



Aantalontwikkeling van wadvogels in de Nederlandse Waddenzee in 1990-2008

Verschillen tussen Oost en West

Harvey van Diek

In het begin van de jaren negentig werd de Waddenzee getroffen door de grote schelpdiercrisis. Droogvallende mosselbanken verdwenen bijna allemaal en de kokkelbestanden bereikten een historisch dieptepunt. Sindsdien zijn de schelpdierbestanden op de droogvallende platen beter beschermd en heeft ook herstel plaatsgevonden. Je zou verwachten dat dit doorwerkt in de aantallen wadvogels die de Waddenzee bevolken. Maar is dat ook zo?

Bruno J. Ens, Erik A.J. van Winden, Chris A.M. van Turnhout, Marc W.J. van Roomen, Cor J. Smit & Jeroen M. Jansen

De allereerste poging om de vogels in de Nederlandse Waddenzee integraal te tellen vond plaats op 5 oktober 1931 (van Oordt 1932), maar het duurde tot het begin van de jaren zeventig totdat dergelijke integrale tellingen met enige regelmaat plaatsvonden. Dat betekent dat er ondertussen systematisch verzamelde gegevens zijn over een periode van meer dan 30 jaar. In die tijd hebben zich grote veranderingen voorgedaan in de Waddenzee. Vanaf 1990 vertoonden de schelpdieretende wadvogels (Kanoet, Scholtekster, Zilvermeeuw en Eider) een duidelijke negatieve trend in de aantallen, die scherp contrasteerde met de veelal positieve trend voor de wormenetende soorten (Leopold *et al.* 2004, van Roomen *et al.* 2005). De verdwijning van de droogvallende mosselbanken door overbevissing rond 1990 in combinatie met de intensieve mechanische kokkelvisserij in die tijd worden algemeen gezien als de belangrijkste oorzaken voor deze ontwikkelingen in de vogelbevolking (Leo-

pold *et al.* 2004, Ens *et al.* 2004, van Roomen *et al.* 2005). Sinds het verdwijnen van de droogvallende mosselbanken in 1990 is de bescherming van zulke banken aanzienlijk verbeterd en dit heeft geleid tot een duidelijk herstel (Ens *et al.* 2004). Dit heeft zich echter vooral voorgedaan in de oostelijke Waddenzee en nauwelijks in de westelijke. Dat roept de vraag op of het herstel van de mosselbanken ook heeft geleid tot herstel van de aantallen schelpdieretende wadvogels en zo ja, of dat dan ook vooral merkbaar is in de oostelijke Waddenzee.

Dit is de kernvraag van dit artikel, maar we zullen ons niet beperken tot de Mossel *Mytilus edulis*. Ook van twee andere voor vogels belangrijke schelpdieren, de Kokkel *Cerastoderma edule* en het Nonnetje *Macoma balthica*, worden sinds 1990 in de hele Waddenzee gegevens verzameld door de jaarlijkse inventarisaties van IMARES, voorheen RIVO-DLO (Bult *et al.* 2004). Dat maakt het mogelijk ook voor deze twee schelpdiersoorten de ontwikkeling te vergelijken tussen de oostelijke en de westelijke Waddenzee. Daarnaast moet rekening worden gehouden met verschillen in bodemgesteldheid tussen de deelgebieden. Gemiddeld genomen is de oostelijke Waddenzee slijkgiger en de westelijke Waddenzee zandiger. In eerder onderzoek is al aangetoond dat bijvoorbeeld Bonte Strandlopers de wat meer slijkgige delen van de Waddenzee prefereren, terwijl Rosse Grutto's een voorkeur hebben voor de meer zandige delen (Ens *et al.* 1993).

Trendmatige veranderingen kunnen natuurlijk ook al voor 1990 zijn ingezet en over de jaren 1975-90 zijn goede vogelgegevens beschikbaar, waarover al eerder uitgebreid is gerapporteerd door van Roomen *et al.* (2005), maar zonder on-

derscheid tussen de oostelijke en de westelijke Waddenzee. Ook al voor 1990 waren er soms opmerkelijke verschillen in ontwikkeling tussen deze twee deelgebieden. In dit artikel beperken we ons echter tot de periode na 1990, omdat alleen voor die periode ook gebiedsdekkende gegevens over de schelpdierbestanden beschikbaar zijn. In de discussie zullen we ons richten op de oorzaken van de gevonden verschillen tussen de ontwikkelingen in de oostelijke en westelijke Waddenzee.

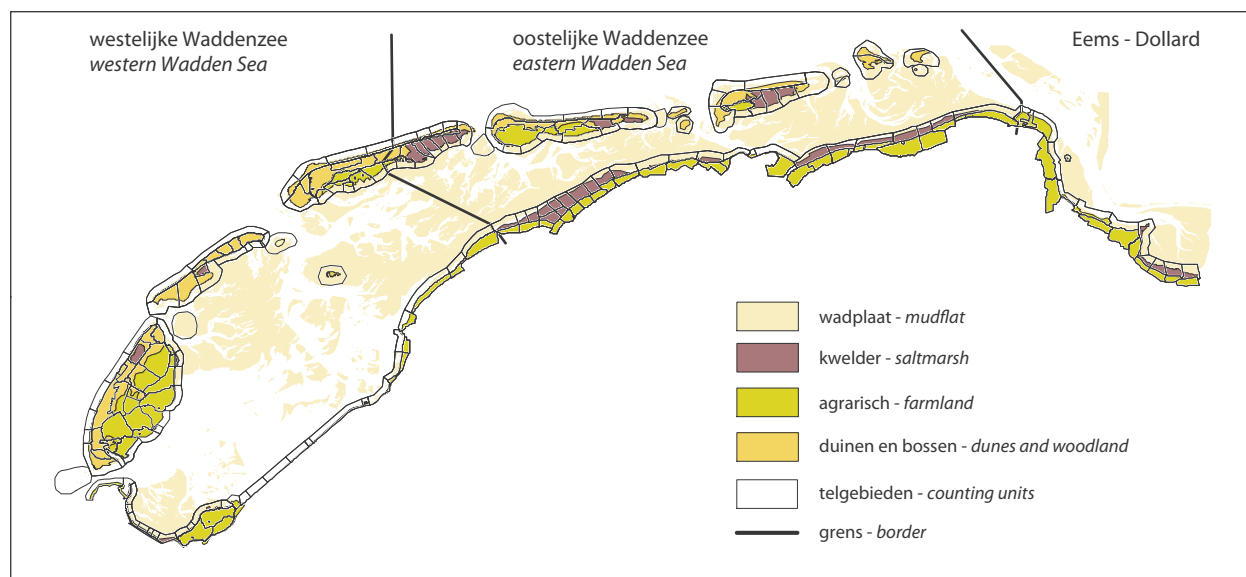
METHODEN

Onderzoeksgebied

De Nederlandse Waddenzee wordt vaak opgedeeld in drie gebieden: de westelijke Waddenzee, de oostelijke Waddenzee en het Eems-Dollardgebied (figuur 1). In dit artikel wordt het Eems-Dollardestuarium buiten beschouwing gelaten. Het areaal droogvallende wadplaten bedraagt 61 216 ha in de westelijke en 50 666 ha in de oostelijke Waddenzee. Dit betekent dat als schelpdierbestanden en vogels naar rato van het oppervlakte wad verdeeld zouden zijn 55% daarvan in de westelijke en 45% in de oostelijke Waddenzee voor zouden komen.

Meting schelpdierbestanden

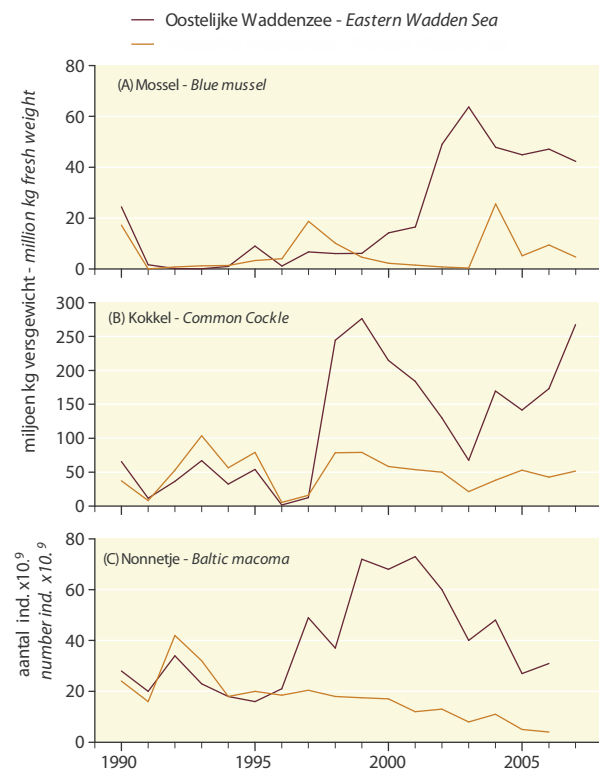
Ieder voorjaar (april-juni) worden in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit de littorale schelpdierbestanden in de Waddenzee geïnventariseerd. Dit gebeurt al sinds 1990. In deze inventarisaties zijn Mossels en Kokkels de doelsoorten. Daarnaast worden ook andere



Figuur 1. Kaart van de telgebieden in de Nederlandse Waddenzee en een aanduiding van de grenzen tussen de westelijke en de oostelijke Waddenzee en het Eems-Dollard estuarium. Map of the counting areas in the Dutch Wadden Sea and an indication of the borders between the western and eastern Wadden Sea and the Eems-Dollard estuary.

