



Foto 1 Op de wadplaten vormen mosselbanken opvallende structuren (foto: Karin Troost).

Ontwikkeling van schelpdierbestanden op de droogvallende platen van de Waddenzee

Karin Troost, Jan Drent,
Elke Folmer & Marnix van Stralen

Hoe staat het met de schelpdieren in de Waddenzee? Aan de hand van langjarige tijdreeksen geven we een overzicht van de ontwikkeling van Mossel (*Mytilus edulis*), Kokkel (*Cerastoderma edule*), Nonnetje (*Macoma balthica*) en nieuwkomer de Japanse oester (*Crassostrea gigas*). Hierbij speelt de vraag welke factoren bepalend zijn voor de aantalsontwikkeling van de verschillende soorten.

In estuaria en ondiepe kustzeeën als de Waddenzee vervullen schelpdieren een belangrijke rol. Veel voorkomende soorten in de Waddenzee zijn de Mossel, de Kokkel, het Nonnetje en de Japanse oester. Het belangrijkste voedsel van deze schelpdieren is fytoplankton (eencellige algen) dat ze uit het zeewater filteren. Zelf worden ze weer gegeten door vogels, vissen en andere predatoren zoals krabben en garnalen. Op deze manier vormen schelpdieren in het voedselweb van de Waddenzee een belangrijke verbinding tussen primaire producenten en de hogere trofische niveaus. Kokkels en Nonnetjes leven inge-

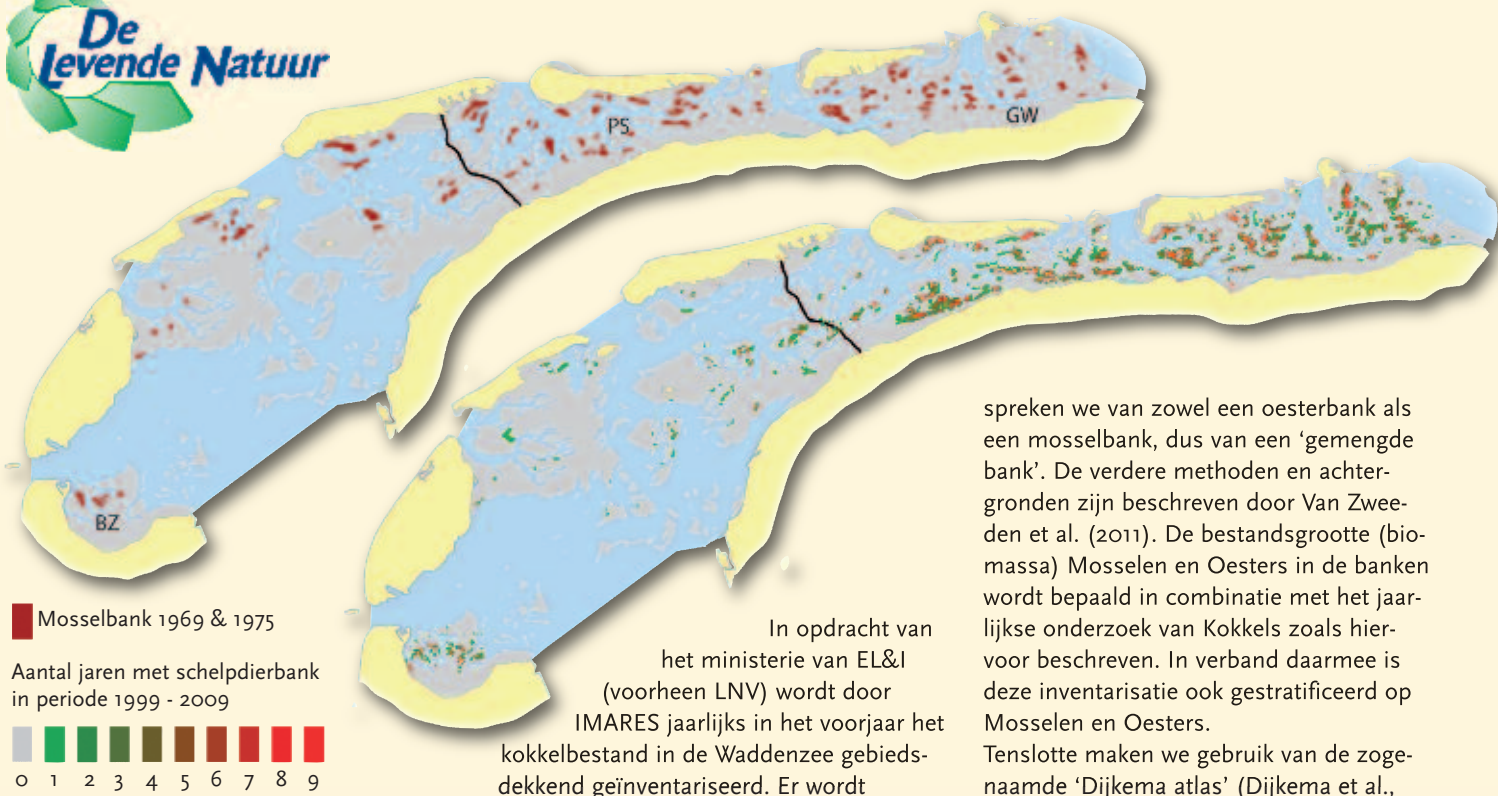
graven in de bodem, van waar ze met hun sifonen zeewater met voedsel uit het bovenliggende water aanzuigen. In tegenstelling tot deze soorten leven Mosselen en Japanse oesters op de bodem, waar ze in het oog springende structuren vormen (foto 1 & 2). Mosselen vormen bulten van slib en schelpen die tot een meter boven het omliggende wad kunnen uitsteken. Oesters vormen soms ook harde riffen en zijn zo mogelijk nog meer gevarieerd van structuur. Deze mosselbanken en oesterriffen hebben allerlei effecten op de nabije omgeving. Zo vergroten ze plaatselijk de turbulentie in de onderste waterlagen en hiermee hun eigen voedselaanvoer. Ze bieden vestigingsmogelijkheden aan allerlei organismen die afhankelijk zijn van hard substraat waaronder hun eigen nakomelingen. Tevens bieden de structuren een schuilplaats tegen predatie en milieu-extremen zoals hitte, uitdroging en golfwerking voor verschillende soorten zoals mosselen, alikruiken en krabben (Troost, 2010). Deze structuurvormers of biobouwers worden gezien als belangrijke vormers van habitat in zandige getijdegebieden zoals de Waddenzee.

