



Een vangst in de Noordzee met Mul als nieuwe soort (foto: Remment ter Hofstede).

Klimaatverandering in de Noordzee: gevolgen voor vis

Ingrid Tulp, Ralf van Hal, Remment ter Hofstede
& Adriaan Rijnsdorp

Niet alleen op het land merken we de invloed van de opwarming van de aarde, ook in de zee zijn er grote veranderingen waarneembaar. In hoeverre deze veranderingen toe te schrijven zijn aan klimaatverandering is moeilijk te zeggen. Want behalve het veranderend klimaat zijn er nog andere belangrijke factoren die tegelijkertijd invloed uitoefenen, zoals visserij en eutrofiëring. Aan de hand van veranderingen in de visfauna in de Noordzee zullen we de mogelijke rol van klimaatverandering illustreren.

De Noordzee is aan het opwarmen, met name sinds begin jaren 90 van de vorige eeuw (fig. 1). De voorspelling is dat niet alleen de watertemperatuur verder zal stijgen, maar ook dat de hoeveelheid neerslag en rivierafvoer zal toenemen en daardoor de hoeveelheid zoet water die in zee stroomt (Philippart et al., 2007). De verwachtingen voor de effecten van de wind en daarmee de stroming en de stratificatie zijn minder duidelijk. Het afgelopen jaar heeft een team van internationale onderzoekers een meta-analyse uitgevoerd van 288 studies naar veranderingen in de Noordzee en Atlantische Oceaan. Dit betrof 83 studies over zoöplankton, 85 over benthos, 100 over vis en 20 over zeevogels. In driekwart daarvan vonden ze een aanwijsbaar effect van klimaatverandering (ICES, 2008). Het probleem bij het zoeken naar oorzaken van waargenomen veranderingen en

het doen van voorspellingen is echter dat nog te weinig begrip is hoe het ecosysteem in elkaar zit en dat ook de effecten van klimaatverandering op het oceaanklimaat nog onzeker zijn. Vaak is wel bekend dat een bepaalde soort toe- of afneemt, maar kunnen we slechts gissen naar de oorza(a)k(en).

Veranderingen

De visfauna van de Noordzee is sterk aan het veranderen. Er worden de laatste jaren vissoorten gevangen die niet eerder in de Noordzee voorkwamen. Sommige soorten hebben hun leefgebied in de Noordzee uitgebreid, terwijl van andere hun leefgebied krimpt. Daarnaast zijn er veranderingen waargenomen in fysiologische processen, zoals veranderingen in groeisnelheid en voortplanting. In de Noordzee spelen behalve klimaatverandering ook andere

oorzaken mee: de visserijdruk is hoog, eutrofiëring is nog aanwezig hoewel teruggedrongen, de voedselsituatie is veranderd, grote roofvissen zijn grotendeels verdwenen, viseters zoals zeehonden en aalscholvers maken een flinke opmars. Wat oorzaak en gevolg is, is daarom lastig te scheiden. En de kans dat verschillende factoren elkaar beïnvloeden of elkaar versterken is ook reëel.

Toch kunnen we wel wat zeggen over de effecten van klimaatverandering. Een veranderend klimaat kan direct invloed uitoefenen, doordat het water warmer wordt en daarmee minder aantrekkelijk voor sommige soorten en aantrekkelijker voor andere. Als we weten bij welke temperatuur range een soort kan gedijen is het mogelijk uitspraken te doen over de effecten van temperatuurstijging. Zo konden Pörtner & Knust (2007) laten zien dat de afname van de Puitaal (*Zoarces viviparus*) in de Waddenzee veroorzaakt werd door de te hoge zomertemperatuur en te lage zuurstofspanning. Maar er zijn ook indirecte effecten. Het voedsel voor vis, variërend van plankton en bodemfauna tot andere vis wordt immers eveneens door klimaatverandering beïnvloed. Phyto- en zoöplankton staan aan de basis van het voedselweb en veranderingen daarin kunnen invloed hebben op organismen hoger in de voedselketen. Niet alleen kan de totale hoeveelheid veranderen, ook zien we dat de timing in het seizoen verschuift. Voor sommige vissoorten betekent dit dat er een mismatch in de tijd ontstaat tussen wanneer het voedsel beschikbaar is en wanneer ze het het hardste nodig hebben (Platt et al., 2003).