Tabel 1: Resultaten van lineaire regressieanalyses per soort van de seizoensgemiddelden in de westelijke en oostelijke Waddenzee in 1990-2008. Weergegeven zijn de jaarlijkse toe- of afname van het seizoensgemiddelde (B), de correlatiecoëfficiënt (r), en de significantie (P). Soorten waarvan de verhouding tussen de aantallen in de westelijke en oostelijke Waddenzee significant veranderde (wat duidt op een verschillende trend tussen oost en west) zijn aangeduid met een asterisk. *Linear regression analysis of the average annual numbers of each species in western and eastern Wadden Sea against time for 1990-2008. Indicated are the annual increase or decrease in average numbers (B), the correlation coefficient (r), and the statistical significance (P). Species in which the proportion of birds in the western and eastern part of the Wadden Sea changed significantly (evidence of trends differing between east and west) are indicated with an asterisk.*

	westelijke Waddenzee <i>western Wadden Sea</i>			oostelijke Waddenzee <i>eastern Wadden Sea</i>		
	B	r	P	B	r	P
schelpdiereneters <i>bivalve feeders</i>						
Eider <i>Somateria mollissima</i> *	-293	-0.05	0.832	889	0.50	0.033
Scholekster <i>Haematopus ostralegus</i>	-1628	-0.76	0.001	-1762	-0.73	0.001
Kanoet <i>Calidris canutus</i> *	-2344	-0.70	0.001	1048	0.74	0.001
Zilvermeeuw <i>Larus argentatus</i> *	-738	-0.69	0.002	-321	-0.26	0.295
wormeneters <i>worm feeders</i>						
Kluut <i>Recurvirostra avosetta</i> *	20	0.45	0.063	-81	-0.28	0.267
Bontbekplevier <i>Charadrius hiaticula</i>	13	0.41	0.088	58	0.62	0.006
Zilverplevier <i>Pluvialis squatarola</i>	176	0.58	0.011	247	0.44	0.067
Drieteenstrandloper <i>C. alba</i> *	208	0.92	0.001	107	0.90	0.001
Bonte Strandloper <i>C. alpina</i>	1760	0.66	0.003	2323	0.65	0.003
Rosse Grutto <i>Limosa lapponica</i> *	1927	0.91	0.001	525	0.57	0.013
ander dieet <i>mixed or other diet</i>						
Bergeend <i>Tadorna tadorna</i>	360	0.71	0.001	428	0.47	0.047
Wulp <i>Numenius arquata</i> *	908	0.73	0.001	-92	-0.06	0.817
Zwarte Ruiters <i>Tringa erythropus</i> *	-17	-0.61	0.008	4	0.09	0.716
Tureluur <i>T. totanus</i>	228	0.61	0.008	274	0.59	0.010
Groenpootruiter <i>T. nebularia</i> *	-15	-0.39	0.115	59	0.52	0.029
Steenloper <i>Arenaria interpres</i> *	-87	-0.72	0.001	61	0.59	0.011
Kokmeeuw <i>Croicocephalus ridibundus</i>	86	0.06	0.829	-468	-0.33	0.185
Stormmeeuw <i>Larus canus</i>	300	0.39	0.109	-197	-0.16	0.533



schelpdieren zoals het Nonnetje onderzocht. Hierbij wordt gemonsterd op basis van 31 raaien, waarbij ook tussen de raaien wordt gemonsterd in gebieden waar grotere dichtheden Kokkels en Mossels worden verwacht. Deze verwachting is gebaseerd op eerdere bestandsopnames en informatie van vissers en visserijkundige ambtenaren. Voor Mossels wordt hierbij gebruik gemaakt van de contouren van de mosselbanken die voorafgaand aan de inventarisatie zijn bepaald. Om een goede schatting te kunnen maken van het aanwezige kokkelbestand zijn er in 2009 900 monsters genomen (Kesteloo *et al.* 2009). Ten tijde van de mechanische kokkelvisserij waren dat er bijna twee keer zo veel. Voor Mossels zijn in 2009 ruim 1100 monsters genomen (Goudswaard *et al.* 2009). Dit aantal is afhankelijk van het areaal littorale mosselbanken.

De bestandsopnames vinden plaats vanaf het onderzoeksvaartuig YE42. Een groot deel van de monsters wordt genomen met een daarvoor speciaal ontwikkeld monstertuig, de stempelkor. Daarnaast wordt er tijdens hoog water

Figuur 2. De grootte van littorale schelpdierbestanden in het oostelijke en het westelijke deel van de Nederlandse Waddenzee in 1990-2008. (A): Mossels, (B): Kokkels, (C) Nonnetjes (data IMARES; Goudswaard *et al.* 2009, Kesteloo *et al.* 2009). (A) *Littoral bivalve stocks in the eastern and western parts of the Dutch Wadden Sea in 1990-2008. (A): Mussels, (B): Cockles, (C): Baltic Tellin (data IMARES; Goudswaard et al. 2009, Kesteloo et al. 2009).*

bemonsterd vanuit een bijbootje met het zogenaamde kokkelschepje (voor een beschrijving van de monstertuigen zie Kesteloo *et al.* 2009). Bij laagwater worden er monsters genomen met steekbuizen. De monsters worden aan boord van het schip verwerkt. Kokkels en Mossels worden gesorteerd in leeftijdsklassen. Nonnetjes worden in grootteklassen ingedeeld, terwijl voor andere schelpdieren alleen onderscheid wordt gemaakt tussen broed (eerstejaars) en meerjarige dieren. Per klasse wordt het aantal individuen per monster geteld en het totale aantal gewogen (versgewicht). Vermenigvuldigd met het areaal dat een monsterpunt vertegenwoordigt leidt dit tot een jaarlijkse schatting van het totale bestand van de verschillende schelpdiersoorten in de Waddenzee of deelgebieden daarvan.

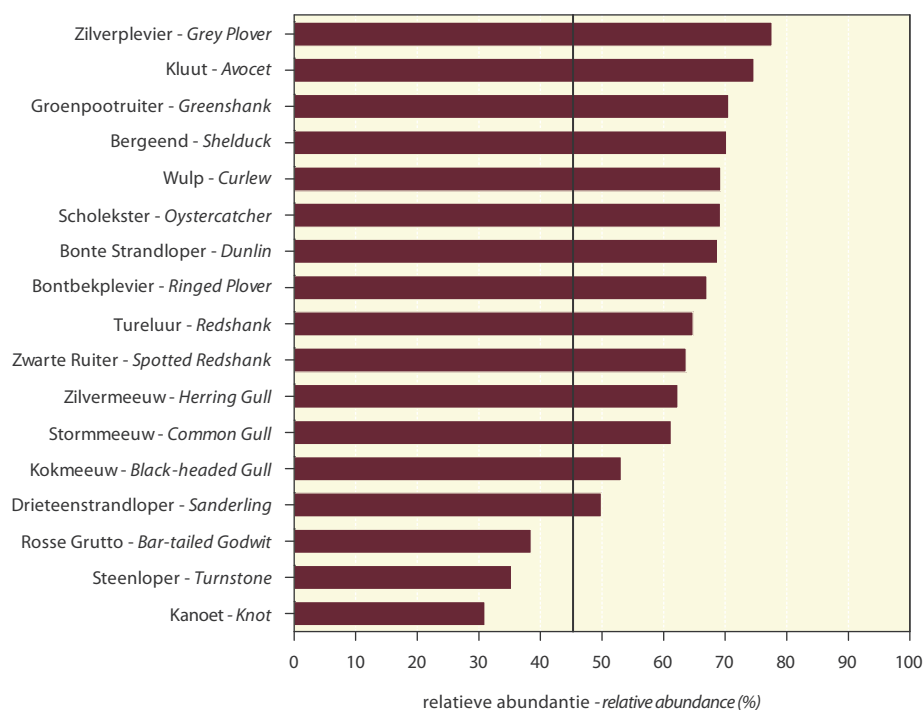
Vogeltellingen

Wadvogels worden geteld als ze zich concentreren op hoogwatervluchtplaatsen (HVP's). Alle gebieden in en rond de Waddenzee die bij hoogwater droog blijven, en waar zich HVP's kunnen bevinden, behoren tot het studiegebied en zijn ingedeeld in telgebieden (figuur 1). Jaarlijks worden in de Waddenzee meerdere gebiedsdekkende hoogwatertellingen uitgevoerd (integrale tellingen), sinds 1994/95 vier tot vijf per jaar. Tegenwoordig worden integrale tellingen uitgevoerd in september, november, januari, mei en een jaarlijks wisselende maand. Naast deze integrale tellingen worden tien deelgebieden al jarenlang frequenter geteld, meestal maandelijks (steekproeftellingen). Bovendien zijn er nog een groot aantal aanvullende gebiedstellingen beschik-

