98	(2,51)	<0,1	0	57
Groenpootruiter	<i>Tringa nebularia</i>	GP	A	1,61	(-2,87)	8,05	<0,05	2	58
Steenloper	<i>Arenaria interpres</i>	SL	A	-2,22	(-1,14)	(-3,69)	ns	1	63
Kokmeeuw	<i>Larus ridibundus</i>	KM	A	2,49	3,61	(1,1)	ns	1	62
Stormmeeuw	<i>Larus canus</i>	SM	C	4,08	4,91*	(3,12)	ns	1	59
Zilvermeeuw	<i>Larus argentatus</i>	ZM	S	(-0,39)	(1,41)	-3,56*	ns	2	61

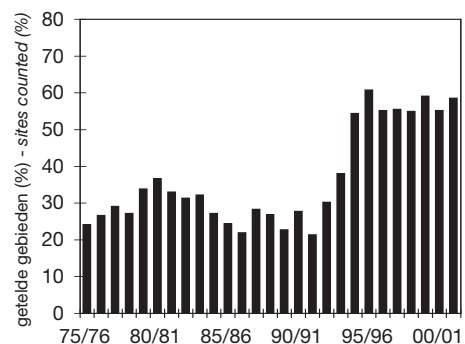
* $p < 0.10$

strandloper en meeuwen; de aantallen van deze soorten op de noordzeestranden zijn buiten beschouwing gelaten.

Bijschattingen en indexen Voor het maken van schattingen voor ontbrekende tellingen is gebruik gemaakt van *U-Index* (Bell 1995, zie voor achtergronden Underhill & Prys-Jones 1994). Het bijschatten gebeurt op grond van de ontwikkelingen in de wel getelde gebieden,

waarbij ervan wordt uitgegaan dat het aantal van een soort afhankelijk is van het telgebied, de maand en het jaar. Uitbijters in getelde aantallen en schattingen met weinig onderliggende teldata zijn niet gebruikt voor de bijschattingen en analyses (zie van Roomen *et al.* 2003 voor details). Voor de zandplaten Blauwe Balg en Hengst worden ontbrekende tellingen pas vanaf respectievelijk 1997/98 en 1998/99 bijgeschat. Deze gebieden hebben recent aan hoogte ge-

Figuur 2. Overzicht van de beschikbaarheid van telgegevens in de Nederlandse Waddenzee in 1975/76-2001/02. Gegeven is het percentage getelde gebieden per seizoen (ieder gebied in iedere maand geteld is 100%). *Data availability for the Dutch Wadden Sea in 1975/76-2001/02. Given is the percentage of sites/months counted per season.*





De Drieteenstrandloper is een van de wormen-etende steltlopers die het momenteel voor de wind gaat (Harvey van Diek). *Sanderling is one of the worm-eating waders which has been observed in larger numbers recently.*

wonnen waardoor ze tegenwoordig bij vloed geregeld droog blijven. Aangenomen wordt dat deze wadplaten voorheen nooit gebruikt zijn als hoogwatervluchtplaats. Na het bijschatten van de ontbrekende tellingen zijn de getelde en bijgeschatte aantallen gesommeerd per maand over het gehele studiegebied. De maandelijkse schattingen zijn vervolgens per seizoen gesommeerd over de maanden juli tot en met juni. Tenslotte zijn deze seizoenssommen geïndexeerd ten opzichte van de gemiddelde seizoenssom, die op 100 is gesteld. Bij de Eider heeft geen bijschatting plaatsgevonden en wordt ook geen gebruik gemaakt van seizoenssommen, maar alleen van de gebiedsdekkende midwintertellingen vanuit het vliegtuig. De gepresenteerde seizoenspatronen zijn tot stand gekomen door de getelde plus geschatte aantallen in 1997/98 - 2001/02 te middelen per maand.

Trendanalyse Omdat de getelde aantallen vogels niet normaal zijn verdeeld zijn de seizoenssommen geanalyseerd met een log-lineair model (gecorrigeerd voor overdispersie, McCullagh & Nelder 1989). De trend in de tijd is

gemodelleerd met een zogenaamde *spline*-functie (Hastie & Tibshirani 1990). Hiermee kan het vaak grillige aantalsverloop beter worden beschreven dan met een lineaire trend. De flexibiliteit van een *spline* wordt bepaald door het aantal vrijheidsgraden. De best passende lijn is bepaald door per soort het aantal vrijheidsgraden stapsgewijs te verlagen (van 3 naar 0), totdat de bijbehorende verslechtering in de fit significant was bij 5%, zoals aangegeven door een *deviance* toets. Daarnaast zijn lineaire trends berekend voor de hele onderzoeksperiode en voor twee afzonderlijke deelperioden 1975/76-1990/91 en 1991/92-2001/02. Deze perioden zijn zo gekozen dat ze situaties omvatten respectievelijk met en grotendeels zonder wilde mosselbanken op de wadplaten (Beukema & Cadée 1996, Dankers *et al.* 2003). Per soort is onderzocht of de trends in de twee deelperioden van elkaar verschillen, dus of de hellingshoek (richtingscoëfficiënt) vóór het seizoen 1990/91 anders was dan erna. De gebruikte *deviance* toets, met afwezigheid van een trendbreuk als nulhypothese, is ook onderscheidend voor trendbreuken in jaren in de buurt van

1990/91. Significantie impliceert dus niet dat de trendbreuk zich precies in 1990/91 heeft voorgedaan.

Voedselkeuze De verschillende vogelsoorten zijn op grond van hun dieet ingedeeld in vier categorieën: soorten die hoofdzakelijk (>50%) leven van tweekleppige schelpdieren (S), soorten die hoofdzakelijk (>50%) leven van wormen (W), soorten die hoofdzakelijk (>50%) leven van andere organismen in en op de bodem (A; garnalen, grondels, vlokreeften, wadslakjes) en soorten die leven van een combinatie van bovengenoemde prooisorten (C; tabel 1). Deze indeling is gebaseerd op een uitgebreide studie naar de voedselkeuze van de betrokken soorten in het Waddengebied en vergelijkbare gebieden (Leopold *et al.* 2004a). Indeling heeft zoveel mogelijk plaatsgevonden op basis van gewichtspercentages van de prooidieren.

Betrouwbaarheid van de resultaten

Telfouten Bij het tellen van watervogels in getijdengebieden is het vaak noodzakelijk om in relatief korte tijd vele duizenden vogels te tellen. Uit onderzoek is gebleken dat de hierbij gemaakte telfout voor afzonderlijke groepen vogels aan de grond gemiddeld zo'n 37% bedraagt en voor vliegende groepen 17% (Rappoldt *et al.* 1985). Voor een afzonderlijk wadeneiland ligt de toevallige fout voor een algemene soort rond de 15%, voor het hele Nederlandse Waddengebied als geheel op ongeveer 5% (Rappoldt *et al.* 1985). We verwachten dan ook niet dat telfouten een grote invloed hebben op de hier gepresenteerde resultaten, temeer omdat we hier vooral naar trends kijken en niet zozeer naar de absolute aantallen. Alleen de Kanoet is vaak in maar enkele grote concentraties aanwezig en bij deze soort kunnen telfouten van grotere invloed zijn geweest. Dit zal mogelijk de variatie tussen de jaarindexen hebben vergroot, maar zal niet of nauwelijks van invloed zijn op de gevonden trend.

Bijschattingen Afhankelijk van de soort bestaat 40 tot 63% van de seizoenssommen uit bijschattingen (gemiddeld 56%, SD=6%, zie tabel 1; in 1994/95-2001/02 was dit 43%). Welke aanwijzingen zijn er nu dat de berekende indexen en trends toch een reële benadering geven van de werkelijkheid?