De afwisseling tussen schelpenriffen en kale plekken leidt tot een aanzienlijk hogere biodiversiteit in het gebied als geheel, doordat een grote variatie in habitats wordt aangeboden (referenties in Troost, 2010).

Al ruim veertig jaar worden bodemdieren (macrozoobenthos) in de Waddenzee gemonitord. Dit gebeurt op het Balgzand bij Den Helder, op het Groninger Wad en sinds 1978 ook op de Piet Scheveplaat onder Ameland (fig. 1). Voor het schelpdiervisserijbeleid is in 1990 gestart met het uitvoeren van jaarlijkse inventarisaties van schelpdierbestanden. Sinds 1995 worden jaarlijks de contouren van mossel- en oesterbanken op de droogvallende platen (het 'litoraal') in de Waddenzee in kaart gebracht.

Meetreeksen

De hier gebruikte meetreeksen zijn met verschillende methodes verzameld. De door het NIOZ uitgevoerde monitoring (dit is gedeeltelijk onderdeel van MWTL, Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands in opdracht van Rijkswaterstaat) op het Balgzand in de westelijke Wadden-



■ Mosselbank 1969 & 1975

Aantal jaren met schelpdierbank
in periode 1999 - 2009



Fig. 1. Ruimtelijke verdeling van schelpdierbanken in 1969 en 1975 (links) en de periode 1999 – 2009 (rechts) in de Waddenzee. De lijn geeft de scheiding tussen west en oost op het wad van Terschelling weer. De verdeling in 1999 – 2009 wordt weergegeven als de 'frequentie van voorkomen' wat een maat is voor hoe vaak een schelpdierbank is aangetroffen binnen deze periode (variërend van 'nooit' in grijs, een 'enkele keer' in groen naar 'heel vaak' in rood). In de linker kaart zijn de locaties Balgzand (BZ), Piet Scheveplaat (PS) en Groninger Wad (GW) aangegeven.

zee bij Den Helder vindt plaats in het voorjaar en aan het einde van de zomer waarbij 12 raaien en drie stations worden bemonsterd. Bodemonsters worden gezeefd over een maaswijdte van 1 mm. Alle organismen worden op naam gebracht en geteld, waarna de biomassa wordt bepaald (asvrij drooggewicht, dus het drooggewicht van de organische fractie). De methodiek wordt verder beschreven in Dekker (2011). In de oostelijke Waddenzee worden in het kader van MWTL door ingenieursbureau Koeman en Bijkerk (voorheen door Rijkswaterstaat zelf) op vergelijkbare manier vijf permanente stations op het Groninger Wad en drie raaien op de Piet Scheveplaat onder Ameland tweemaal per jaar bemonsterd. Voor Kokkels en Nonnetjes gebruiken we uit de bovengenoemde series biomassa ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) gegevens uit het voorjaar om de bestandsontwikkeling te volgen en de aantallen nul-jarigen ($\text{aantal}\cdot\text{m}^{-2}$; het 'broed') uit de nazomerbemonstering als maat voor de rekruterings/broedval.

In opdracht van het ministerie van EL&I (voorheen LNV) wordt door IMARES jaarlijks in het voorjaar het kokkelbestand in de Waddenzee gebiedsdekkend geïnventariseerd. Er wordt gemonsterd volgens een gestratificeerd monstergrid, wat inhoudt dat de dichtheid aan monsterpunten hoger is in gebieden waar de kans op het aantreffen van Kokkels hoger is. Bodemonsters worden gezeefd over een maaswijdte van 5 mm. Alle aangetroffen schelpdieren, waaronder Mosselen en Nonnetjes, worden op soort gebracht, geteld en gewogen (versgewicht). Voor de methodiek wordt verder verwezen naar Kesteloo et al. (2011).