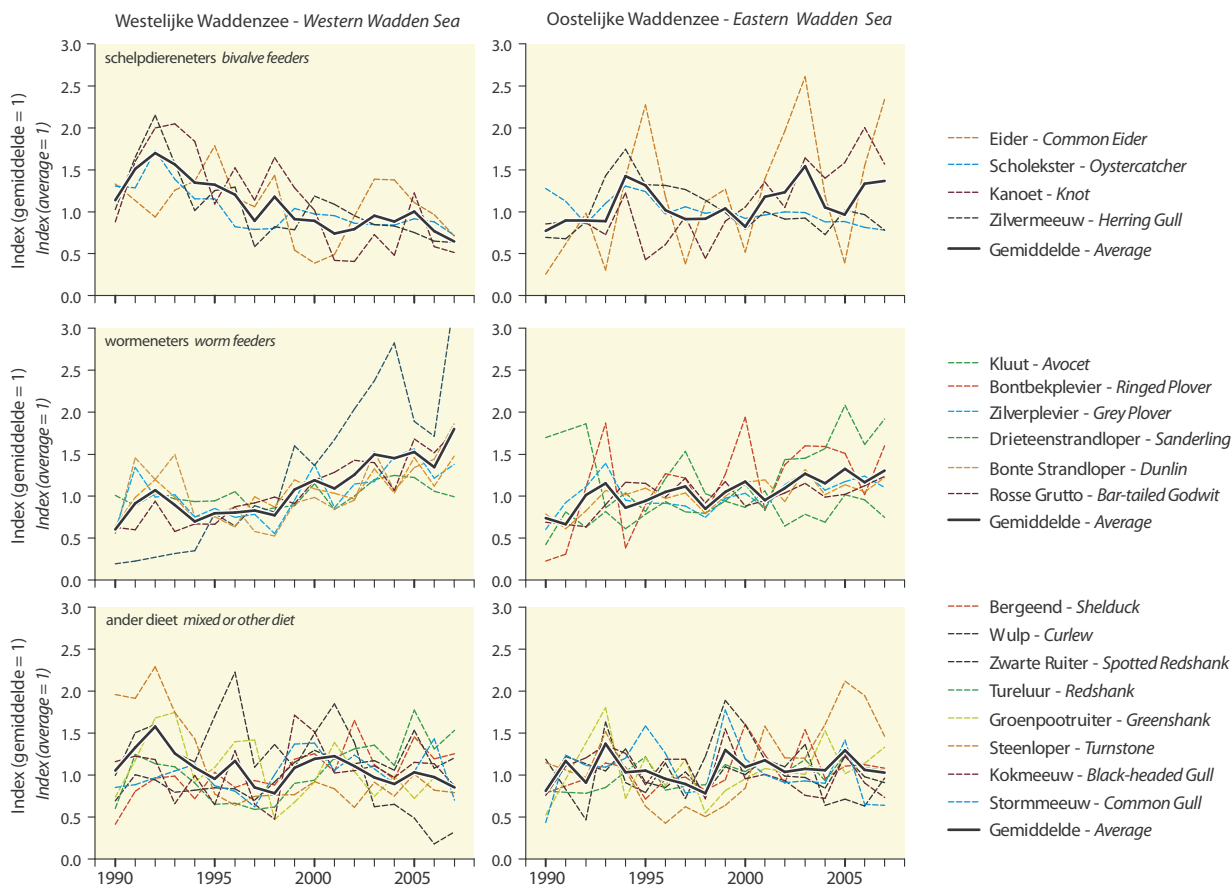
baar die vaak op afzonderlijke eilanden betrekking hebben. Al deze tellingen zijn voor zover mogelijk op het niveau van de telgebieden opgeslagen. Voor Eiders worden elk jaar in januari of begin februari vliegtuigtellingen uitgevoerd boven het open water (Arts & Berrevoets 2007).

Voor de analyses zijn 18 algemene soorten wadvogels geselecteerd die voornamelijk op wadplaten of in geulen foerageren en voor hun voedsel afhankelijk zijn van in en op de bodem levende ongewervelde dieren (tabel 1). Het dieet van deze vogelsoorten is ingedeeld in drie categorieën, op basis van de gewichtpercentages van hun prooidieren: (1) soorten die hoofdzakelijk (>50%) leven van tweekleppige schelpdieren, (2) soorten die hoofdzakelijk (>50%) leven van wormen en (3) soorten die een gemengd dieet hebben of die leven van andere organismen in en op de bodem, zoals slakjes, garnalen en vlokreeftjes (Leopold *et al.* 2004).

Voor het beschrijven van de aantalonwikkelingen zijn alle beschikbare tellingen gebruikt. De dataset bestaat uit een matrix van jaar, maand en telgebied, waarin zowel de integrale tellingen, gebiedstellingen als steekproeftellingen zijn opgenomen. Omdat niet uit alle maanden in de onderzoeksperiode een telling beschikbaar is, is deze matrix niet volledig gevuld. Om te corrigeren voor die variatie in telinspanning worden ontbrekende tellingen bijgeschat met het programma *Uindex* (Bell 1995). Hierbij wordt het aantal vogels per soort gemodelleerd in afhankelijkheid van het telgebied, de maand en het seizoen (jaar). Een seizoen loopt hierbij van juli tot en met juni in het volgende jaar. De berekeningen zijn voor elke soort uitgevoerd voor de westelijke



Figuur 3. Gemiddelde aandeel (1990-2007) van bodemdieretende vogels in de Waddenzee dat in het oostelijke deel verblijft. De dikke lijn is de verwachtingswaarde op basis van de oppervlakte droogvallend wad. *Mean proportion (1990-2007) of benthos-feeding birds residing in the eastern part of the Dutch Wadden Sea. The vertical bold line is the expectation based on the area of intertidal flats in each part.*



Figuur 4. Aantalveranderingen (index) per vogelsoort in 1990-2008. Er is onderscheid gemaakt tussen de westelijke (links) en de oostelijke Waddenzee (rechts) en tussen drie soortgroepen op basis van hun dieet. *Changes in numbers (index) per bird species in 1990-2008. A distinction is made between the western (left) and eastern Dutch Wadden Sea (right), and also between groups of species based on their main diet.*

en oostelijke Waddenzee apart, omdat een verschillende aantalonontwikkeling in deze deelgebieden wordt verondersteld. Voor elk seizoen is vervolgens een seizoensgemiddelde bepaald op basis van de som van getelde en bijgeschatte aantallen gedeeld door 12. De trends per soort in tabel 1 zijn berekend door lineaire regressie van de seizoensgemiddelden over de jaren 1990-2008. Daarnaast zijn trends per voedselgroep berekend door eerst de seizoensgemiddelden te indexeren en deze indexen vervolgens geometrisch te middelen over alle soorten in een voedselgroep. Hierdoor wegen alle soorten even zwaar mee in de samengestelde trends, ongeacht de aantallen waarin ze voorkomen.

Voor meer informatie en bronnen over tellingen, dieet, trendanalyses en de betrouwbaarheid van tellingen en indexen verwijzen we naar van Roomen *et al.* (2005).

RESULTATEN

Schelpdierbestanden

In het voorjaar van 1990 werden nog enkele droogvallende mosselbanken aangetroffen (figuur 2a), die in de daarop volgende zomer volledig werden opgevisst (Beukema 1993,

Beukema & Cadée 1996, Ens 2006). Gedurende de ruim tien jaren daarna ontbraken droogvallende mosselbanken in zowel de westelijke als de oostelijke Waddenzee. Pas na de goede broedval in het najaar van 2001 ontwikkelden zich weer grote oppervlaktes droogvallende mosselbanken, echter vooral in de oostelijke Waddenzee. In het westelijke deel zijn nog steeds weinig van zulke banken te vinden (figuur 2a). Na 2001 was het bestand littorale Mossels gemiddeld meer dan zes keer zo groot in de oostelijke als in de westelijke Waddenzee.

Tot aan de strenge winters van 1995/96 en 1996/97 was er weinig verschil tussen de kokkelbestanden in de westelijke en de oostelijke Waddenzee (figuur 2b). Daarna waren de bestanden in het oosten aanzienlijk groter, gemiddeld een factor 3.5. Wat opvalt is dat over de hele periode geen duidelijke trend zichtbaar is in de bestanden in de westelijke Waddenzee, maar dat de bestanden in de oostelijke Waddenzee na de twee strenge winters zeer veel groter werden dan in de periode daarvoor.

Het lijkt erop dat het bestand van Nonnetjes in de westelijke Waddenzee al vanaf de jaren negentig in de vorige eeuw terugliep (figuur 2c). Tot 1997 ontwikkelden de be-

standen zich vergelijkbaar in de twee deelgebieden, maar daarna namen ze in de oostelijke Waddenzee sterk toe om na 2001 weer in te zakken. Vanaf 1997 waren de bestanden in de oostelijke Waddenzee gemiddeld vier keer groter dan in de westelijke Waddenzee.