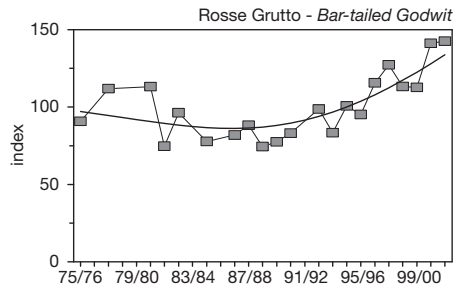
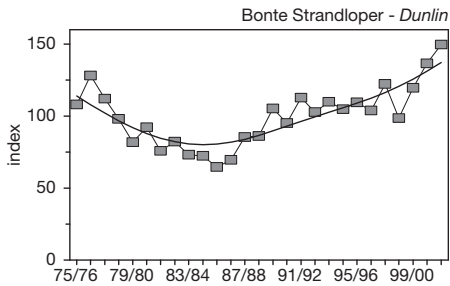
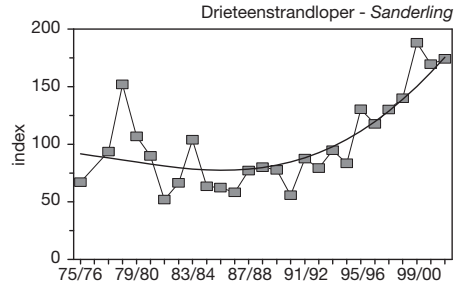
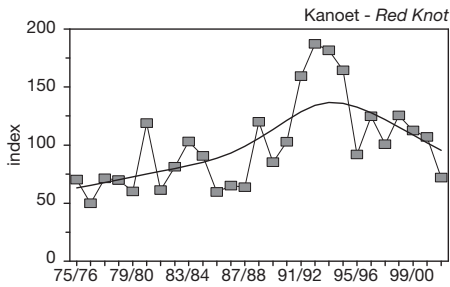
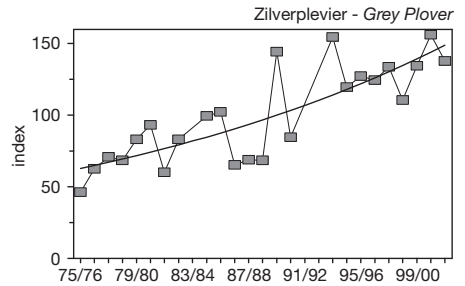
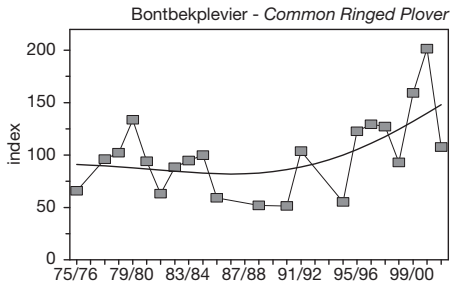
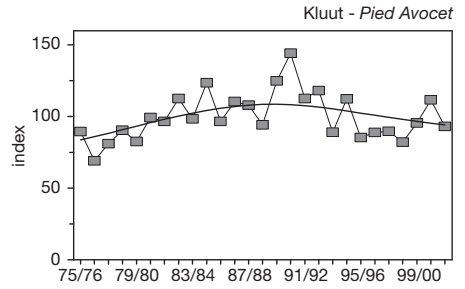
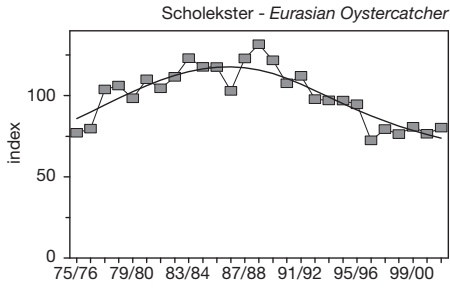
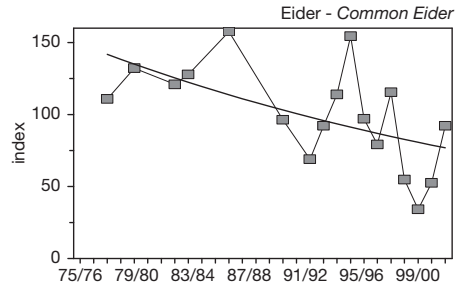
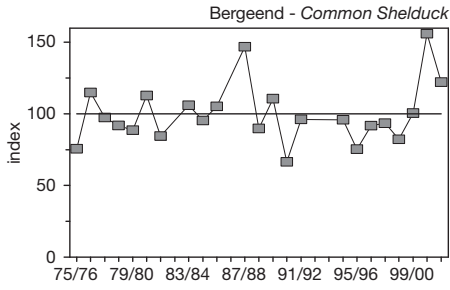
(1) In een studie naar een optimalisering van

de monitoring van watervogels in de Nederlandse Waddenzee zijn de resultaten van monitoringsscenario's met een verschillende telintensiteit vergeleken met de resultaten van een referentie die was gebaseerd op integrale tellingen in alle maanden van het jaar (van Roomen *et al.* 2002). Hiervoor is gebruik gemaakt van datasets bestaande uit nagenoeg volledige maandelijkse tellingen uit Nedersaksen (Duitsland) en de Zoute Delta. Eén van de doorgerekende scenario's komt overeen met de data waarop de indexen in dit artikel zijn gebaseerd: drie integrale tellingen per seizoen, waarvan één steeds in januari en twee in een wisselende maand (zowel in voor- als najaar), daarnaast gebruik makend van maandelijkse steekproeftellingen. Dit scenario leverde voor 80% van de onderzochte soorten een sterke correlatie op met de indexen op basis van de volledige dataset (Pearson correlatie-coëfficiënt > 0.7).

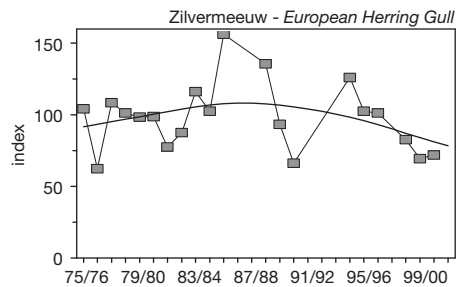
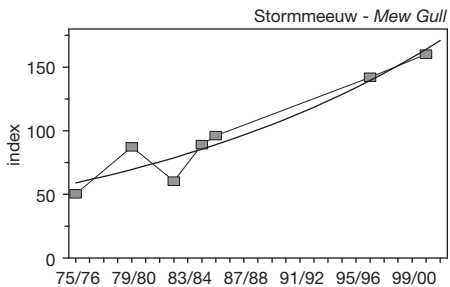
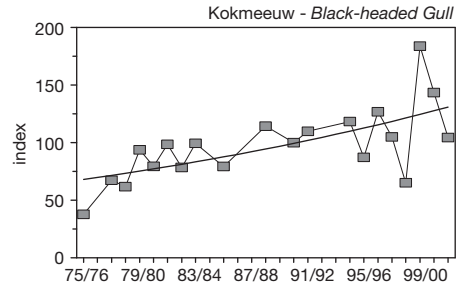
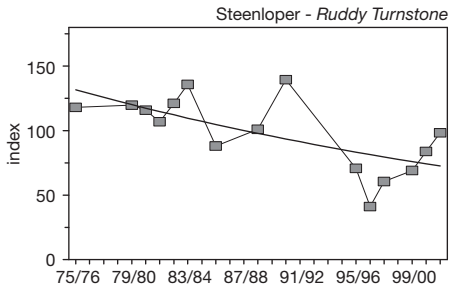
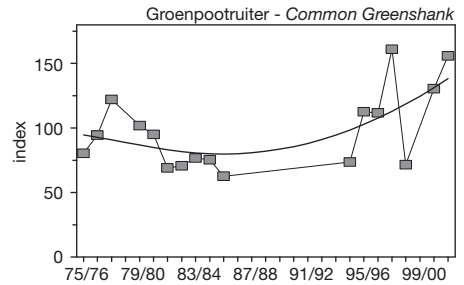
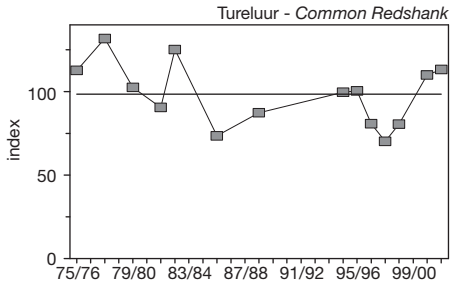
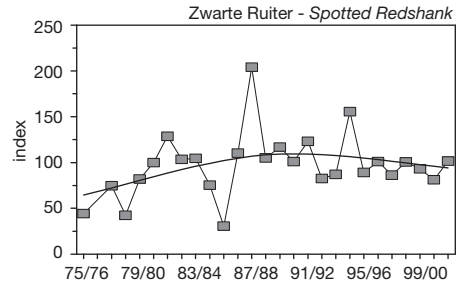
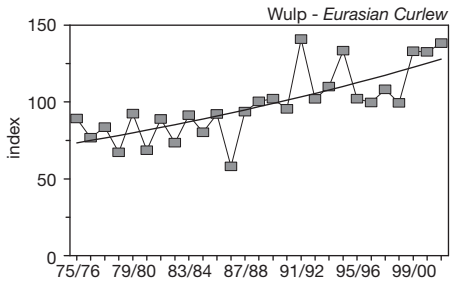
(2) In een studie naar de wijze van berekening en betrouwbaarheid van indexen in het watervogelmeetnet werden ook allerlei simulaties uitgevoerd op basis van een volledige dataset met maandelijkse tellingen waarin een variabele hoeveelheid 'gaten werd geschoten' (Soldaat *et al.* 2004). Jaarindexen en vooral trends konden nog met voldoende nauwkeurigheid worden bepaald bij datasets waarin 60% van de tellingen ontbrak. In dit soort gevallen werd bij 87% van de soorten de trend goed ingeschat.

(3) Een andere benadering is om de beschreven resultaten te vergelijken met de resultaten van alleen de integrale tellingen. In de integrale tellingen is het aandeel bijschatting immers geringer, gemiddeld 20% per soort (SD=6%). Hiervoor zijn de indexen op basis van alle tellingen gecorrigeerd met de indexen op basis van alleen de januari-tellingen. Dit is alleen zinvol voor soorten waarbij verwacht mag worden dat de januari-aantallen een goede indicatie vormen voor de talrijkheid over het gehele seizoen. Voor Bergeend, Scholekster en Wulp bedroegen de correlatie-coëfficiënten respectievelijk 0.62 (P<0.001), 0.66 (P<0.001) en 0.80 (P<0.001). Met andere woorden, de trends op basis van de seizoensindexen komen goed overeen met de trends op basis van alleen de integrale januari-tellingen.

Gegeven de bovenstaande resultaten zullen de hier gepresenteerde trends een voldoende goede benadering van de werkelijkheid weergeven. Dat geldt in mindere mate ook voor de afzonderlijke indexen. Waarschijnlijk zijn de in-



Figuur 3. Indexen en trend (splines) van benthivore watervogels in de Nederlandse Waddenzee in 1975/76-2001/02. Indices and trends (splines) of benthivorous waterbirds in the Dutch Wadden Sea in 1975/76-2001/02.