Sinds 1995 worden jaarlijks de contouren van litorale mossel- en oesterbanken in de Waddenzee in kaart gebracht door onderzoeksinstituut IMARES en Bureau MarinX. Dit gebeurde aanvankelijk in voor- en najaar in opdracht van de mosselsector en de laatste jaren alleen nog in het voorjaar in opdracht van het ministerie van EL&I. Onderzoekers lopen met GPS langs de randen van de banken om deze te markeren. De ingelopen contouren worden vervolgens ingelezen in GIS (Geographic Information System) waarna de mosselbanken in kaartvorm kunnen worden gepresenteerd en de arealen kunnen worden berekend. Tijdens het inmeten van de banken worden kenmerken zoals het bedekkingspercentage van de bank genoteerd. Ook de Japanse oesterbanken worden in dit onderzoek meegenomen. De eerste Japanse oesters werden in de inventarisaties aangetroffen in 1999. De eerste oesterbankjes zijn gekarteerd in 2001. Mossel- en oesterbanken worden als bank aangemerkt als het bedekkingspercentage groter is dan 5%. Het komt vaak voor dat in een bank zowel Oesters als Mosselen voorkomen. Als de bedekking van iedere soort afzonderlijk groter is dan 5%, dan

spreken we van zowel een oesterbank als een mosselbank, dus van een 'gemengde bank'. De verdere methoden en achtergronden zijn beschreven door Van Zweeden et al. (2011). De bestandsgrootte (biomassa) Mosselen en Oesters in de banken wordt bepaald in combinatie met het jaarlijkse onderzoek van Kokkels zoals hiervoor beschreven. In verband daarmee is deze inventarisatie ook gestratificeerd op Mosselen en Oesters.

Tenslotte maken we gebruik van de zogenaamde 'Dijkema atlas' (Dijkema et al., 1989). Dijkema et al. (1989) hebben aan de hand van luchtfoto's uit 1969 en 1976, en lokale observaties op het wad in 1978, de ruimtelijke verspreiding van mosselbanken in de gehele Waddenzee bepaald.

Ontwikkeling schelpdierbestanden

KOKKEL

Het kokkelbestand varieert sterk van jaar tot jaar (fig. 2) in zowel de westelijke als de oostelijke Waddenzee. Daarbij is geen sprake van een duidelijke opwaartse of neerwaartse trend. De grote schommelingen in het kokkelbestand worden vooral veroorzaakt door het af en toe optreden van goede broedvallen die in de jaren daarna leiden tot grote bestanden. Dit is bijvoorbeeld het geval met de goede broedvallen van 1997 en 2003 (fig. 2 & 3). De goede broedval van 1997 strekte zich echter niet uit tot het Balgzand, hetgeen illustreert dat rekruterings niet alleen in de tijd maar ook in de ruimte sterk kan variëren (fig. 3). Daarnaast is na strenge winters het bestand vaak laag door wintersterfte, maar is de kans op een goede broedval na deze winters ook weer groot, zoals bijvoorbeeld gebeurd is na de strenge winter van 1996 (Beukema, 1992), al zien we ook na deze winter weer grote verschillen tussen oost en west. Voor de verschillende deelgebieden komen de data series goed overeen met elkaar, zoals ook al was aangetoond door Van Stralen & Kesteloo-Hendrikse (1998). Dit betekent dat de verschillende opnamen een goed beeld geven van de actuele kokkelbestanden. De NIOZ/MWTL data series geven