Uit deze gegevens blijkt dus dat de bestanden van Mossel, Kokkel en Nonnetje in de oostelijke Waddenzee groter zijn dan in de westelijke. Het is opvallend dat de bestanden van alle drie de schelpdiersoorten pas in de tweede helft van de onderzoeksperiode duidelijk gingen verschillen tussen oost en west. Het omslagpunt varieerde: 1997 (Nonnetje), 1998 (Kokkel) en 2000 (Mossel).

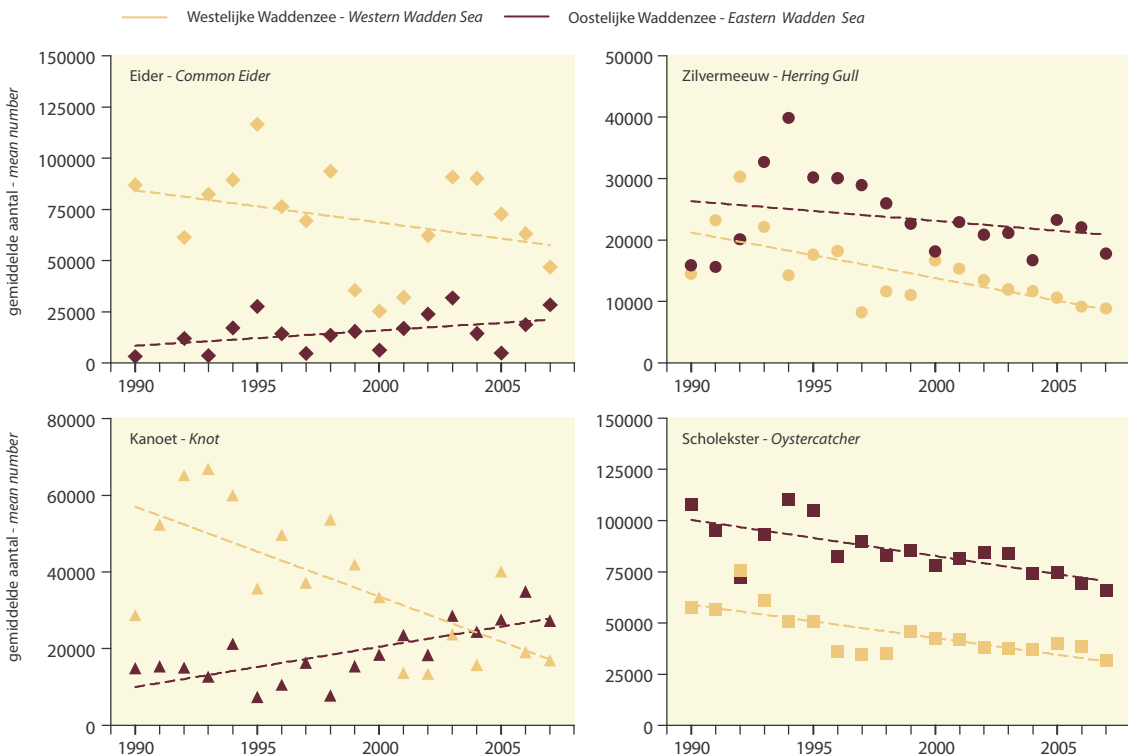
Vogelaantallen

Ook de aantallen wadvogels blijken duidelijk te verschillen tussen de oostelijke en westelijke Waddenzee. Sommige soorten die zachte slikken prefereren, zoals Kluut, Zwarte Ruiter en Zilverplevier, zijn vooral talrijk in het oostelijke deel. Andere soorten die meer van zandig wad houden, zoals Kanoet en Rosse Grutto, worden vooral in het westen aangetroffen (figuur 3). Daarbij moet wel worden aangetekend dat dit een gemiddeld beeld over de hele periode is. In

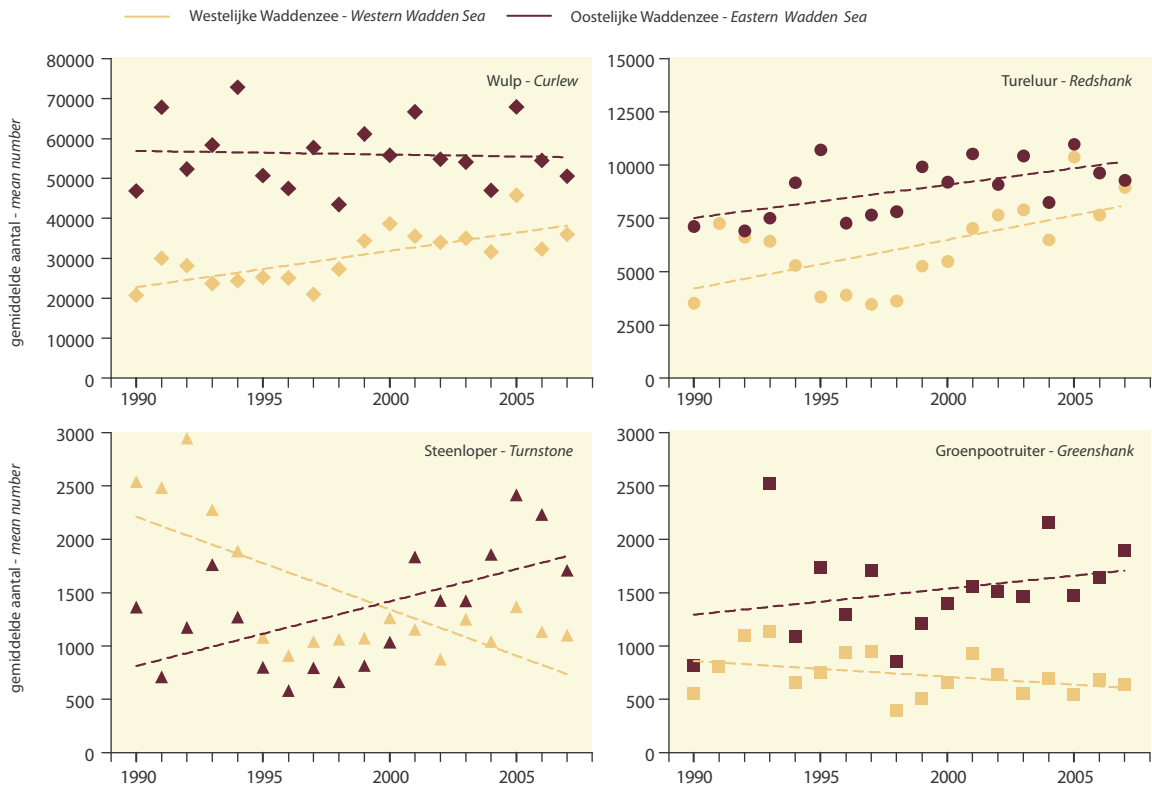
de beginjaren waren Kanoeten veel talrijker in de westelijke Waddenzee maar tegenwoordig is er weinig verschil meer tussen west en oost zoals we later zullen zien.

Het aantalverloop van de schelpdieretende vogels in 1990-2008 verschilt tussen de oostelijke en westelijke Waddenzee (figuur 4, waarin ook de gemiddelde indexen van de voedselgroepen zijn weergegeven, en tabel 1). In de westelijke Waddenzee heeft een duidelijke afname plaatsgevonden, terwijl er in het oostelijke deel eerder sprake lijkt van een toename. Niet alle soorten volgen echter dit gemiddelde beeld. Dat doen wel Eider en Kanoet, maar niet Zilvermeeuw en Scholekster, die zowel in de westelijke als oostelijke Waddenzee afnemen (figuur 5, tabel 1). Daarbij is het wel zo dat de Zilvermeeuw sterker afneemt in de westelijke dan in de oostelijke Waddenzee. Bij de Scholekster is de afname ongeveer even sterk in beide deelgebieden (figuur 5, tabel 1).

Wormeneters nemen toe in zowel de oostelijke als westelijke Waddenzee, maar ogenschijnlijk sterker in de westelijke. Er is maar één soort die zich duidelijk anders lijkt te gedragen: de Kluut lijkt toe te nemen in de westelijke en af te nemen in de oostelijke Waddenzee (figuur 4), maar geen van beide trends is significant (tabel 1).