Figuur 3 Vervolg *Continued*

dexen van soorten die een groot deel van het seizoen aanwezig zijn in relatief constante en grote aantallen (bijvoorbeeld Scholekster) betrouwbaarder dan de indexen van soorten die in korte tijd massaal doortrekken (bijvoorbeeld Bontbekplevier). Het grote voordeel van de hier gevolgde werkwijze is dat alle beschikbare tellingen zijn gebruikt, waardoor de zeggingskracht van de resultaten voor de Nederlandse Waddenzee als geheel en voor het voorkomen

gedurende het gehele seizoen is vergroot. Bovendien konden nu voor alle soorten op dezelfde wijze trends worden berekend.

Trends en seizoenspatronen per soort

In figuur 3 worden per soort de indexen en de trend over de periode 1975/76-2001/02 weergegeven, in figuur 4 het seizoenspatroon in 1997/98 - 2001/02. In tabel 1 worden de trends

samengevat. Bij de meeste soorten is voor de bespreking van de seizoenspatronen gebruik gemaakt van Melftoft *et al.* (1994), voor het onderscheid in ondersoorten van Engelman & Roselaar (1998).

Bergeend In het seizoenspatroon valt met name de piek in juni-juli op, die samenhangt met ter plaatse ruiende vogels en de doortrek naar de belangrijkste ruiplaatsen in de Duitse Waddenzee (Swennen & Mulder 1995, Nehls *et al.* 1992). In oktober en november zijn de grootste aantallen aanwezig, wanneer het merendeel van de vogels is teruggekeerd van de ruiplaatsen. De aantallen Bergeenden in de Nederlandse Waddenzee fluctueerden in de afgelopen decennia rond een stabiel niveau; voor geen van de (deel)perioden is er een aantalsverandering aantoonbaar.

Eider De aantallen overwinterende Eiders in de Waddenzee namen over de hele periode bezien significant af. In 1975/76 -1990/91 namen de aantallen licht toe, maar deze toename was niet significant. Wanneer ook de meer incidenteel uitgevoerde tellingen in de jaren zestig mee worden beschouwd, blijkt een duidelijke toename tot en met eind jaren tachtig (Camphuysen *et al.* 2001, Ens & Kats 2004). Na 1990/91 tekende zich een afname af maar ook deze was niet significant. Uit vliegtuig- en boottellingen is gebleken dat een gedeelte van de verdwenen Eiders eind jaren negentig is uitgeweken naar de Noordzee, waar ze in plaats van Mosselen *Mytilus edulis* en Kokkels *Cardium edule* op Halfgeknotte Strandschelpen *Spisula subtruncata* foerageren. Deze alternatieve voedselbron is echter van lagere kwaliteit en werd bovendien ook bevist. Door voedselschaarste in de Waddenzee vond in 1999/2000 en 2000/01 omvangrijke sterfte onder Eiders plaats (Camphuysen *et al.* 2001, Ens & Kats 2004).

Scholekster De Scholekster is de op één na talrijkste steltloper in de Waddenzee en is van augustus tot en met februari in grote aantallen aanwezig. De overwinteraars arriveren al vroeg en in milde winters vindt er weinig door- of wegtrek plaats. De hoogste indexwaarden zijn eind jaren tachtig vastgesteld en er is een opvallende trendbreuk tussen de toename tot en met 1990/91 en de dalende trend daarna. Over de hele periode bezien namen de aantallen licht af. Dit patroon wordt ook bij de aantallen broeden-

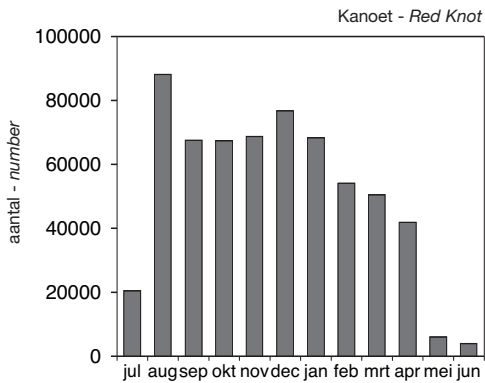
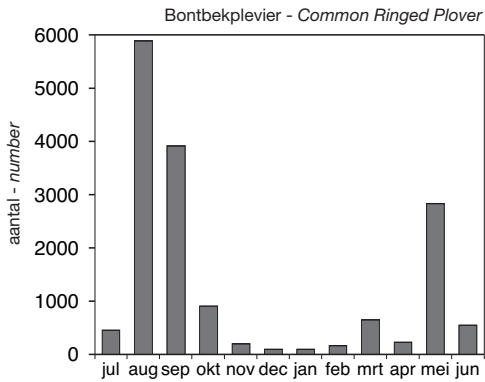
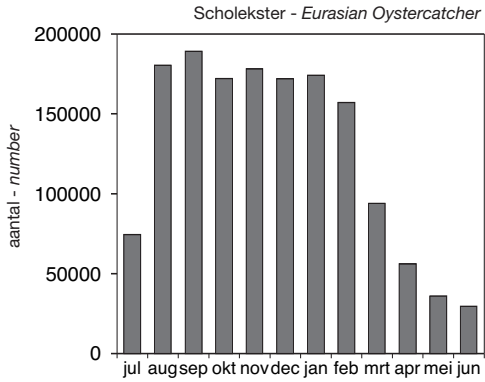
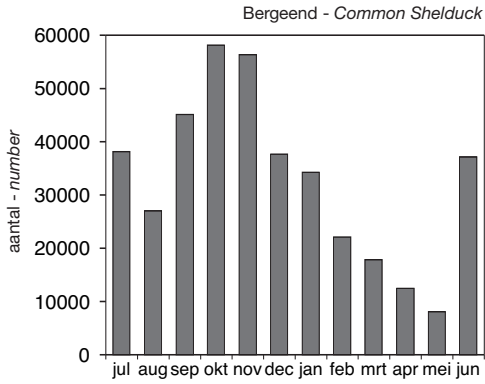
de Scholeksters waargenomen, zowel op kwelders als in het binnenland (Dijksen & Koks 2003, Hulscher & Verhulst 2003).

Kluut De aantallen Kluten zijn het hoogst in het najaar. Vanaf november trekken de meeste vogels naar het zuiden weg om vanaf maart weer in de broedgebieden terug te keren. Een klein aantal overwintert hier, vooral in de westelijke Waddenzee. De aantallen Kluten namen voor 1990/91 significant toe en daarna af. Over de hele periode bezien was er geen significante aantalsverandering. De meeste Kluten worden langs de vastelandkust aangetroffen. Hier bevinden zich de belangrijkste broedgebieden en zijn de meer slikkige wadbiotopen aanwezig, waarvan Kluten door hun specifieke foerageertechniek afhankelijk zijn (Dijksen & Koks 2003).

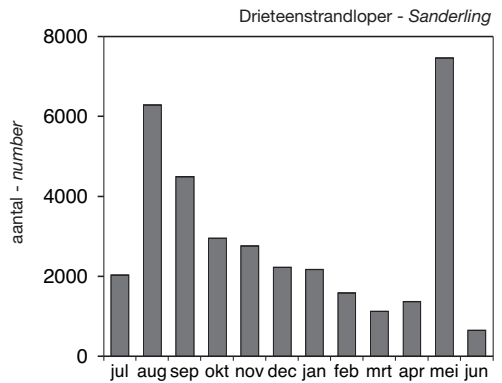
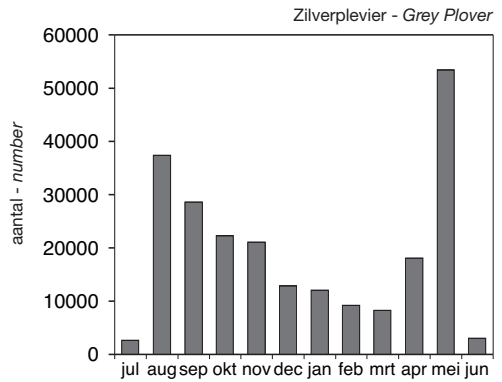
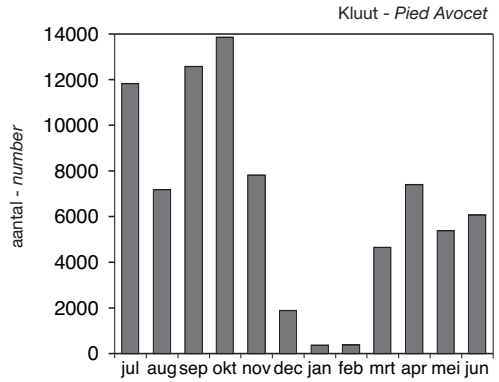
Bontbekplevier De aantallen Bontbekplevieren in de Waddenzee pieken in augustus en in mindere mate in september en mei. De grootste aantallen hebben betrekking op noordelijke broedvogels, die overwinteren in Afrika (*C.h. tundrae* & *C.h. psammodytes*). Een kleiner piekje in maart wordt veroorzaakt door de broedvogels van het Noordzeegebied zelf (*C.h. hiaticula*). De trend van de Bontbekplevier was over de hele periode bezien positief. Tot 1990/91 leken de aantallen echter licht af te nemen, al was dit niet significant. Na 1990/91 volgde een zeer sterke toename.