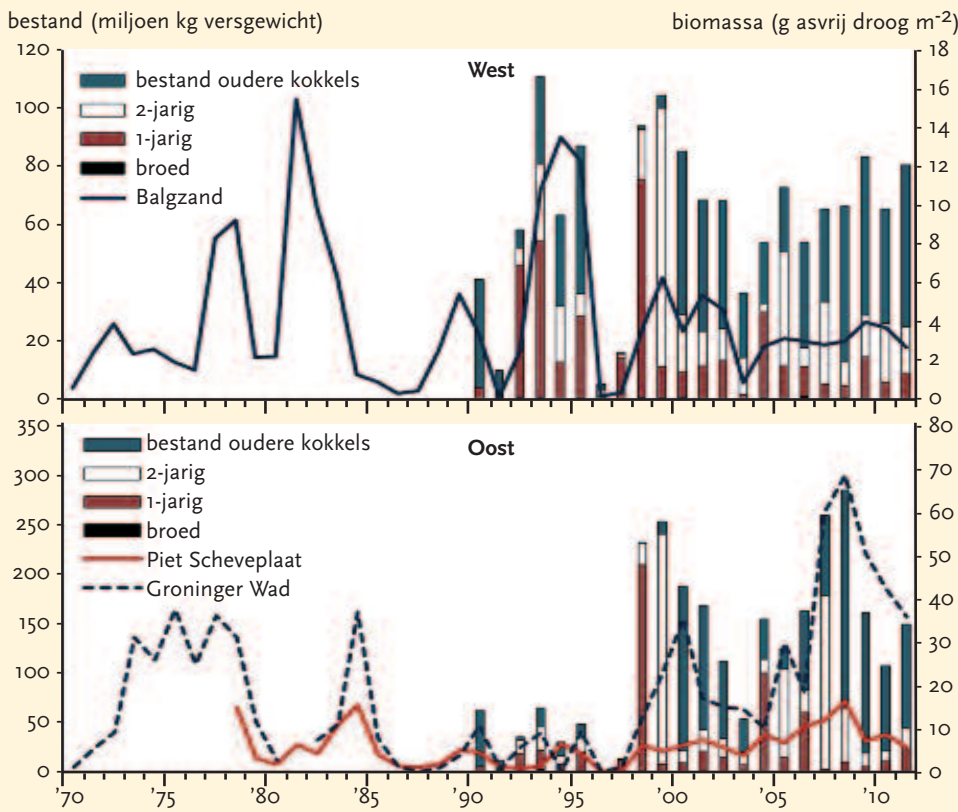
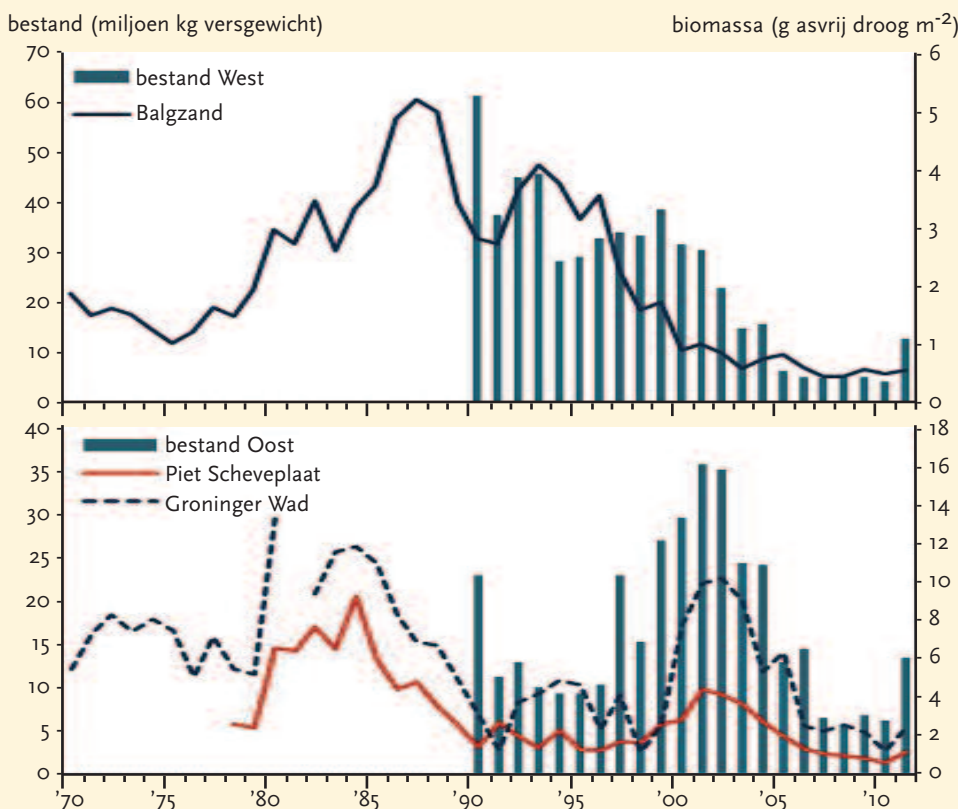


Fig. 2. Ontwikkeling van het kokkelbestand (*Cerastoderma edule*) in het westelijk en oostelijk deel van de Nederlandse Waddenzee. Het totale bestand (data IMARES; linker y-as) is uitgesplitst naar de verschillende leeftijdsklassen. NB: het aandeel broedjes (zwarte balk) is ieder jaar onderschat, omdat broedval gedurende de inventarisatie plaatsvindt en de dieren vaak nog te klein zijn om door de mazen van de zeef (5 mm) vastgehouden te worden. De lijnen geven de gemiddelde biomassa per vierkante meter weer, op het Balgzand in het westelijk deel en de Piet Scheveplaat en het Groninger Wad in het oostelijk deel (data NIOZ; rechter y-as). Let op de grote verschillen tussen oost en west in de schalen op de y-assen.

Fig. 3. Ontwikkeling van het Nonnetje (*Macoma balthica*) op de droogvallende platen van de westelijke en oostelijke Waddenzee. De balken geven het totale bestand in het voorjaar weer (data IMARES; linker y-as). De lijnen geven de gemiddelde biomassa op het Balgzand in het westelijk deel en op de Piet Scheveplaat en het Groninger Wad in het oostelijk deel (data NIOZ & MWTL; rechter y-as).



daarom een goede indicatie van de omvang van schelpdierbestanden in de jaren '70 en '80, die toen nog niet Waddenzeebreed werden geïnventariseerd.