Figuur 5. Ontwikkeling in de jaarlijkse aantallen van vier schelpdieretende vogelsoorten (Eider, Kanoet, Zilvermeeuw en Scholekster) in de westelijke en oostelijke Waddenzee in 1990-2008. De lineaire trend is weergegeven met een regressielijn; de significantie van de trend is weergegeven in tabel 1. *Development in the annual numbers of four shellfish-eating bird species (Common Eider, Red Knot, Herring Gull and Oystercatcher) in the western and eastern parts of the Dutch Wadden Sea in 1990-2008. The linear trend is shown by a regression line; whether or not this trend is significant is indicated in table 1.*



Figuur 6: Ontwikkeling in de jaarlijkse aantallen van vier vogelsoorten met een gemengd of 'ander' dieet die regelmatig op mosselbanken foerageren (Steenloper, Groenpootruiter, Tureluur en Wulp) in de westelijke en oostelijke Waddenzee in 1990-2008. De lineaire trend is weergegeven met een regressielijn; de significantie van de trend is weergegeven in tabel 1. *Development in the annual numbers of four species with a mixed diet that regularly forage on mussel beds (Turnstone, Greenshank, Redshank and Curlew) in the western and eastern parts of the Dutch Wadden Sea in 1990-2008. The linear trend is shown by a regression line; whether or not this trend is significant is indicated in table 1.*

Voor de bodemdierenetende vogels die geen echte voorkeur voor schelpdieren of wormen hebben of voornamelijk andere prooien eten vertoont de trend over 1990-2008 geen duidelijke toe- of afname. Er zijn ook geen duidelijke verschillen tussen de oostelijke en de westelijke Waddenzee (figuur 4, tabel 1). In beide deelgebieden komen soorten voor die toenemen en soorten die afnemen. Sommige soorten foerageren geregeld op mosselbanken. Voor die soorten voorspellen we een toename in de oostelijke en een afname in de westelijke Waddenzee. Dat patroon is heel duidelijk aanwezig bij Steenloper en minder duidelijk bij Groenpootruiter (figuur 6). De Zwarte Ruiter neemt echter af in de westelijke Waddenzee maar vertoont geen duidelijke trend in het oostelijke deel (tabel 1). De Tureluur neemt toe in beide delen van de Waddenzee. De Wulp neemt zelfs toe in de westelijke en af in de oostelijke Waddenzee (figuur 6), al is dat laatste niet significant (tabel 1).

DISCUSSIE

De centrale vraag in deze discussie is of het mogelijk is de veranderingen te verklaren die zich sinds de schelpdiercrisis van 1990 hebben voorgedaan in de aantallen wadvogels die

de Waddenzee gebruiken. Voordat wij ons op die vraag storten is het goed te beseffen dat veranderingen in de getelde aantallen het gevolg kunnen zijn van zowel werkelijke veranderingen in populatiegrootte als veranderingen in gedrag. Wat dat laatste betreft: de vogels kunnen bijvoorbeeld korter of langer in de Waddenzee blijven, of een wisselend deel van de vogels van een bepaalde populatie kan wel of juist niet meer van het gebied gebruik maken. Omdat wadvogels een hoge levensverwachting hebben zullen sterke fluctuaties van jaar op jaar meestal het gevolg zijn van veranderingen in gedrag, terwijl trendmatige veranderingen door zowel veranderingen in populatiegrootte als gedrag kunnen worden veroorzaakt.

Schelpdieretende vogels

Aanleiding voor de hier gepresenteerde analyse is het gegeven dat de schelpdierbestanden zich sinds 1990 veel gunstiger hebben ontwikkeld in de oostelijke dan in de westelijke Waddenzee. We verwachten een duidelijk effect op de schelpdieretende vogels en dat lijkt er ook te zijn, vooral bij de Kanoet. Die soort laat een sterke afname zien in de westelijke en een sterke toename in de oostelijke Waddenzee, al is die toename in omvang slechts de helft van de afname

(het seizoensgemiddelde in de westelijke Waddenzee nam met 40 000 af van 60 000 naar 20 000 vogels, terwijl het in de oostelijke Waddenzee steeg met 20 000 van 10 000 naar 30 000 vogels). Hierbij moet worden aangetekend dat de schelpdierbestanden zoals die door IMARES worden gemeten dieren betreffen die merendeels te groot zijn om als prooi te dienen voor de Kanoet. Omdat Kanoeten de schelpdieren in hun geheel inslikken zijn alleen de kleinere exemplaren geschikt (Zwarts & Blomert 1992) en die worden niet goed bemonsterd. Grote schelpdieren beginnen echter klein en de verschillen tussen de bestanden in de westelijke en oostelijke Waddenzee zijn zo groot dat het zeer waarschijnlijk is dat hetzelfde patroon opgaat voor de voor Kanoeten wel beschikbare schelpdieren. Dat grove beeld kan in het geval van de Kanoet aanzienlijk worden verfijnd, omdat naar de voedsel-ecologie van die soort al jaren zeer intensief onderzoek wordt gedaan (Piersma 1994, van Gils 2004). Combinatie van die kennis met een jaarlijkse grootschalige bemonstering sinds 1996 van het voor Kanoeten beschikbare voedsel in de westelijke Waddenzee stelde Kraan *et al.* (2009) in staat te concluderen dat tussen 1996 en 2005 de oppervlakte wad met een voldoende hoog voedselaanbod met 55% was afgenomen in de westelijke Waddenzee. Vergelijkbare gegevens over het voedselaanbod voor Kanoeten zijn voor de oostelijke Waddenzee alleen beschikbaar voor 2004 en 2006 (Kraan *et al.* 2007).

Ook de veranderingen in de aantallen Eiders stemmen overeen met de verwachting, ondanks de sterke fluctuaties

van jaar op jaar in beide deelgebieden. Daarbij moet worden aangetekend dat Eiders alleen in januari worden geteld, vanuit een vliegtuig (Arts & Berrevoets 2007), hetgeen geen goede weerspiegeling hoeft te geven van de populatieontwikkeling in andere delen van het jaar. Daarnaast zijn de Eiders die in en rond het Waddengebied overwinteren sterk afhankelijk van de sublittorale schelpdierbestanden in zowel de westelijke Waddenzee als de Noordzeekustzone (Camp-huysen *et al.* 2002, Ens *et al.* 2006). In de oostelijke Waddenzee zijn de sublittorale schelpdierbestanden waarschijnlijk van ondergeschikt belang, en juist daar zijn er duidelijke aanwijzingen voor een toename van de Eiders.

Zilvermeeuwen vertonen zowel in de oostelijke als de westelijke Waddenzee een afname, al is die alleen in het westelijke deel significant. Mogelijk is hier sprake van een grootschalige populatieafname, want ook op het wad van Nedersaksen en Sleeswijk-Holstein nemen de aantallen af (JMMS 2008). Er is wel duidelijk sprake van een oostwaartse verschuiving van de Zilvermeeuwen in de Nederlandse Waddenzee. Aan het begin van de onderzoeksperiode waren de aantallen in de westelijke en oostelijke Waddenzee ongeveer gelijk, maar de laatste jaren verblijven er in het oosten ongeveer twee keer zo veel Zilvermeeuwen als in het westen.

Opvallend genoeg vertonen de Scholeksters totaal niet het verwachte aantalverloop. Zowel in de oostelijke als in de westelijke Waddenzee nemen de aantallen sterk af. Een mogelijke verklaring is de hoge levensverwachting en de zeer sterke plaatstrouw van Scholeksters, in combinatie met de



De Scholekster behoort tot de soorten die zowel in de westelijke als de oostelijke Waddenzee zijn afgenomen. *Oystercatcher declined in both the western and eastern part of the Wadden Sea.*

toegenomen handkockelvisserij. De levensverwachting van Scholeksters is de hoogste van alle wadvogels en individuen kunnen meer dan 40 jaar oud worden. Dat betekent dat een dramatische achteruitgang van het voedselaanbod, zoals het verdwijnen van de droogvallende mosselbanken in 1990, niet meteen gevolgd wordt door het instorten van de scholeksterpopulatie. Modelberekeningen voor de Waddenzee over de jaren 1990-2001 tonen aan dat het voedselaanbod krap was in vergelijking met het aantal aanwezige Scholeksters (Rappoldt *et al.* 2003). De auteurs voorspelden dat de aantallen Scholeksters verder zouden afnemen en dat is ook gebeurd. Ondertussen zijn ze zo ver gedaald dat er voldoende voedsel is voor de overgebleven Scholeksters (Rappoldt *et al.* 2008). Het heeft dus meer dan tien jaar geduurd voordat de aantallen Scholeksters in evenwicht waren gekomen met het voedselaanbod. Dat verklaart echter niet waarom er geen verschuiving heeft plaatsgevonden naar de oostelijke Waddenzee. Dit kan te maken hebben met de extreme plaatstrouw van de Scholeksters, die hun favoriete overwinteringsplek alleen verlaten als die dichtvriest (Camphuysen *et al.* 1996), en niet als het schelpdierbestand door visserij wordt verlaagd (Atkinson *et al.* 2003, Verhulst *et al.* 2004). Het zijn vooral de jonge Scholeksters die nieuwe gebieden ontdekken en bevolken (Sutherland 1982). De laatste jaren komen er echter maar weinig Scholeksters groot en dus is er sprake van een vergrijzende populatie die zich niet of nauwelijks herverdeelt binnen de Waddenzee. Daarnaast speelt mogelijk de handkockelvisserij een rol. Handkockelvisserij richten zich niet op de kleine Kokkels die door Kanoeten worden gegeten, maar op de grotere exemplaren waar ook de Scholeksters naar zoeken. Op Ameland wordt de laatste jaren een sterke toename van deze visserij vastgesteld, en parallel daaraan een dramatische afname van de aantallen Scholeksters (Kees Rappoldt). Het wad onder Ameland behoort in onze indeling tot de oostelijke Waddenzee, waar de schelpdieren zijn toegenomen. Het lijkt zeer de moeite waard om de relatie tussen veranderingen in aantallen Scholeksters en veranderingen in het voedselaanbod in de Waddenzee in meer detail te onderzoeken op basis van kleinere deelgebieden.