Zilverplevier De grootste aantallen Zilverplevieren worden vastgesteld tijdens de trek in augustus en vooral in mei. In tegenstelling tot bij de Bontbekplevier zijn er echter ook flinke aantallen overwinteraars. De overwinterende populatie neemt al geruime tijd in omvang toe, zowel in de Nederlandse Waddenzee (Kleefstra *et al.* 2002) als ook elders in NW-Europa (Pollitt *et al.* 2003, Berrevoets *et al.* 2003). Deze toename betreft de hele jaarpresentie, dus inclusief het voorkomen in voor- en najaar en zowel voor 1990/01 als daarna.

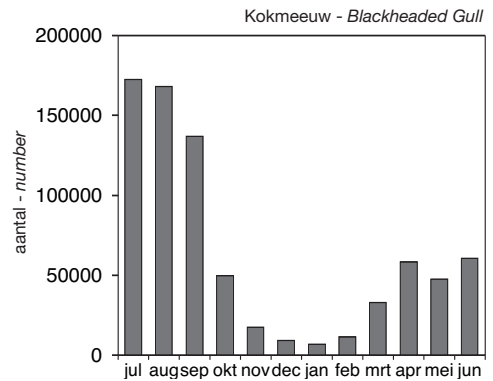
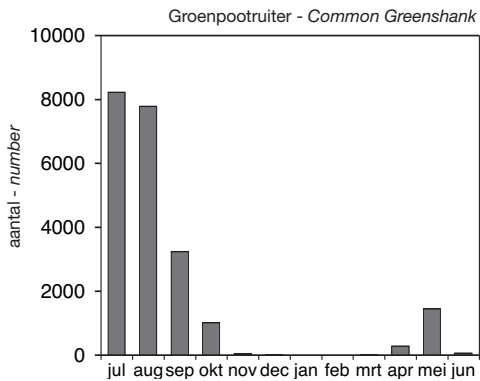
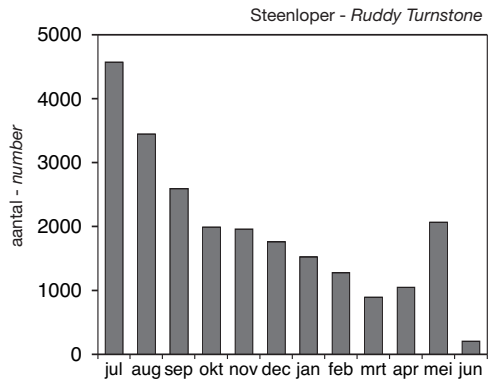
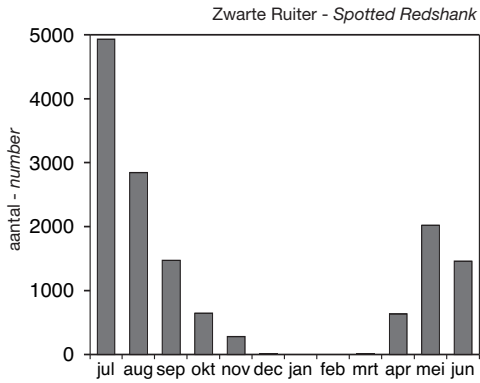
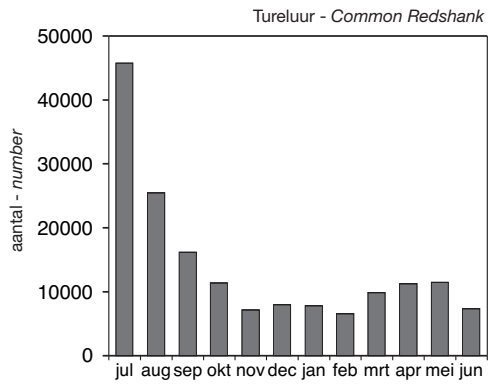
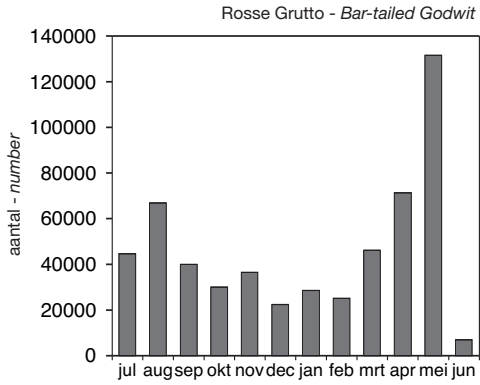
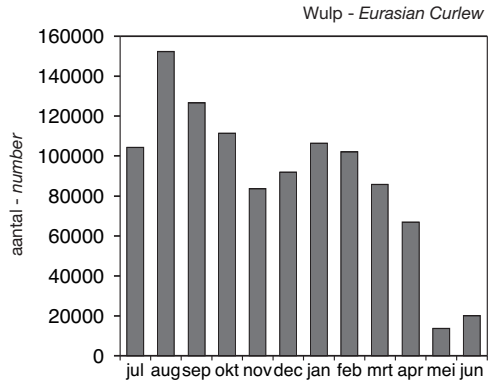
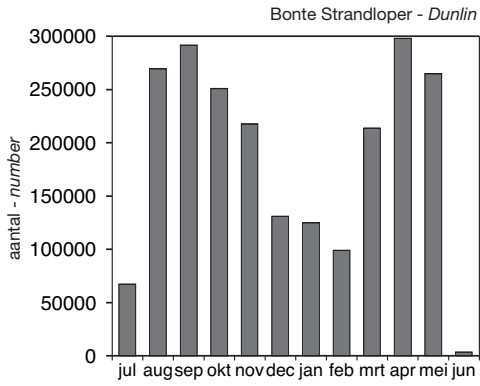
Kanoet De Kanoet behoort tot de lastigst te tellen soorten in het Waddengebied. Kanoeten zijn erg mobiel en overtijden geconcentreerd in grote aantallen op slechts enkele moeilijk te bereiken hoogwatervluchtplaatsen. Als tellingen incompleet zijn en niet synchroon worden uitgevoerd, wat vooral in het verleden wel eens het geval was, kan dit snel leiden tot onbetrouwba-



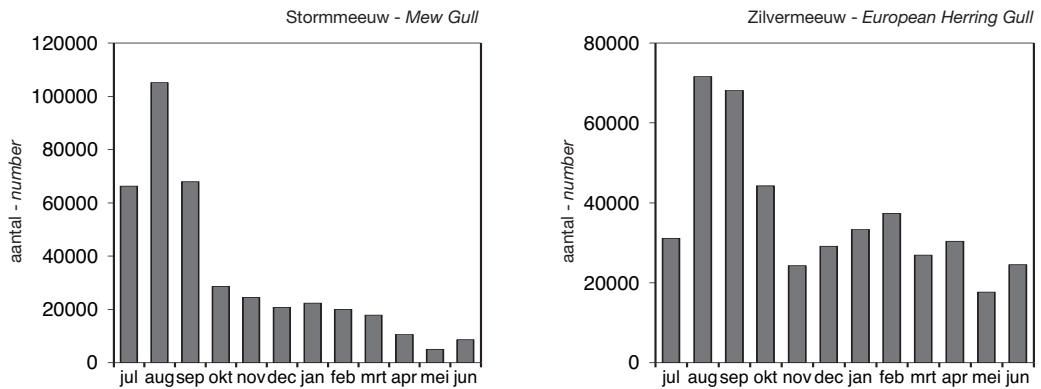
Figuur 4. Het gemiddelde seizoenspatroon van benthivore watervogels in de Nederlandse Waddenzee in 1997/98 - 2001/02. Mean seasonal pattern of benthivorous waterbirds in the Dutch Wadden Sea in 1997/98 - 2001/02.



Figuur 4 Vervolg *Continued*



Figuur 4 Vervolg *Continued*



re resultaten. Desondanks zal de trend in grote lijnen reëel zijn. De door ons geconstateerde aantalstoename tot begin jaren negentig werd ook in Groot-Brittannië opgemerkt (Boyd & Piersma 2001). De afname daarna (na 1994/95, vanaf 1991/92 niet significant) is gedocumenteerd door tellingen die volledig en synchroon werden uitgevoerd. De in mei getelde Kanoeten zullen grotendeels behoren tot de op Taimyr, Siberië, broedende vogels die in West-Afrika overwinteren (*C.c. canutus*). Deze ondersoort maakt tijdens de voorjaarsstrek echter vooral gebruik van het Duitse en Deense wad, waardoor de aantallen in mei laag blijven. Tijdens het najaar trekt deze ondersoort vanaf juli weer door, met een piek in augustus die samenvalt met de terugkeer van broedvogels uit Groenland en Noordoost-Canada (*C.c. islandica*) die in de Waddenzee overwinteren.

Drieteenstrandloper In Nederland zijn Drieteenstrandlopers vooral bekend van de Noordzeestranden. In mei en augustus komen echter ook grote aantallen in de Waddenzee voor. Het gaat dan om doortrekkers uit en naar West-Afrika. Ook buiten de twee piekmaanden is deze soort op de meer zandige wadplaten aanwezig, zij het in kleinere aantallen. Deze soort is over de hele periode bezien in aantal toegenomen. De trend was vóór 1990/91 echter significant afnemend; daarna volgde een zeer sterke toename.