NONNETJE

Het Nonnetje laat grote lange termijnveranderingen zien. Zo is het bestand in de westelijke Waddenzee eerst toegenomen tot eind jaren 80 en vervolgens top op heden weer afgenomen. Deze afname gaat tot aanzienlijk lagere biomassa waarden dan die in het begin van de serie in de zeventiger jaren (fig. 3). Ook in de oostelijke Waddenzee was er een lange periode van afname. Deze begon halverwege de tachtiger jaren en werd gevolgd door een toename die begon rond 2000. Na deze opleving is het bestand in de afgelopen jaren net als in de westelijke Waddenzee weer teruggelopen tot de laagste waarden van de afgelopen 40 jaar. Deze ontwikkelingen zijn een weerspiegeling van de broedval, uitgedrukt in het aantal nuljarige Nonnetjes dat in de afgelopen 10 jaar in alle gebieden erg laag is geweest (fig. 4). Uit analyses op basis van de jaarringen blijkt ook de adulte overleving afgenomen te zijn, samen met de geringe broedval leidend tot de zeer lage bestanden van nu. Rekening houdend met de verschillende oppervlaktes van getijdeplaten in de oostelijke en westelijke Waddenzee zijn de bestanden van Nonnetjes gemiddeld over de tijd genomen meer gelijk verdeeld over de Waddenzee dan die van Kokkels.

MOSSEL EN JAPANESE OESTER

Begin jaren negentig waren er nagenoeg geen mosselbanken op de droogvallende platen in de Waddenzee aanwezig. In ongeveer 10 jaar is het areaal mosselbanken weer toegenomen tot een oppervlak dat sindsdien schommelt rond 2000 ha. Van het areaal mosselbanken komt het merendeel (ca 70%) voor in de oostelijke Waddenzee (fig. 5).

Om deze relatief korte series van de mosselcontouren in een iets langer historisch perspectief te plaatsen kunnen we een vergelijking maken met de arealen zoals in kaart gebracht door Dijkema et al. (1989) voor 1969 en 1978. Het totale areaal in de Nederlandse Waddenzee werd toen geschat rond de 4000 hectare. Omdat de huidige meetmethode verschilt van die Dijkema et al. gebruikten, is een eerlijke vergelijking met de arealen van tegenwoordig niet gemakkelijk te maken. De verhoudingen

tussen arealen in de oostelijke en westelijke Waddenzee kunnen echter wel worden vergeleken tussen de verschillende periodes. Volgens de gegevens van Dijkema et al. lag 30% van de mosselbanken in de westelijke- en 70% in de oostelijke Waddenzee. In de eerste paar jaren van herstel voor 2000 lag gemiddeld 40% van het areaal in de westelijk Waddenzee. In de jaren vanaf 2000 was dat gemiddeld nog geen 10%. Na de eerste opleving heeft de ontwikkeling van de mosselbanken in de westelijke Waddenzee geen gelijke tred met de oostelijke Waddenzee gehouden. Als de arealen van beide structuurvormers mosselen en oesters samen wordt genomen lag gemiddeld over de gehele periode sinds 1995 25% van de schelpdierbanken in de westelijke Waddenzee. De afgelopen vier jaar is het zelfs nog iets meer (31%) wat sterk correspondeert met de verdeling van mosselbanken tussen de oostelijke en westelijke Waddenzee in de jaren 1969 en 1975. Opvallend is dat op exact dezelfde locaties waar Dijkema et al. mosselbanken aantreffen, ook sinds 1995 met regelmaat mosselbanken en later ook oesterbanken zijn aangetroffen (fig. 1).

Rond 2000 traden er met de komst van de Japanse oester grote veranderingen op omdat de oesters zich in mosselbanken vestigden en de oesters net als mosselen vormen die op het sediment liggen. De Japanse oester is eind jaren '70 in het Nederlandse deel van de Waddenzee geïntroduceerd (Troost, 2010). Sindsdien heeft de soort zich door de gehele Waddenzee verspreid. De Japanse oester heeft om zich te kunnen vestigen hard substraat nodig, waaronder de litorale mosselbanken. Maar ook gebieden met lege schelpen blijken geschikt. De Japanse oester heeft zich in de oostelijke Waddenzee sterk kunnen uitbreiden door zich te vestigen op mosselbanken, zoals dat ook voor o.a. de Duitse Waddenzee is beschreven door Reise (1998). In het westelijk deel van de Nederlandse Waddenzee hebben de oesters zich ook in belangrijke mate buiten mosselbanken weten te vestigen (van Stralen et al., 2012).

Voorts blijkt dat met name het areaal gemengde banken toeneemt (fig. 5). Dit komt doordat mosselen zich in oesterbanken vestigen. Via deze oesterbanken lijken mosselbanken, zoals die op de kaarten van Dijkema et al. (1989) staan maar verdwenen waren, deels terug te keren.