Vogels op schelpdierbanken die niet van schelpdieren leven

Schelpdierbanken zijn niet alleen van belang voor vogels die schelpdieren eten, maar ook voor vogels die andere bodemdieren eten die op of in de schelpdierbanken leven. Een voorbeeld zijn Wulpen die op mosselbanken zoeken naar Strandkrabben *Carcinus maenas*. Voor geen van deze soorten hebben we echter een goed beeld van het belang van de schelpdierbanken. Zo kunnen Wulpen ook op het kale wad foerageren op Zeeduizendpoten *Nereis diversicolor* en Strandgapers *Mya arenaria*. Alleen wanneer de met schelpdierbanken geassocieerde prooien het hoofdvoedsel vor-

men verwachten we een duidelijk ander aantalverloop in de oostelijke dan in de westelijke Waddenzee.

Drie soorten laten min of meer het verwachte patroon zien van een toename in de oostelijke Waddenzee en een afname in de westelijke Waddenzee: Steenloper, Zwarte Ruiter en Groenpootruiter. Steenlopers foerageren vaak op hard substraat zoals mosselbanken, maar ook op dijken en strekdammen, waar ze een zeer breed spectrum aan prooidieren vangen (Leopold *et al.* 2004). In de Waddenzee vormen Zeeduizendpoten, Garnalen *Crangon crangon*, Strandkrabben en Brakwatergrondels *Potamochistus microps* het hoofdvoedsel voor zowel Groenpootruiter (Swennen 1971) als Zwarte Ruiter (Holthuyzen 1979), waarbij de Groenpootruiter gemiddeld genomen wat grotere exemplaren eet. Krabben zijn zeer talrijk op de droogvallende mosselbanken en garnalen en grondels komen massaal voor in de poeltjes op en rond de mosselbanken en daar worden Groenpootruiters en Zwarte Ruiters dan ook vaak gezien. Garnalen en grondels kunnen echter ook gevangen worden in kleine slenkjes en geulen in afwezigheid van mosselbanken, zoals in de zeer slijkkige Dollard (Holthuyzen 1979).

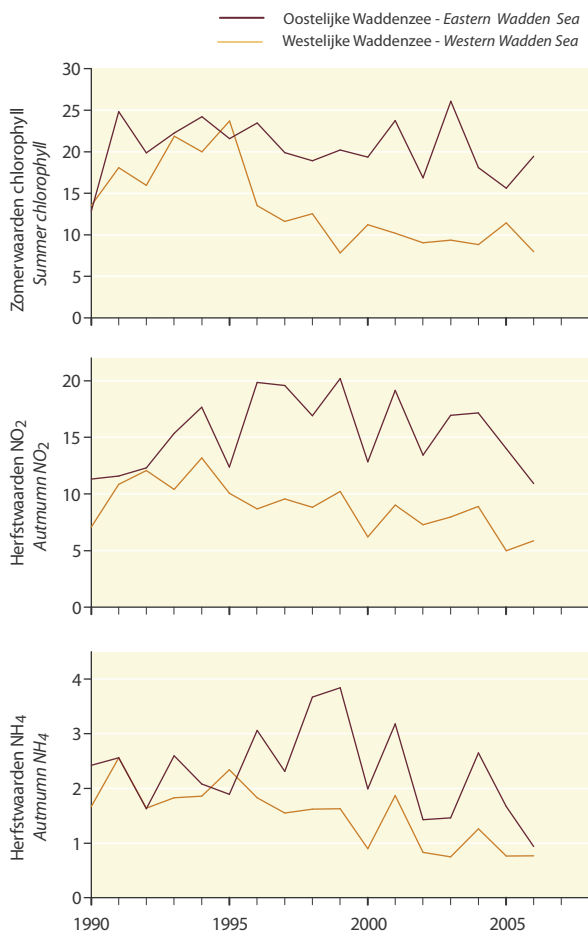
Voor de overige soorten is het aantalverloop niet volgens verwachting en is de hypothese dan ook dat de aantallen niet primair worden gestuurd door de veranderingen in de schelpdierbestanden. In het geval van de Bergeend zijn voor de Ballastplaat grote ruiconcentraties beschreven die daar massaal foerageerden op Slijkgarnalen *Corophium volutator* (Kraan *et al.* 2006). Het is bekend dat Kokkels en Slijkgarnalen met elkaar om ruimte concurreren.

Vogels die van wormen leven

Het is opvallend dat vrijwel alle wormenetende wadvogels zowel in de oostelijke als in de westelijke Waddenzee een significante of bijna significante toename lieten zien. De enige uitzondering is de Kluut, met een niet significante afname in de oostelijke Waddenzee. Mede hierdoor lijkt het erop dat de wormeneters sterker zijn toegenomen in de westelijke dan in de oostelijke Waddenzee.

De algehele toename van wormeneters is eerder geconstateerd door Leopold *et al.* (2004) en van Roomen *et al.* (2005), die het voor mogelijk houden dat zij indirect een gevolg is geweest van de mechanische schelpdiervisserij. Schelpdiervisserij zou leiden tot een toename van wormen (Reise 1982) en op korte termijn zijn daarvoor ook aanwijzingen (Kraan *et al.* 2004). De gunstige ontwikkeling van schelpdierbestanden in de oostelijke Waddenzee zou een aanwijzing kunnen zijn dat in de tweede helft van de onderzoeksperiode de schelpdiervisserij meer effect heeft gehad in de westelijke Waddenzee, en dat zou dan weer kloppen met de iets sterkere toename van wormeneters in het westen.

Een alternatieve verklaring is dat de veranderingen in wormen en de wormenetende vogelbevolking worden ge-



Figuur 7. Het verloop in de westelijke en de oostelijke Waddenzee van enkele grootheden die als indicatief worden gezien voor de mate van eutrofiëring van de zoute kustwateren (van Beusekom *et al.* 2001). Het betreft de zomerwaarden voor chlorofyll (in µg/l, boven), de herfstwaarden voor nitraat (NO₂, in µmol/l, midden) en de herfstwaarden voor ammonium (NH₄, in µmol/l, onder). Data J. van Beusekom.

*Development in the western and eastern Dutch Wadden Sea of parameters thought to indicate the eutrophication status of coastal waters (van Beusekom *et al.* 2001). The indicators are summer values for chlorophyll (in µg/L, above), autumn values for NO₂ (in µmol/L, middle) and autumn values for NH₄ (in µmol/L, below). Data J. van Beusekom.*

stuurd door veranderingen in de voedselrijkdom van het water dat de Waddenzee instroomt. Met name de toevoer van fosfaten nam in de vorige eeuw eerst toe en bereikte in de tachtiger jaren een hoogtepunt, waarna rond 1990 een sterk afname volgde. Om het effect hiervan op het ecosysteem te onderzoeken analyseerden Philippart *et al.* (2007) alle beschikbare datareeksen van nutriënten, algen, bodemdieren en vogels over de periode 1970-2003. Zij vonden zwakke verbanden tussen de verschillende trofische niveaus als alleen naar de biomassa werd gekeken, maar sterke verbanden als ook rekening werd gehouden met de soortsa-

menstelling. De resultaten van die analyse zijn helaas niet in drie woorden samen te vatten maar de vogelgegevens zijn dezelfde als die wij hier gebruiken. Als de toename van de wormeneters in deze dataset samenhangt met een verandering in eutrofiëring, dan zou een afname in eutrofiëring dus gunstig moeten zijn voor wormenetende vogels. Dat klopt met de bevindingen in het Mondego estuarium in Portugal (Lopes *et al.* 2006) maar contrasteert met bevindingen in de Dollard (Essink & Esselink 1998). In de analyse door Philippart *et al.* (2007) wordt geen onderscheid gemaakt tussen de westelijke en de oostelijke Waddenzee. Over de grootheden die gebruikt worden om eutrofiëring te karakteriseren bestaat discussie maar het zou te ver voeren om daar hier op in te gaan. Als we ons baseren op de grootheden die worden gebruikt in het *Quality Status Report* over de Waddenzee (Essink *et al.* 2005) is er in de onderzoeksperiode geen duidelijke trend in de oostelijke Waddenzee, maar een zeer duidelijke afname van de eutrofiëring in het westelijke deel (figuur 7). De toename van wormeneters in de westelijke Waddenzee kan dus mogelijk samenhangen met de afnemende eutrofiëring aldaar, maar de toename van de wormeneters in de oostelijke Waddenzee is niet met een veranderende eutrofiëring verklaarbaar. Het feit dat wormeneters minder sterk lijken toe te nemen in het oosten dan in het westen hangt mogelijk wel samen met de verschillende trends in eutrofiëring.