Bonte Strandloper In de Nederlandse Waddenzee is de Bonte Strandloper de talrijkste watervogel. In tegenstelling tot in het Deltagebied (Berrevoets *et al.* 2003) zijn Bonte Strandlopers hier meer doortrekkers dan overwinteraars. Van

de verschillende ondersoorten is *C.a. alpina* uit Noord-Scandinavië en West-Rusland verreweg het talrijkst. Tot halverwege jaren tachtig leek er afname op te treden maar deze was niet significant. Daarna volgde een sterke toename, waardoor ook over de hele periode bezien de aantallen Bonte Strandlopers in de Waddenzee zijn toegenomen.

Rosse Grutto In juli, augustus en mei pleisteren de Waddenzee hoofdzakelijk doortrekkende Rosse Grutto's die in Taimyr broeden en in West-Afrika overwinteren (*L.l. taymyrensis*). In de overige maanden gaat het om broedvogels uit Noord-Europa, waarvan een deel naar Groot-Brittannië doorvliegt en een (toenemend) deel hier overwintert (*L.l. lapponica*). Rosse Grutto's zijn tot en met 1990/91 in aantal afgenomen, terwijl ze daarna flink zijn toegenomen. Ook over de hele periode gerekend zijn Rosse Grutto's tegenwoordig talrijker dan in de jaren zeventig.

Wulp De Nederlandse Waddenzee wordt al snel na het broedseizoen bevolkt door Wulpen uit Scandinavië en door eigen broedvogels. Ze maken hier de rui door en een groot gedeelte blijft vervolgens overwinteren. Een ander deel trekt verder naar zuidelijker wadgebieden of overwintert op binnendijkse graslanden. Wulpen zijn over de hele periode bezien in aantal toegenomen, zonder duidelijke verschillen voor en na 1990/91.

Zwarte Ruiter De Zwarte Ruiter is van de onderzochte soorten het schaarsst en het voorkomen is geconcentreerd in een aantal slikrijke gebieden (vooral Balgzand en Dollard). Zwarte Ruiters pieken jaarlijks tijdens de herfststrek in



Zowel wormen als schelpdieren staan op het uitgebreide menu van de Steenloper (Harvey van Diek). *Both worms and shell-fish form part of the Turnstone's menu.*

juli, augustus en september. De piek tijdens de voorjaarstrek in mei is minder uitgesproken. De vogels aanwezig in juni zijn mogelijk al uit de broedgebieden teruggekeerde vrouwtjes (Hildén 1979). De aantallen zijn tot 1990/91 toegenomen, daarna gestabiliseerd of mogelijk licht afgenomen (niet significant).

Tureluur De in Nederland broedende Tureluurs zijn grotendeels verantwoordelijk voor de julipiek (*T.t. brittanica*). Al snel trekken ook de broedvogels uit Scandinavië door (*T.t. totanus*). Deze populaties overwinteren in het Middellandse Zeegebied en West-Afrika. In het winterhalfjaar komen in de Waddenzee voornamelijk Tureluurs voor die in IJsland broeden (*T.t. robusta*). De aantallen namen tot 1990/91 significant af en schommelen sindsdien zonder duidelijke ontwikkeling. Ook over de hele periode bezien is geen aantalsverandering aantoonbaar.

Groenpootruiter Vooral tijdens de najaarstrek zijn Groenpootruiters relatief talrijk. Net zoals bij de Zwarte Ruiters trekt de gehele populatie door

naar Afrika. Sinds 1990/91 laten de beschikbare tellingen een sterke toename zien, na een aanvankelijke lichte afname die echter niet significant was. Over de hele onderzoeksperiode gerekend zijn de aantallen licht toegenomen.

Steenloper Broedvogels uit Scandinavië en Rusland komen eind juli, begin augustus aan en trekken waarschijnlijk grotendeels door naar Afrikaanse overwinteringsgebieden. De terugtrek van deze vogels in mei is veel minder opvallend. Steenlopers uit Groenland en Canada, die in dezelfde tijd aankomen, blijven waarschijnlijk grotendeels in NW-Europa overwinteren, onder meer in de Waddenzee. De aantallen Steenlopers zijn over de hele studieperiode bezien afgenomen, een trend die voor de afzonderlijke deelperioden niet significant is.

Kokmeeuw Het aantal Kokmeeuwen in het Waddengebied piekt in het najaar, wanneer grote aantallen juvenielen aanwezig zijn. In de winter zijn de aantallen laag, wel is er een bescheiden voorjaarspiekje. De stand is sinds halverwege jaren zeventig gestaag toegenomen.

Na 1990/91 is er sprake van stabilisatie. De broedpopulatie in het Waddengebied is sinds de jaren zeventig min of meer stabiel gebleven, terwijl die in de rest van het land sterk afneemt (van Dijk & Majoor 2002).

Stormmeeuw De grootste aantallen Stormmeeuwen zijn aanwezig in juli, augustus en september. Over de hele periode gerekend namen de aantallen significant toe. Deze toename is ook significant in de periode tot 1990/91, daarna zijn er maar weinig gegevens doordat tellingen uit de nazomermaanden grotendeels ontbreken. Na een aanvankelijke toename in de jaren zeventig en tachtig neemt de broedpopulatie op het Nederlandse vasteland weer aanzienlijk af. Op de Waddeneilanden nemen de broedaantallen nog wel iets toe, maar niet zo sterk dat ze de afname elders compenseren (Keijl & Arts 1998, Dijkse & Koks 2003).

Zilvermeeuw Het seizoenspatroon van de Zilvermeeuw vertoont aanzienlijke fluctuaties, met een piek in augustus en september. Het gaat dan voornamelijk om Nederlandse broedvogels die in de Waddenzee de vleugelrui doormaken. Als broedvogel neemt de Zilvermeeuw in het Waddengebied sinds halverwege jaren tachtig in aantal af. Voedselschaarste en concurrentie met Kleine Mantelmeeuwen *Larus fuscus*, met als gevolg onderlinge predatie van eieren en kuikens, spelen hierbij een belangrijke rol (Spaans 1998). Deze afname vanaf midden jaren tachtig is ook bij de niet-broedvogels zichtbaar.

Trends in relatie tot voedselkeuze

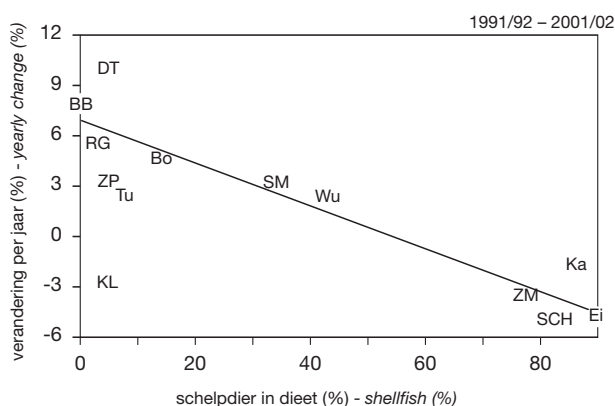
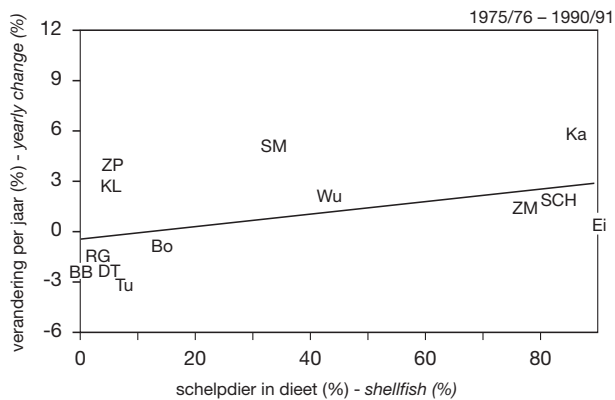
Over de hele onderzoeksperiode bezien zijn drie van de 18 onderzochte vogelsoorten in aantal afgenomen, tien soorten toegenomen en bij vijf soorten fluctueerden de aantallen zonder duidelijke trend. Achter deze trends gaan echter opvallend contrastrijke ontwikkelingen in de deelperioden schuil. Voor tien van de 18 soorten was er een trendbreuk in de aantalsontwikkeling rond 1990/91 (tabel 1). Vooral de soorten die van wormen of van schelpdieren leven (N=10, tabel 1) vertonen trendbreuken (70%). Voor de soorten die van andere bodemdieren of van combinaties van voedselbronnen leven, is dit minder vaak het geval (38%, N=8). Bovendien vertonen wormeneters en schelpdiereneters tegengestelde trendrichtingen. Dit ver-

schil is significant voor de periode na 1990/91 (χ^2 -toets, $P < 0.01$): alle vier schelpdiereneters namen recent in aantal af, terwijl vijf van de zes wormeneters toenamen. De Kluut is de enige wormeneter die in de jaren negentig in aantal afnam. Deze soort wijkt met zijn voorkeur voor zeer slikkige habitats nogal af van de andere soorten. De afname hangt mogelijk samen met specifieke lokale factoren: door het stopzetten van de lozingen van organisch afval in de Dollard nam de voedselbeschikbaarheid daar af en daarmee het aantal Kluten (Prop *et al.* 1999). Omgekeerd, maar minder sterk, namen de aantallen schelpdiereneters in de jaren voor 1990/91 toe, terwijl de aantallen wormeneters in die periode over het algemeen juist afnamen. De tegengestelde ontwikkelingen bij schelpdieren- en wormeneters worden geïllustreerd in figuur 5. Hoe groter het aandeel schelpdieren in het dieet, hoe sterker de aantalsafname in 1991/92-2001/02. Het verband in de periode vóór 1990/91 is tegengesteld maar niet significant. Samenvattend: van de wadvogels die afhankelijk zijn van bodemfauna in de Waddenzee, vertonen wormeneters en schelpdiereneters de meest uitgesproken trends en bovendien zijn deze trends tegengesteld tussen deze twee voedselgroepen. Na 1990/91 namen alle schelpdiereneters in aantal af terwijl de meeste wormeneters toenamen.