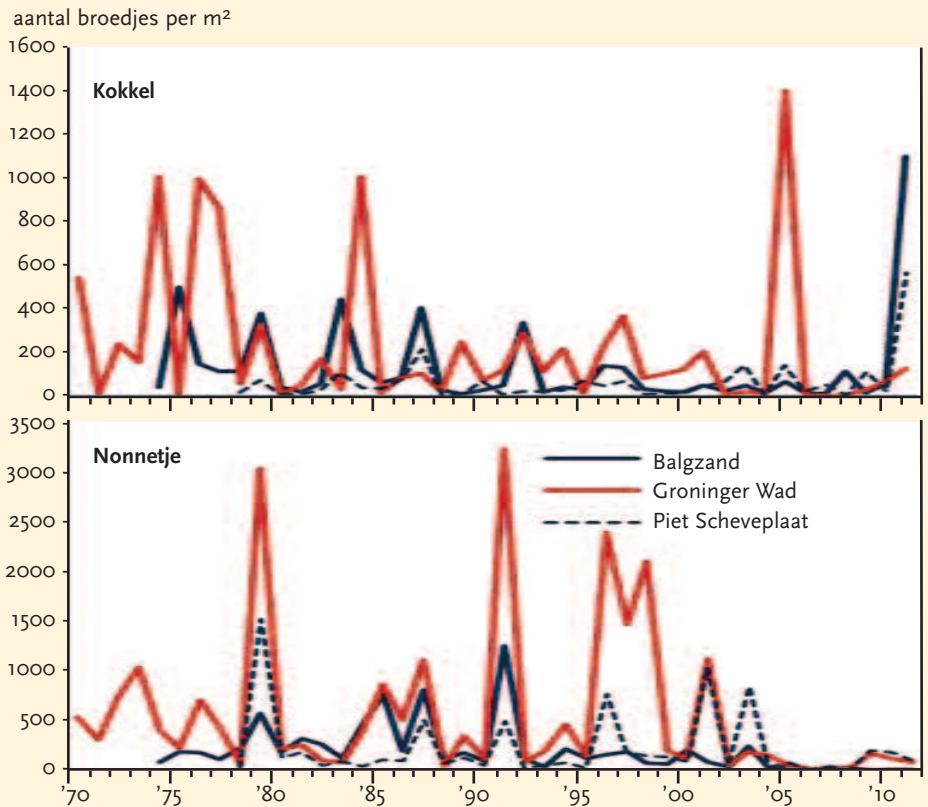


Fig. 4. Aantallen broedjes (rekruten) per m² van Kokkel (boven) en Nonnetje (onder) aan het eind van de zomer verzameld op een 1mm² zeef op drie verschillende locaties, Balgzand, Piet Scheveplaat en Groninger Wad (data NIOZ & MWTL).

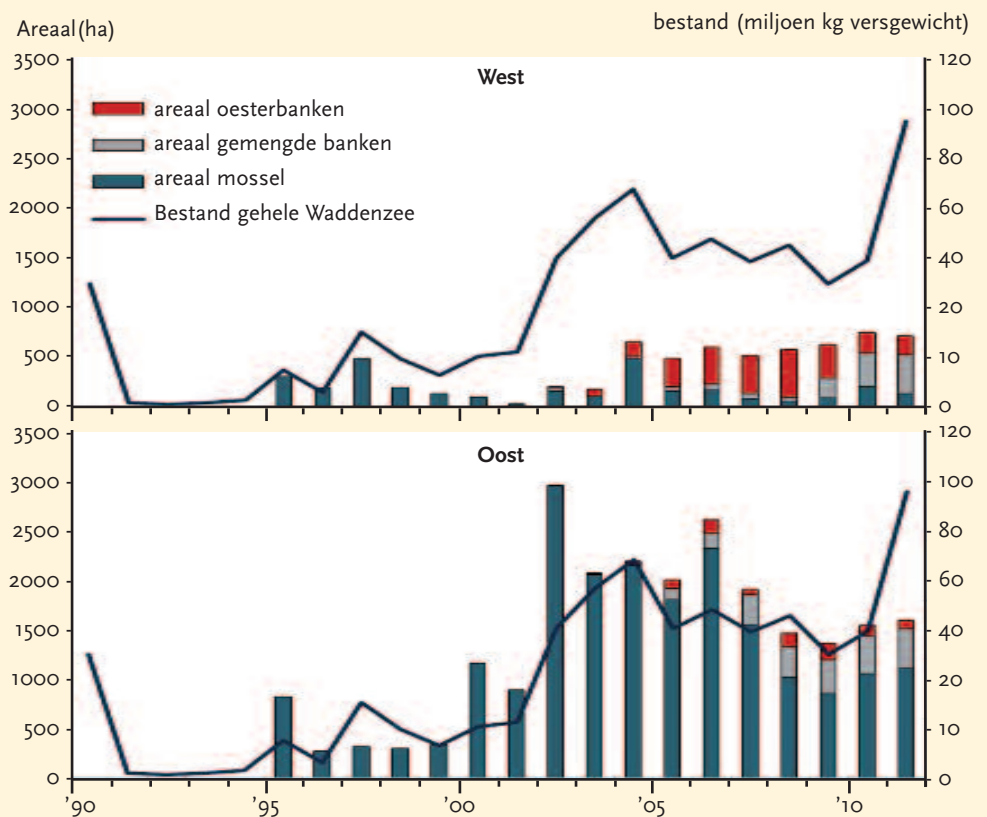


Fig. 5. Ontwikkeling van het litorale mosselbestand in de Waddenzee (lijn; data IMARES, sinds 1990) en de arealen aan mosselbanken, oesterbanken en gemengde mossel/oesterbanken in het westelijke (boven) en oostelijke (onder) deel van de Waddenzee (balken; data IMARES, sinds 1995).