Een derde verklaring voor de veranderingen in aantallen is klimaatverandering. In het Verenigd Koninkrijk is een verschuiving van overwinterende wadvogels geconstateerd van estuaria in het westen en het zuidwesten naar estuaria aan de oostkust. Deze laatste gebieden zijn voedselrijker maar's winters ook kouder (Austin & Rehfishch 2005). In de afgelopen decennia zijn de winters aan de oostkust echter milder geworden, zodat deze volgens Austin & Rehfishch (2005) nu veel aantrekkelijker is geworden als overwinteringsgebied. Een meer recente analyse laat zien dat voor verschillende soorten wadvogels een zelfde verschuiving naar het oosten ook op Europese schaal waarneembaar is (Maclean *et al.* 2008). Op basis hiervan zouden we ook binnen de internationale Waddenzee een verschuiving naar het oosten kunnen verwachten. Die is echter niet te zien voor de wormeneters in de periode 1987-2007 (JMMB 2008).

Meervoudige verklaringen en toekomstig onderzoek

De bovenstaande discussie behandelt slechts drie van de vele hypothesen die in de afgelopen tijd naar voren zijn gebracht om veranderingen in de aantallen bodemdieretende wadvogels in de Waddenzee te verklaren. Het zijn wel de hypothesen die door het gros van de onderzoekers als het belangrijkste worden ingeschat. De drie hypothesen sluiten elkaar niet uit. Brinkman & Smaal (2004) berekenden met een ecosysteemmodel dat als gevolg van de dalende eutrofië-



Harvey van Diek

Vrijwel alle wormenetende wadvogels, waaronder deze Drieteenstrandlopers, laten zowel in de westelijke als oostelijke Waddenzee een toename zien. *Nearly all worm-eating waders, like Sanderling, have increased in the entire Dutch Wadden Sea.*

ring de maximaal mogelijke schelpdierbestanden in de westelijke Waddenzee bijna zijn gehalveerd. De suggestie dat veranderingen in de toevoer van nutriënten uiteindelijk effect hebben op de aantallen toppredatoren, zoals de bodemdieretende vogels, betekent niet dat schelpdiervisserij geen effect heeft op die aantallen. Om economische redenen zullen schelpdier vissers hun vangsten van jaar op jaar gelijk willen houden en liefst zelfs laten toenemen. Dit betekent dat de kans op overbevissing toeneemt wanneer de productiviteit van het ecosysteem daalt. Dit verklaart volgens Ens (2006) de overbevissing van de droogvallende mosselbanken rond 1990. Dit scenario wordt ondersteund door de trends in schelpdierbestanden en eutrofiëring. In de oostelijke Waddenzee is de eutrofiëring niet teruggelopen en is een verbeterde bescherming van de schelpdierbestanden gevolgd door een toename van die bestanden. In de westelijke Waddenzee is de eutrofiëring wel teruggelopen en heeft een verbeterde bescherming niet geleid tot een zelfde toename. Klimaatverandering lijkt geen aannemelijke verklaring voor de recente toename van de wormenetters in de Nederlandse Waddenzee, maar er is weinig twijfel dat klimaatverandering effect heeft op de bodemdieren en de koudbloedige predatoren van die bodemdieren en hun larvale stadia (Philippart *et al.* 2003, Beukema & Dekker 2005).

Het onderzoek zal zich in de komende jaren moeten richten op het inschatten van het relatieve belang van de verschillende hypothesen, en niet zozeer op het onderbouwen of verwerpen van één enkele hypothese die alles kan verklaren. Dat kan alleen resultaat hebben als de ontwikkelingen in vogelaantallen, hun voedselbronnen en de abiotiek op

een gedetailleerder schaalniveau aan elkaar gekoppeld worden dan de hier gebruikte indeling in oostelijke en westelijke Waddenzee. De vele meetprogramma's in de Waddenzee zouden hun meetlocaties en -inspanningen met dit doel voor ogen beter op elkaar af moeten stemmen. Het zou prachtig zijn als dit allemaal lukt, maar ook dan is duidelijk dat de vele vragen over het functioneren van het ecosysteem Waddenzee niet beantwoord kunnen worden als we ons beperken tot monitoring. Gericht onderzoek aan onbegrepen processen is onontbeerlijk (Herman *et al.* 2009).

DANKWOORD

De watervogeltellingen in het Waddengebied worden tegenwoordig uitgevoerd in het kader van het Meetnet Watervogels. Dit is een samenwerkingsverband tussen de Waterdienst, Vogelbescherming Nederland, Gegevensautoriteit Natuur (LNV), Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) en SOVON Vogelonderzoek Nederland. Het Meetnet Watervogels maakt deel uit van het Netwerk Ecologische Monitoring. De telgegevens zijn grotendeels verzameld door vrijwilligers die vaak samen met de lokale beheerders al jarenlang in weer en wind actief zijn. Ook de coördinatoren, zoals Ben Koks, die in 2003 werd opgevolgd door Romke Kleefstra, spelen daarbij een belangrijke rol. In de meer dan 30 jaar dat er tellingen zijn uitgevoerd zijn meer dan 500 waarnemers actief betrokken geweest bij de wadvogeltellingen. Een gedetailleerd overzicht van alle gebiedscoördinatoren en medewerkers in 2006/07 is terug te vinden in Hustings *et al.* (2008).