Discussie

Deze studie heeft contrasterende trends tussen wadvogelsoorten in afhankelijkheid van hun voedselkeuze aan het licht gebracht. Vanaf het begin van de jaren negentig nemen in het Nederlandse Waddengebied schelpdiereneters in aantal af en wormeneters in aantal toe. Een eerste stap op zoek naar mogelijke oorzaken van dit verschil in trends is vast te stellen of het hier gaat om specifieke ontwikkelingen voor de Nederlandse Waddenzee, of dat er in andere gebieden parallelle ontwikkelingen plaatsvinden. Hoewel we in het kader van deze studie hiervan geen uitgebreide analyse hebben gemaakt, zijn er geen aanwijzingen voor een vergelijkbaar patroon in wadgebieden elders (Deltagebied, Duitse Waddenzee en Britse estuaria, Berrevoets *et al.* 2003, Günther 2003, Pollitt *et al.* 2003).

Met name de schelpdiereneters in het Nederlandse Waddengebied zijn recent onderwerp geweest van verschillende onderzoeken.



Figuur 5. Trends van bodemfauna etende watervogels in de Nederlandse Waddenzee in relatie tot hun voedselkeuze. Gegeven is de procentuele jaarlijkse aantalsverandering (inclusief niet significante trends) voor soorten waarvan het dieet voor minimaal 50% uit wormen en/of schelpdieren (tweekleppigen) bestaat, voor 1975/76-1990/91 (boven) en 1991/92-2001/02 (onder). Voor deze soorten is de voedselkeuze op de x-as weergegeven als percentage van het dieet dat uit schelpdieren bestaat. Zie tabel 1 voor afkortingen van de soorten. De regressie is niet significant voor 1975/76-1990/91 ($R^2 = 0.15$, $P = 0.11$), maar wel voor 1991/92-2001/02 ($R^2 = 0.56$, $P < 0.002$). De fit na 1990/91 wordt aanmerkelijk beter bij weglating van de Kluut ($R^2 = 0.80\%$, $P < 0.001$). De weergegeven regressielijn na 1990/91 is exclusief de Kluut.

Trends of benthivorous waterbirds in the Dutch Wadden Sea in relation to food choice. Given is the percentage annual change in numbers for the periods 1975/76-1990/91 (upper panel) and 1991/92-2001/02 (lower panel) in relation to the percentage shellfish in the species' diet. See table 1 for abbreviations. The regression is significant for the period 1991/92-2001/2002 ($R^2 = 0.56$, $P < 0.002$), but not for the period 1975/76-1990/91 ($R^2 = 0.15$, $P = 0.11$).

De achteruitgang van de Scholekster hangt vooral samen met het verdwijnen van de wilde mosselbanken aan het begin van de jaren negentig als gevolg van overbevising, verminderde broedval en mogelijk storm (Ens *et al.* 2004). In de periode daarna waren Scholeksters veel afhankelijk van kokkels en vond een verdere afname plaats door concurrentie met de kokkelvisserij (Rappoldt *et al.* 2003, Verhulst *et al.* 2004). Ook de achteruitgang van Eiders in de Waddenzee heeft te maken met voedselschaarste. De mosselstand in de geulen is de laatste jaren verslechterd. Een belangrijk deel van deze voedselbron ligt op de kweekpercelen van mosselvisserij. Kokkels (Waddenzee) en Halfgeknotte Strandschelpen (Noordzee) vormen bij voedselschaarste alternatieven, die echter gedeeld moesten worden met de schelpdiervisserij en bovendien een te lage energetische opbrengst hebben (Camphuysen *et al.* 2001, Ens & Kats 2004). Bij de achteruitgang van de Kanoet speelt vooral het omwoelen van

de voedselgronden door de kokkelvisserij een grote rol, waardoor er veranderingen in sediment en voedselbestanden optreden (Piersma & Koolhaas 1997, Piersma *et al.* 2001, Zwarts *et al.* 2003). Van de meeuwensoorten zijn Zilvermeeuwen het meest aangewezen op schelpdieren (Leopold *et al.* 2004a) en juist deze soort is na het verdwijnen van de wilde mosselbanken in aantal afgenomen. Ook de broedpopulatie van de Zilvermeeuw is achteruit gegaan (Spaans 1998). Naast de toegenomen concurrentie met Kleine Mantelmeeuwen achter vissersschepen en het verdwijnen van open vuilnisbelten zou ook het verminderde schelpdieraanbod in de Waddenzee hierbij een rol kunnen hebben gespeeld.

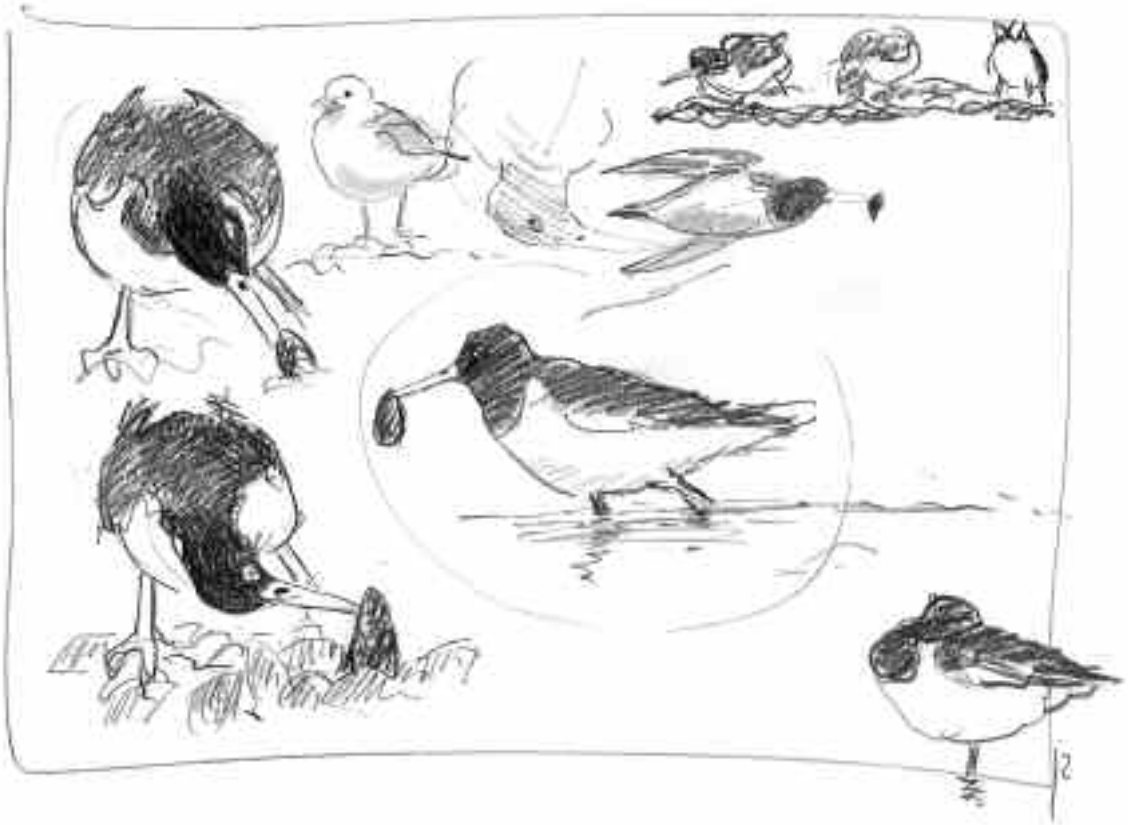
De oorzaken achter de recente vooruitgang van de meeste wormeneters zijn minder duidelijk. Verschillende auteurs hebben er in algemene zin op gewezen dat verstoring van de bodem, zoals bij kokkelvisserij gebeurt, tot een toename van wormen zou kunnen leiden (Reise

1982, Dayton *et al.* 1995). In twee recente studies werden de effecten van kokkelvisserij op de bodemfauna, waaronder wormen, in de Waddenzee onderzocht. Door Leopold *et al.* (2004b) werd in het algemeen geen toename van wormen gevonden op beviste locaties in vergelijking met onbeviste. Bij toenemende visserij-inspanning namen echter wel de aantallen Zeeduizendpoten *Nereis diversicolor* toe, en deze soort is voor veel wormenetende vogels waarschijnlijk het belangrijkste prooidier (Leopold *et al.* 2004a). Kraan *et al.* (2004) vonden ook bij andere soorten wormen een toename op beviste locaties ten opzichte van onbeviste locaties. De interpretatie van deze resultaten wordt bemoeilijkt doordat er geen recente gegevens zijn over de exacte prooidierkeuze van de betrokken wormeters in dezelfde tijdsperiode en in dezelfde gebieden.