Japanse oesterbanken: oesterbedekking >5% en mosselbedekking <5%;
mosselbanken: mosselen >5% en Japanse oesters <5%;
gemengde banken: mosselen en Japanse oesters allebei >5%.

Welke factoren zijn bepalend voor de omvang van schelpdierbestanden?

De omvang van schelpdierbestanden wordt bepaald door vele factoren. Van groot belang zijn gebeurtenissen die ingrijpen in de eerste stadia van de levenscyclus. Allereerst is het van belang dat de omstandigheden goed zijn voor de voortplanting. Schelpdieren produceren een zeer grote hoeveelheid aan larven, welke vervolgens moeten zien te overleven tot volwassen dieren (de rekrutering). Voor de productie van grote hoeveelheden larven (het paaïen) is het van belang dat de volwassen dieren voldoende hebben kunnen eten en in goede conditie zijn. Vervolgens is de overleving van larven en juveniele schelpdieren afhankelijk van de vestiging in geschikt habitat en van predatie (Beukema & Dekker, 2005). Het is bekend dat na strenge winters de rekrutering van schelpdieren vaak goed is. De meest waarschijn-

lijke verklaring daarvoor is dat de predatoren, die overwinteren in de diepere geulen, dan pas later in het voorjaar de wadplaten opzoeken (Beukema, 1992). Dit geeft de jonge schelpdieren de gelegenheid om de predatoren te ontgroeien. Volwassen schelpdieren hebben ook predatie te duchten, met name van wadvogels zoals de Scholekster (*Haematopus ostralegus*), Kanoet (*Calidris canutus*) en Zilvermeeuw (*Larus argentatus*). Daarnaast oogst de mens schelpdieren voor consumptie. Directe en indirecte effecten van schelpdiervisserij op schelpdierbestanden zijn uitgebreid onderzocht (Ens et al., 2004). Vooral over indirecte effecten van visserij (bijvoorbeeld door bodemberoering) is nog veel onbekend en is mede daardoor vaak onderwerp van gesprek in discussies over natuurbescherming en visserijbeleid (Beukema & Dekker, 2005 en referenties daarin).

Schelpdiervisserij sinds 2004

Naar de ontwikkeling van schelpdierbestanden en aantallen schelpdieretende vogels in relatie tot de schelpdiervisserij is veel onderzoek gedaan, ondermeer binnen het onderzoeksprogramma EVA2 (Ens et al., 2004). De uitkomst daarvan vormde in 2004 de basis voor het Beleidsbesluit Schelpdiervisserij 2005-2020. Besloten werd tot het beëindigen van mechanische kokkelvisserij in de hele Waddenzee, en tot het inperken van de visserij op mosselzaad. De schelpdiervisserij op platen beperkt zich daardoor momenteel tot de handkokkelvisserij en het handmatig rapen van oesters. Voor de handkokkelvisserij geldt dat jaarlijks maximaal 5% van het vis-

Foto 2. Oesters vormen in het oog springende riffen (foto: Karin Troost).



bare bestand mag worden opgevestigd. Het visbare bestand is hier gedefinieerd als Kokkels aanwezig in hogere dichtheden dan 50 per m². In de praktijk wordt minder dan 5% bevestigd. In de periode 2004-2010 is door de handkokkelvisserij gemiddeld 1,3% (= 450.000 kg kokkelvlees) van het visbare bestand (gemiddeld 35 miljoen kg) weggevangen, met als extremen 0,6% en 2,3%. De handmatige oestervisserij gebeurt op experimentele basis en gaat om zeer kleine hoeveelheden ten opzichte van het totale bestand.

Resumerend

De langjarige ontwikkeling van het kokkelbestand lijkt vooral te worden bepaald door het optreden van jaren met goede broedvallen en het optreden van strenge winters die leiden tot een verhoogde sterfte bij volwassen dieren. Het Nonnetje vertoont in zowel de ruimte (westelijke en oostelijke Waddenzee) als in de tijd (door de jaren heen) een fluctuerend ontwikkelingspatroon, maar gedurende de laatste jaren vooral een neergang. De oorzaak van deze neergang is nog niet opgehelderd. De oorzaak wordt gezocht in het warmer wordende klimaat en minder voorkomen van strenge winters. Mossel- en oesterbanken komen tegenwoordig nog steeds voor op dezelfde locaties als waar in 1969 en 1975 al mosselbanken werden aangetroffen, in een vergelijkbare verdeling van ongeveer 30% in de westelijke en ongeveer 70% in de oostelijke Waddenzee. De Japanse oester is vanaf 2000 steeds belangrijker geworden, maar het bestand lijkt zich sinds 2007/2008 te hebben gestabiliseerd. Of daarmee ook een eind is gekomen aan de opmars van deze exoot moet de toekomst leren. Een opmerkelijke ontwikkeling is dat zich in de oesterbanken in toenemende mate mosselen zijn gaan vestigen. Hiervan kunnen mosseletende vogels mogelijk profiteren. Gezien de beperkte omvang van de huidige schelpdiervisserij op de droogvallende platen (handkokkelvisserij en het rapen van oesters) is de invloed van deze activiteiten op de ontwikkeling van de bestanden na 2004 waarschijnlijk van ondergeschikt belang geweest.