LITERATUUR

- Arts F.A. & C.M. Berrevoets 2007. Midwintertelling van zee-eenden in de Waddenzee en de Nederlandse kustwateren, januari 2007. Rapport RIKZ/2007.010. RIKZ, Middelburg.
- Atkinson P.W., N.A. Clark, M.C. Bell, P.J. Dare, J.A. Clark & P.L. Ireland 2003. Changes in commercially fished shellfish stocks and shorebird populations in the Wash, England. *Biological Conservation* 114: 127-141.
- Austin G.E. & M.M. Rehfish 2005. Shifting non-breeding distribution of migratory fauna in relation to climate change. *Global Change Biology* 11: 31-38.
- Bell M.C. 1995. UINDEX4: a computer programme for estimating population index numbers by the Underhill method. The Wilfdowl & Wetlands Trust, Slimbridge.
- Beukema J.J. 1993. Increased mortality in alternative bivalve prey during a period when the tidal flats of the Dutch Wadden Sea were devoid of mussels. *Netherlands Journal of Sea Research* 31: 395-406.
- Beukema J.J. & G.C. Cadée 1996. Consequences of the sudden removal of nearly all mussels and cockles from the Dutch Wadden Sea. *Marine Ecology* 17: 279-289.
- Beukema J.J. & R. Dekker 2005. Decline of recruitment success of cockles and other bivalves in the Dutch Wadden Sea: possible role of climate change, predation on postlarvae and fisheries. *Marine Ecology Progress Series* 287: 149-167.
- van Beusekom J.E.E., H. Fock, F. de Jong, S. Diel-Christiansen & B. Christiansen 2001. Wadden Sea Specific eutrophication criteria. Wadden Sea Ecosystem No. 14. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven.
- Brinkman A.G. & A.C. Smaal 2004. Onttrekking en natuurlijke productie van schelpdieren in de Nederlandse Waddenzee in de periode 1976-1999. Alterra rapport 888. Alterra, Wageningen.
- Bult T.P., B.J. Ens, J.M.D.D. Baars, R.K.H. Kats & M.F. Leopold 2004. Eindrapport EVA II deelproject B3 (Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase): Evaluatie van de meting van het beschikbare voedselaanbod voor vogels die grote schelpdieren eten. RIVO rapport C018/04. RIVO, Yerseke.
- Camphuysen C.J., C.M. Berrevoets, H.J.W.M. Cremers, A. Dekinga, R. Dekker, B.J. Ens, T.M. van der Have, R.K.H. Kats, T. Kuiken, M.F. Leopold, J. van der Meer & T. Piersma 2002. Mass mortality of common eiders (*Somateria mollissima*) in the Dutch Wadden Sea, winter 1999/2000: starvation in a commercially exploited wetland of international importance. *Biological Conservation* 106: 303-317.
- Camphuysen C.J., B.J. Ens, D. Heg, J.B. Hulscher, J. van der Meer & C.J. Smit 1996. Oystercatcher *Haematopus ostralegus* winter mortality in The Netherlands: the effect of severe weather and food supply. *Ardea* 84A: 469-492.
- Ens B.J. 2006. The conflict between shellfisheries and migratory waterbirds in the Dutch Wadden Sea. In: G.C. Boere, C.A. Galbraith, & D.A. Stroud (red.), *Waterbirds around the world*: 806-811. The Stationery Office, Edinburgh.
- Ens B.J., C.J. Camphuysen & R.K.H. Kats 2006. Waarom zijn de Eiders niet massaal gestorven in de winter van 2005/2006? *Limosa* 79: 95-106.
- 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/2004.031. Alterra, Wageningen.
- Ens B.J., G.J.M. Wintermans & C.J. Smit 1993. Verspreiding van overwinterende wadvogels in de Nederlandse Waddenzee. *Limosa* 66: 137-144.
- Essink K., C. Dettmann, H. Farke, K. Laursen, G. Lüerßen, H. Marencic & W. Wiersinga 2005. Wadden Sea Quality Status Report 2004. Wadden Sea Ecosystem No. 19. Trilateral Monitoring and Assessment Group, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- Essink K. & P. Esselink 1998. Het Eems-Dollard estuarium: interacties tussen menselijke beïnvloeding en natuurlijke dynamiek. RIKZ-98.020. RIKZ, Haren.
- van Gils J.A. 2004. Foraging decisions in a digestively constrained long-distance migrant, the red knot (*Calidris canutus*). Proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen.
- Goudswaard P.C., J.M. Jansen, C. van Zweeden, J.J. Kesteloo & M.R. van Stralen 2009. Het mosselbestand en het areaal aan mosselbanken op de droogvallende platen in de Waddenzee in het voorjaar van 2009. Rapport C092/09. Wageningen IMARES, Yerseke.
- Herman P.M.J., V.N. de Jonge, N. Dankers, B.J. Ens, W.J. Wolff, A.G. Brinkman, H.J.M. Baptist, M.A. van Leeuwe, J.P. Bakker, C.J.M. Philippart, J.C. Kromkamp, J. van Beusekom, M. van Katwijk, T. Piersma, H.W. van der Veer, E.J. Lammerts, A.P. Oost, J. van der Meer, H.J. Lindeboom, H. Olff & G. Jansen 2009. (Natuur)behoud in een veranderende wereld (position paper Ecologie). Waddenacademie 2009-03. Waddenacademie, Leeuwarden.
- Holthuyzen Y.A. 1979. Het voedsel van de Zwarte Ruiter *Tringa erythropus* in de Dollard. *Limosa* 52: 22-33.
- Hustings F., K. Koffijberg, E. van Winden, M. van Roomen, SOVON Ganzen- en zwanenwerkgroep & L. Soldaat 2008. Watervogels in Nederland in 2006/2007. SOVON-monitoringsrapport 2008/04; Waterdienst-rapport 2008.061. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- JMMB 2008. Trends of migratory and wintering waterbirds in the Wadden Sea 1987/88-2006/07. www.waddensea-secretariat.org. Wilhelmshaven, Germany.
- Kesteloo J.J., M. Poelman, J.M. Jansen & C. van Zweeden 2009. Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren in 2009. IMARES Rapport C051/08. Wageningen IMARES, Yerseke.
- Kraan C., A. Dekinga, E.O. Folmer, H.W. van der Veer & T. Piersma 2007. Macrobenthic fauna on intertidal mudflats in the Dutch Wadden Sea: Species abundances, biomass and distributions in 2004 and 2006. NIOZ-Report 2007-2. Royal Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ), Den Burg.
- Kraan C., T. Piersma, A. Dekinga & B. Fey 2006. Bergeenden vinden Slijkgarnaaltjes en rust op nieuwe ruiplaats bij Harlingen. *Limosa* 79: 19-24.
- 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.
- Kraan C., J.A. van Gils, B. Spaans, A. Dekinga, A.I. Bijleveld, M. van Roomen, R. Kleefstra & T. Piersma 2009. Landscape-scale experiment demonstrates that Wadden Sea intertidal flats are used to capacity by molluscivore migrant shorebirds. *Journal of Animal Ecology* 78: 1259-1268.
- Leopold M.F., C.J. Smit, P.W. Goedhart, M. van Roomen, A.J. van Winden & C. van Turnhout 2004. Langjarige trends in aantallen wadvogels, in relatie tot de kokkelvisserij en het gevoerde beleid in deze. Eindverslag EVA II (Evaluatie schelpdiervisserij tweede fase). Deelproject C2. Alterra rapport 954; SOVON-onderzoeksrapport 2004/07. Alterra, Wageningen.
- Lopes R.J., M.A. Pardal, T. Murias, J.A. Cabral & J.C. Marques 2006. Influence of macroalgal mats on abundance and distribution of dunlin *Calidris alpina* in estuaries: a long-term approach. *Marine Ecology Progress Series* 323: 11-20.
- Macleod I.M.D., G.E. Austin, M.M. Rehfish, J. Blew, O. Crowe, S. Delany, K. Devos, B. Deceuninck, K. Gunther, K. Laursen, M. van Roomen & J. Wahl 2008. Climate change causes rapid changes in the distribution and site abundance of birds in winter. *Global Change Biology* 14: 2489-2500.
- van Oordt G.J. 1932. Verslag van een tocht met Hr. Ms. Watervliegtuig L7 boven de Nederlandse Waddenzee op 5 oktober 1931. Jaarverslag Stichting Vogeltekstation Texel.
- Philippart C.J.M., J.J. Beukema, G.C. Cadée, R. Dekker, P.W. Goedhart, J.M. van Iperen, M.F. Leopold & P.M.J. Herman 2007. Impacts of nutrient reduction on coastal communities. *Ecosystems* 10: 96-119.
- Philippart C.J.M., H.M. van Aken, J.J. Beukema, O.G. Bos, G.C. Cadée & R. Dekker 2003. Climate-related changes in recruitment of the bival-

- ve *Macoma balthica*. Limnology and Oceanography 48: 2171-2185.
- Piersma T. 1994. Close to the edge: energetic bottlenecks and the evolution of migratory pathways in Knots. Proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen.
- Rappoldt C., B.J. Ens & A.G. Brinkman 2008. Het kokkelbestand 2001-2007 en het aantal scholeksters in de Waddenzee. Een beknopte modelstudie naar het effect van visserij. EcoCurves rapport 8 / SOVON-onderzoeksrapport 2008/09. EcoCurves / SOVON-Vogelonderzoek Nederland, Haren / Beek-Ubbergen.
- Rappoldt C., B.J. Ens, E. Dijkman & T. Bult 2003. Scholeksters en hun voedsel in de Waddenzee. Rapport voor deelproject B1 van EVA II, de tweede fase van het evaluatieonderzoek naar de effecten van schelpdiervisserij op natuurwaarden in de Waddenzee en Oosterschelde 1999-2003. 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., C. van Turnhout, E. van Winden, B. Koks, P.W. Goedhart, M.F. Leopold & C.J. Smit 2005. Trends van benthivore watervogels in de Nederlandse Waddenzee 1975-2002: grote verschillen tussen schelpdiereneters en wormeneters. Limosa 78: 21-38.
- Sutherland W.J. 1982. Food supply and dispersal in the determination of wintering population levels of oystercatchers, *Haematopus ostralegus*. Estuarine, Coastal and Shelf Science 14: 223-229.
- Swennen C. 1971. Het voedsel van de Groenpootruiter *Tringa nebularia* tijdens het verblijf in het Nederlandse waddengebied. Limosa 44: 71-83.
- 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 & Society 9: 17-25.
- Zwarts L. & A.-M. Blomert 1992. Why knot *Calidris canutus* take medium-sized *Macoma balthica* when six prey species are available. Marine Ecology Progress Series 83: 113-128.

Bruno J. Ens, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Postbus 59, 1790 AB Den Burg (Texel); bruno.ens@sovon.nl

Erik A.J. van Winden, Chris A.M. van Turnhout & Marc W.J. van Roomen, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Rijksstraatweg 178, 6573 DG Beek-Ubbergen

Cor J. Smit, IMARES, Postbus 167, 1790 AD Den Burg (Texel)

Jeroen M. Jansen, IMARES, Koringaweg 5, Postbus 77, 4401 NT Yerseke

Changes in the abundance of intertidal birds in the Dutch Wadden Sea in 1990-2008: differences between East and West

This paper investigates the changes in the numbers of waders using the Dutch Wadden Sea since 1990, when intertidal stocks of cockles *Cerastoderma edule* and mussels *Mytilus edulis* reached an all-time low due to overfishing. Following the collapse of the intertidal shellfish beds, these beds were better protected and shellfish stocks increased again. However, this recovery was restricted to the eastern part of the Dutch Wadden Sea, whereas stocks of shellfish showed no trend in the western part, or even declined, as did Baltic tellin *Macoma balthica* (Fig. 2). As expected, trends of shellfish-eating birds differed between the western and the eastern parts of the Dutch Wadden Sea (Tab. 1, Fig. 4-6). Red Knot *Calidris canutus* and Common Eider *Somateria mollissima* declined in the western Dutch Wadden Sea and increased in the eastern part. Herring Gull *Larus argentatus* declined in both areas, but the decline was more marked in the western part. Surprisingly, Oystercatcher *Haematopus ostralegus* strongly declined in both parts of the Dutch Wadden Sea. The absence of a clear difference be-

tween the trends in the two parts may be linked to the extreme longevity and site faithfulness of this species, as well as hand cockle fishery. Some of the bird species that do not feed on shellfish but on prey living on or in shellfish beds also showed a decline in the western and an increase in the eastern Dutch Wadden Sea. This was especially clear for Turnstones *Arenaria interpres*. Species feeding predominantly on worms increased in both parts, but the trend was more marked for the western Dutch Wadden Sea. Whereas the trend of shellfish-eating species was reasonably explained by a change in food abundance (itself probably linked to both eutrophication and shellfish fishery), it is at present not clear what factors are primary responsible for the trends in worm-eating species. Candidates include shellfish fishery, climate change and eutrophication. These hypotheses are not mutually exclusive and future research should focus on determining the relative importance of each of these hypotheses and how they interact.