De verschuivingen in voedselbestanden zouden kunnen worden veroorzaakt door concurrentie tussen schelpdieren en wormen, waarbij er bij afnemende schelpdierbestanden (effect

schelpdiervisserij) meer ruimte is voor wormen (Leopold *et al.* 2004a). Een alternatieve hypothese is dat de verschuivingen worden veroorzaakt door veranderingen in het sediment, samenhangend met het verdwijnen van de stabiliserende werking van de mosselbanken en de omwoelende werking van de kokkelvisserij (Piersma & Koolhaas 1997, Piersma *et al.* 2001).

De discussie over de oorzaak van de gevonden patronen is gecompliceerd omdat tegelijkertijd ook andere grootschalige processen een rol zullen spelen. In Groot-Brittannië blijken de steltloperpopulaties het recentelijk aan de oostkust significant beter te doen dan aan de westkust. Dit wordt in verband gebracht met klimaatverandering (Austin *et al.* 2000), die van invloed kan zijn op zowel de overwinteringsomstandigheden als de voedselomstandigheden. Als klimaatverandering daar zo'n grote rol speelt, mag verwacht worden dat deze ook elders in Noordwest-Europa van invloed is. Daarnaast worden de aantallen doortrekkende en overwinterende watervogels bepaald door ontwikkelin-



gen in de broedgebieden en overwinteringsgebieden verder zuidwaarts, die vaak door allerlei andere processen worden gestuurd (bijvoorbeeld door landbouwintensivering, jacht, etcetera). We pretenderen hier dan ook niet een uitputtende analyse van alle oorzaken van de aantalsontwikkelingen te presenteren. Feit blijft wel dat, ondanks alle onzekerheden, de schelpdiervisserij een grote invloed heeft gehad op de geconstateerde trends. Dit is zeker het geval bij een aantal schelpdiereneters; of het ook de recente toename van de wormeneters mede verklaart is nog speculatief.

Dankwoord

De watervogeltellingen in het Waddengebied worden tegenwoordig uitgevoerd in het kader van het Meetnet Watervogels. Dit is een samenwerkingsverband tussen het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA), Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), Vogelbescherming Nederland, Expertisecentrum Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (EC-LNV), Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) en Sovon Vogelonderzoek Nederland. Het Meetnet Watervogels maakt deel uit van het Netwerk Ecologische Monitoring. De in deze bijdrage gepresenteerde analyses zijn uitgevoerd in het kader van het Evaluatieonderzoek Schelpdiervisserij tweede fase (EVA II; zie <http://www.eva2.nl> voor alle deelrapporten). De telgegevens zijn grotendeels verzameld door vrijwilligers die vaak samen met de lokale beheerders al jarenlang in weer en wind actief zijn. Vooral door hun inzet zijn we nu in staat om voor een periode van meer dan 25 jaar de aantalsontwikkelingen te beschrijven. In die 25 jaar zijn meer dan 50 waarnemers actief betrokken geweest bij de wadvogeltellingen. Een gedetailleerd overzicht van alle trajectcoördinatoren en medewerkers in 2001/02 is terug te vinden in van Roomen *et al.* 2003. Bruno Ens, Jeroen Reneerkens, Hans Schekkerman en Ingrid Tulp gaven waardevol commentaar op eerdere versies van dit verhaal. Daarvoor onze dank.

Literatuur

Austin G.E., I. Peachel & M.M. Rehfish 2000. Regional trends in coastal wintering waders in Britain. *Bird Study* 47:352-371.
 Bell M.C. 1995. UINDEX 4. A computer programme for estimating population index numbers by the

Underhill-method. The Wildfowl & Wetlands Trust, Slimbridge.
 Berrevoets C. & F.A. Arts 2003. Midwintertelling van zee-eenden in de Waddenzee en de Nederlandse kustwateren, januari 2003. Rapport RIKZ/2003.008. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.
 Berrevoets C.M., R.C.W. Strucker, F.A. Arts & P.L. Meininger 2003. Watervogels in de Zoute Delta 2001/2002. Rapport RIKZ/2003.001. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.
 Beukema, J. J. & G. C. Cadée 1996. Consequences of the sudden removal of nearly all mussels and cockles from the Dutch Wadden Sea. *PSZN I: Marine Ecology*, 17: 279-289.
 de Boer P., B.J. Koks, M.W.J. van Roomen & E.A.J. van Winden 2001. Watervogels in de Nederlandse Waddenzee in 1997/98 en 1998/99. Sovon-monitoringrapport 2001/04. Sovon, Beek-Ubbergen.
 Boere G.C. & P.M. Zegers 1975. Wadvogeltellingen in het Nederlandse Waddengebied in april en september 1973. *Limosa* 48: 74-81.
 Boere G.C. & P.M. Zegers 1977. Wadvogeltellingen in het Nederlandse Waddengebied in 1974 en 1975. *Watervogels* 2: 161-173.
 Boyd H. & T. Piersma 2001. Changing balance between survival and recruitment explains population trends in Red Knots *Calidris canutus islandica* wintering in Britain, 1969-1995. *Ardea* 89: 301-317.
 ter Braak C.J.F., A.J. van Strien, R. Meijer & T.J. Verstrael 1994. Analysis of monitoring data with many missing values: which method? In: Hagemeyer E.J.M. & Verstrael T.J. (eds). *Bird Numbers 1992: Distribution, numbers and ecological aspects*. Pp. 663-673. Statistics Netherlands, Voorburg.
 Camphuysen C.J. 1996. Ecologisch profiel van de Eideend *Somateria mollissima*. RIKZ-werkdocument 96.146. Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Texel.
 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 2001. Mass mortality of common eiders (*Somateria mollissima*) in the Dutch Wadden Sea, winter 1999/2000: starvation in a commercially exploited wetland of international importance. *Biological Conservation* 106: 303-317.
 Dankers N.M.J.A., A. Meijboom, J.S.M. Cremer, E.M. Dijkman, Y. Hermes & L. te Marvelde 2003. Historische ontwikkeling van droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee. Alterra rapport 876. Alterra, Wageningen.
 Dayton P.K., S.F. Thrush, M.T. Agardy & R.J. Hofman 1995. Environmental effects of marine fishing. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems* 5: 205-232.
 van Dijk A.J. & F. Majoor 2002. Kokmeeuw *Larus ridibundus*. In: Sovon Vogelonderzoek Nederland 2002, Atlas van de Nederlandse Broedvogels 1998-2000. Pp. 234-235. Nederlandse Fauna 5. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & European Invertebrate Survey-Nederland, Leiden.