Literatuur

Beukema, J.J., 1992. Dynamics of juvenile shrimp *Crangon crangon* in a tidal-flat nursery of the Wadden Sea after mild and cold winters. *Marine Ecology Progress Series* 83: 157-165.
Beukema, J.J. & R. Dekker, 2005. Decline of

recruitment success in cockles and other bivalves in the Wadden Sea: possible roles of climate change, predation on postlarvae and fisheries. *Marine Ecology Progress Series* 287: 149-167.

Dekker, R., 2011. Macrozoobenthosonderzoek MWTL, voor en najaar 2009, Waterlichaam: Waddenzee (Balgzand en sublitorale westelijke Waddenzee). NIOZ-Report 2011-1.

Dijkema, K.S., G. van Thienen & J.G. van Beek, 1989. Habitats of the Netherlands, German and Danish Wadden Sea. Research Institute for Nature Management, Veth Foundation, Leiden, Texel.

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). Rapport RIKZ 2004.031.

Kesteloo, J.J., C. van Zweeden & K. Troost, 2011. Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren in 2011. IMARES - Wageningen-UR, rapport Cogo/11.

Reise, K., 1998. Pacific oysters invade mussel beds in the European Wadden Sea. *Senckenbergiana Maritima* 28: 167-175.

Stralen, M.R. van & J.J. Kesteloo-Hendrikse, 1998. De ontwikkeling van het kokkelbestand in de Waddenzee (1971-1997) en Oosterschelde (1980-1997). RIVO Rapport C.005.98.

Stralen, M.R. van, K. Troost & C. van Zweeden, 2012. Ontwikkeling van banken Japanse oesters (*Crassostrea gigas*) op droogvallende platen in de Waddenzee. MarinX rapport 2012.101.

Troost, K., 2010. Causes and effects of a highly successful marine invasion: Case-study of the introduced Pacific oyster *Crassostrea gigas* in continental NW European estuaries. *Journal of Sea Research* 64: 145-165.

Zweeden, C. van, K. Troost, D. van den Ende & M.R. van Stralen, 2011. Het mosselbestand en het areaal aan mosselbanken op de droogvallende platen in de Waddenzee in het voorjaar van 2011. IMARES - Wageningen-UR, rapport C154/11.

Summary

The development of bivalve shellfish stocks on the tidal flats of the Dutch Wadden Sea

Bivalve shellfish are of key importance in estuarine and coastal sea ecosystems. Common species in the Wadden Sea are the Cockle (*Cerastoderma edule*) and Baltic tellin (*Macoma balthica*) who live hidden in the sediment, and the Mussel (*Mytilus edulis*) and Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) who form complex reef-like structures on top of the sediment. By building these complex structures, Mussels and Pacific oysters increase the diversity in habitats and

thereby increase the biodiversity in the Wadden Sea. Invertebrate animals living on the tidal flats have been monitored since about 40 years, at the Balgzand, Piet Scheveplaat and Groninger Wad tidal flats in respectively the western, central and eastern parts of the Dutch Wadden Sea. For the management of shellfish fisheries, stocks of these bivalves have been monitored annually since 1990, and the contours of mussel and oyster beds are mapped since 1995. We use these time series to show the long-term development in stocks of the common bivalves mentioned above, for the eastern and western parts of the Dutch Wadden Sea.

The long-term development of the cockle stock is mainly determined by a combination of years with a successful recruitment and the occurrence of severe winters that lead to an increased mortality among adult animals. The development of the Baltic tellin stock is highly fluctuating in space and time, but shows an overall decline in recent years. The cause of this decline is still not known but it appears to be related to a warming climate. Mussel- and oysterbeds are still found in exactly the same locations as in 1969 and 1975. The Pacific oyster was introduced in the 1970's, and became increasingly dominant after 2000. Since 2007/2008 the Pacific oyster stock appears to be stabilized. A remarkable development is the increasing settlement of mussels in Pacific oyster beds. Shellfish fisheries on the tidal flats of the Wadden Sea have been restricted in 2004. Nowadays, these activities consist of hand-raking for Cockles and hand-picking of Pacific oysters. An effect of these activities on the development of shellfish stocks is probably negligible.

Dr. K. Troost
IMARES - Wageningen-UR
Postbus 77
4400 AB Yerseke
karin.troost@wur.nl

Dr. J. Drent & Dr. E.O. Folmer
Koninklijk NIOZ
Postbus 59
1790 AB Den Burg (Texel)
Jan.drent@nioz.nl
Eelke.Folmer@nioz.nl

Drs. M.R. van Stralen
Onderzoeksbureau MarinX
Elkerzeeseweg 77
4322 NA Scharendijke
marinx@zeelandnet.nl