- Dijkens L.J. & B.J. Koks 2003. Broedvogelmonitoring in het Nederlandse Waddengebied in 2002. Sovon-monitoringrapport 2003/03. Sovon, Beek-Ubbergen.
- Engelmoer M. & C. Roselaar 1998. Geographical variation in waders. Kluwer, Dordrecht.
- Ens B.J. & R.K.H. Kats 2004. Evaluatie van Voedselreservering Eidereenden in de Waddenzee. EVAII deelrapport B2. Alterra rapport 931. Alterra, Wageningen.
- Ens B.J., A. C. Smaal, & J. de Vlas 2004. The effects of shellfish fishery on the ecosystems of the Dutch Wadden Sea and Oosterschelde. Final report on the second phase of the scientific evaluation of the Dutch shellfish fishery policy (EVA II). Alterra-rapport 1011, RIVO-rapport C056/04, RIKZ-rapport RKZ/204.031. Alterra, Wageningen.
- Günther K. 2003. Rastvogelmonitoring im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer 2001-2002. WWF, Husum.
- Hastie T.J. & R.J. Tibshirani 1990. Generalized additive models. Chapman and Hall, London.
- Hildén, O. 1979. The timing of arrival and departure of the Spotted Redshank *Tringa erythropus* in Finland. *Ornis Fennica* 56: 18-23.
- Hulscher J.B. & S. Verhulst 2003. Opkomst en neergang van de Scholekster *Haemaopus ostralegus* in Friesland in 1966-2000. *Limosa* 76: 11-22.
- van de Kam J., B. Ens, T. Piersma & L. Zwarts 1999. Ecologische atlas van de Nederlandse wadvogels. Schuyt & Co, Haarlem.
- Keijl G.O. & F.A. Arts 1998. Breeding Common Gulls *Larus canus* in the Netherlands, 1900-1996. *Sula* 12: 159-171.
- Kleefstra R., B.J. Koks, M.W.J. van Roomen & E.A.J. van Winden 2002. Watervogels in de Nederlandse Waddenzee in 1999/2000. Sovon-monitoringrapport 2002/01. Sovon, Beek-Ubbergen.
- Kraan, C., T. Piersma, A. Dekinga, J. van der Meer, J. A. van Gils, B. Spaans, A. Koolhaas & C. Raaijmakers 2004. Korte termijn effecten van de mechanische kokkelvisserij in de westelijke Waddenzee op bodemfauna. Koninklijk NIOZ-Intern Rapport. Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Texel.
- Koffijberg K., B.J. Koks, M.W.J. van Roomen & E.A.J. van Winden 1999. Watervogels in de Nederlandse Waddenzee in 1996/1997. Sovon Monitoringrapport 1999/04. Sovon, Beek-Ubbergen.
- Leopold M.F., C.J. Smit, P.W. Goedhart, M. van Roomen, E. van Winden & C. van Turnhout 2004a. Langjarige trends in aantallen wadvogels in relatie tot de kokkelvisserij en het gevoerde beleid in deze. EVAII deelrapport C2. Alterra rapport 954. Alterra, Wageningen.
- Leopold M.F., E.M. Dijkman, J.S.M. Cremer, A. Meijboom & P.W. Goedhart 2004b. De effecten van mechanische kokkelvisserij op de benthische macrofauna en hun habitat. EVAII deelrapport C1/3. Alterra rapport 955. Alterra, Wageningen.
- McCullagh P. & J.A. Nelder 1989. Generalized linear models, 2nd edition. Chapman and Hall, London.
- Meltofte H., J. Blew, J. Frikke, H.-U. Rösner & C.J. Smit 1994. Numbers and distribution of waterbirds in the Wadden Sea. Results and evaluation of 36 simultaneous counts in the Dutch-German-Danish Wadden Sea 1980-1991. IWRB Publ. 34 / Wader Study Group Bull. 74, Special issue.
- Nehls G., N. Kempf & M. Thiel 1992. Numbers and distribution of moulting Shelduck in the German Wadden Sea. *Vogelwarte* 36: 221-232.
- Piersma T. & A. Koolhaas 1997. Shorebirds, shellfish(eries) and sediments around Griend, western Wadden Sea, 1988-1996. NIOZ-rapport 1997-7. Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Texel.
- Piersma T., A. Koolhaas, A. Dekinga, J.J. Beukema, R. Dekker & K. Essink 2001. Long-term indirect effects of mechanical cockle-dredging on intertidal bivalve stocks in the Wadden Sea. *Journal of Applied Ecology* 38: 976-990.
- Pollitt M.S., C. Hall, S.J. Holloway, R.D. Hearn, P.E. Marshall, A.J. Musgrove, J.A. Robinson & P.A. Cranswick 2003. The Wetland Bird Survey 2000-01: wildfowl and wader counts. BTO/WWT/RSPB/JNCC, Slimbridge.
- Prop J., P. Esselink & J. Hulscher 1999. Veranderingen in aantallen vogels in de Dollard in relatie met lokaal en regionaal beheer. *De Grauwe Gors* 27: 27-55.
- Rappoldt C., M. Kersten & C. Smit 1985. Errors in large-scale shorebird counts. *Ardea* 73: 13-24.
- Rappoldt C. & M. Kersten 1996. Telfouten en de interpretatie van wadvogeltellingen. *Limosa* 69: 134-136.
- Rappoldt C., B.J. Ens, E. Dijkman & T. Bult 2003. Voedselreservering voor Scholeksters in de Nederlandse Waddenzee. EVAII deelrapport B1. Alterra rapport 882. Alterra, Wageningen.
- Reise K. 1982. Long-term changes in the macrobenthic invertebrate fauna of the Wadden Sea: are polychaetes about to take over? *Netherlands Journal of Sea Research* 16: 29-36.
- van Roomen M.W.J., A. Boele, M.J.T. van der Weide, E.A.J. van Winden & D. Zoetebier 2000. Belangrijke vogelgebieden in Nederland, 1993-97. Actueel overzicht van Europese vogelwaarden in aangewezen en aan te wijzen speciale beschermingszones en andere belangrijke gebieden. Sovon-informatierapport 2000/01. Sovon, Beek-Ubbergen.
- van Roomen M., C. van Turnhout, J. Nienhuis, F. Willems & E. van Winden 2002. Monitoring van watervogels als niet-broedvogel in de Nederlandse Waddenzee: evaluatie huidige opzet en voorstellen voor de toekomst. Sovon-onderzoeksrapport 2002/01. Sovon, Beek-Ubbergen.
- van Roomen M.W.J., E.A.J. van Winden, K. Koffijberg, R. Kleefstra, G. Ottens, B. Voslamber & Sovon Ganzen- en zwanenwerkgroep 2003. Watervogels in Nederland in 2001/2002. Sovon-monitoringrapport 2004/01, RIZA-rapport BM04.01. Sovon, Beek-Ubbergen.
- Rooth J. 1966. Vogeltellingen in het hele Nederlandse Waddengebied augustus 1963. *Limosa* 39: 175-181.
- Smit C.J. & P.M. Zegers 1994. Shorebird counts in the Dutch Wadden Sea, 1980-91: a comparison with the 1965-77 period. *Ophelia suppl.* 6: 163-170.

- Smit C., B. Ens & B. Koks 2000. Afnemende aantallen Scholekster in de Waddenzee. *Sovon-Nieuws* 13: 16-17.
- Soldaat L., E. van Winden, C. van Turnhout, C. Berrevoets, M. van Roomen & A. van Strien 2004. Indexen en trends bij het watervogelmeetnet. Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg/Heerlen.
- Spaans A.L. 1967. Wadvogeltellingen in het gehele Nederlandse Waddengebied in december 1966. *Limosa* 40: 206-215.
- Spaans A.L. 1998. The Herring Gull *Larus argentatus* as a breeding bird in the Netherlands during the 20th century. *Sula* 12: 185-198.
- van Strien A. & J. Pannekoek 1999. Missen is gissen. Ontbrekende tellingen in vogelmeetnetten. *Limosa* 72: 49-54.
- Swennen C. 1976. Populatiestructuur en voedsel van de Eidearend *Somateria mollissima* in de Nederlandse Waddenzee. *Ardea* 64: 311-371.
- Swennen C. 1991. Ecology and population dynamics of the Common Eider in the Dutch Wadden Sea. Proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen.
- Swennen C. & T. Mulder 1995. Ruiende Bergeenden *Tadorna tadorna* in de Nederlandse Waddenzee. *Limosa* 68: 15-20.
- van Turnhout C. & E. van Winden 2000. Analyse van wadvogeltellingen in steekproefgebieden in de Nederlandse Waddenzee in 1980-98. *Sovon-onderzoeksrapport 2000/02*. Sovon, Beek-Ubbergen.
- Underhill L.G. & R.P. Prys-Jones 1994. Index numbers for waterbird populations. (I) Review and methodology. *Journal of Applied Ecology* 31: 463-480.
- Verhulst S., K. Oosterbeek, A.L. Rutten & B.J. Ens 2004. Shellfish fishery severely reduces condition and survival of oystercatchers despite creation of large marine protected areas. *Ecology and Society* 9: 17 www.ecologyandsociety.org/vol9/iss1/art17
- Zegers P.M. 1985. Vogeltellingen in het Nederlandse deel van de Waddenzee 1976-1979. Rapport SBB 1985-10. Staatsbosbeheer, Utrecht.
- Zegers P.M. & N.D. Kwint 1992. Vogeltellingen in het Nederlandse deel van het Waddengebied in 1979-90. *Sovon-rapport 1992/14*. Sovon, Beek-Ubbergen.
- Zwarts L. 1996. Waders and their estuarine food supplies. Proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen. Van Zee tot Land 60. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.
- Zwarts L., W. Dubbeldam, K. Essink, H. van de Heuvel, E. van de Laar, U. Menke, L. Hazelhoff & C.J. Smit 2003. Bodemgesteldheid en mechanische kokkelvisserij in de Waddenzee. EVA II deelrapport G. RIZA, Lelystad.

Marc van Roomen, Chris van Turnhout, Erik van Winden en Ben Koks,
 marc.vanroomen@sovon.nl
 Sovon Vogelonderzoek Nederland,
 Rijksstraatweg 178, 6573 DG Beek-Ubbergen
 Paul Goedhart, Biometris, Wageningen UR,
 Postbus 100, 6700 AC Wageningen
 Mardik Leopold en Cor Smit, Alterra-Textel,
 Postbus 167, 1790 AD Den Burg

Trends in benthivorous waterbirds in the Dutch Wadden Sea 1975-2002: large differences between shellfish-eaters and worm-eaters

In this paper trends in the numerical presence of 18 benthivorous waterbird species in the Dutch Wadden Sea (Figure 1) in the period 1975-2002 are analysed, using all available counts (Figure 2) and U-Index to impute missing counts. Three species have decreased in numbers, ten species have increased, and five species have fluctuated around a stable mean (Table 1, Figure 3). However, for ten species the trend in the period 1975/76-1990/91 differed significantly from that during 1991/92-2001/02. This concerns especially species that mainly feed on either worms or shellfish. Furthermore, worm-eating species and shellfish-eating species show opposite trends, a difference that is significant for the period 1991/92-2001/02. All four species which depend on bivalves have decreased

(Common Eider, Eurasian Oystercatcher, Red Knot and European Herring Gull), whereas five out of six worm-eating species have increased. The larger the contribution of shellfish in the diet, the larger the population decrease in 1991/92-2001/02. Other studies have shown that the recent decrease in Common Eider and Eurasian Oystercatcher numbers are at least partly caused by deteriorating feeding opportunities. Intertidal mussel beds have largely disappeared in the early nineties (due to overfishing, poor spatfall and possibly winter storms) and cockles were heavily exploited by commercial mechanised fisheries. For Red Knot especially the disturbance of the sediment by mechanised cockle fisheries is important with a range of effects on the quality and quantity of their food. The recent, broad increase of numbers of worm-eating species may be linked to a shift in the ecosystem (reduced shellfish stocks, increased worm stocks) but the mechanisms underlying this change remain to be identified fully.