Soortenrijkdom

Over het algemeen neemt de soortenrijkdom in zee toe van de pool naar de evenaar. Hoewel er in de Noordzee ook soorten verdwenen zijn, worden er nu gemiddeld genomen meer soorten waargenomen dan 30 jaar geleden (Hiddink & ter Hofstede, 2008) (fig. 2). De soorten met de grootste verandering zijn zuidelijke soorten. De enkele soorten waarvan het areaal is afgenomen, zijn met name noordelijke soorten. Wat verder opvalt is dat er nu veel meer klein blijvende soorten zijn, terwijl de grotere soorten verdwenen zijn (fig. 3). Door de overbevissing is een groot deel

Uit vangsten blijkt verandering van soortenrijkdom en grootte van vissen (foto: Remment ter Hofstede).

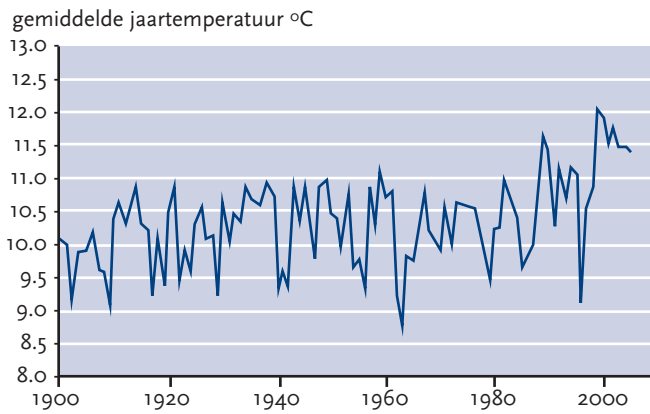


Fig. 1. De gemiddelde watertemperatuur gemeten bij de steiger van het NIOZ op Texel (bron: www.nioz.nl).

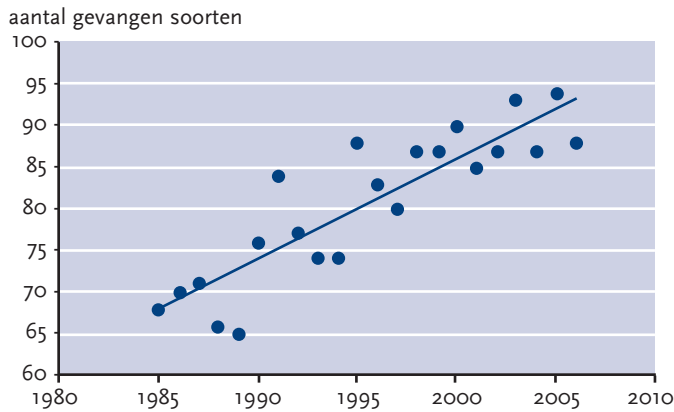


Fig. 2. Soortenrijkdom (aantal gevangen soorten) in de periode 1985-2006 afkomstig van een standaard internationale ottertrawl survey (zg. IBTS) (Hiddink & ter Hofstede, 2008).

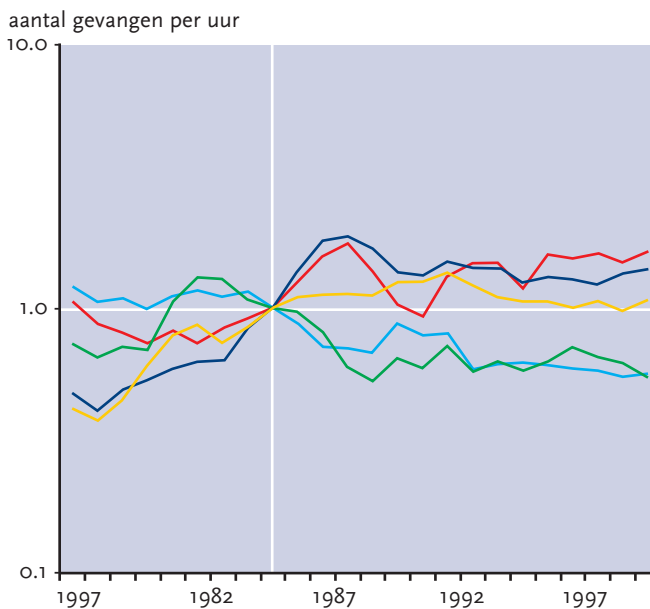


Fig. 3. Verandering in vangsten van vissen van gemiddelde grootte in verschillende standaard internationale boomkor en ottertrawl surveys (zg. DFS, BTS, en IBTS) (Daan et al., 2005).

- < 20 cm
- 20 – 30 cm
- 30 – 40 cm
- 40 – 50 cm
- > 50 cm



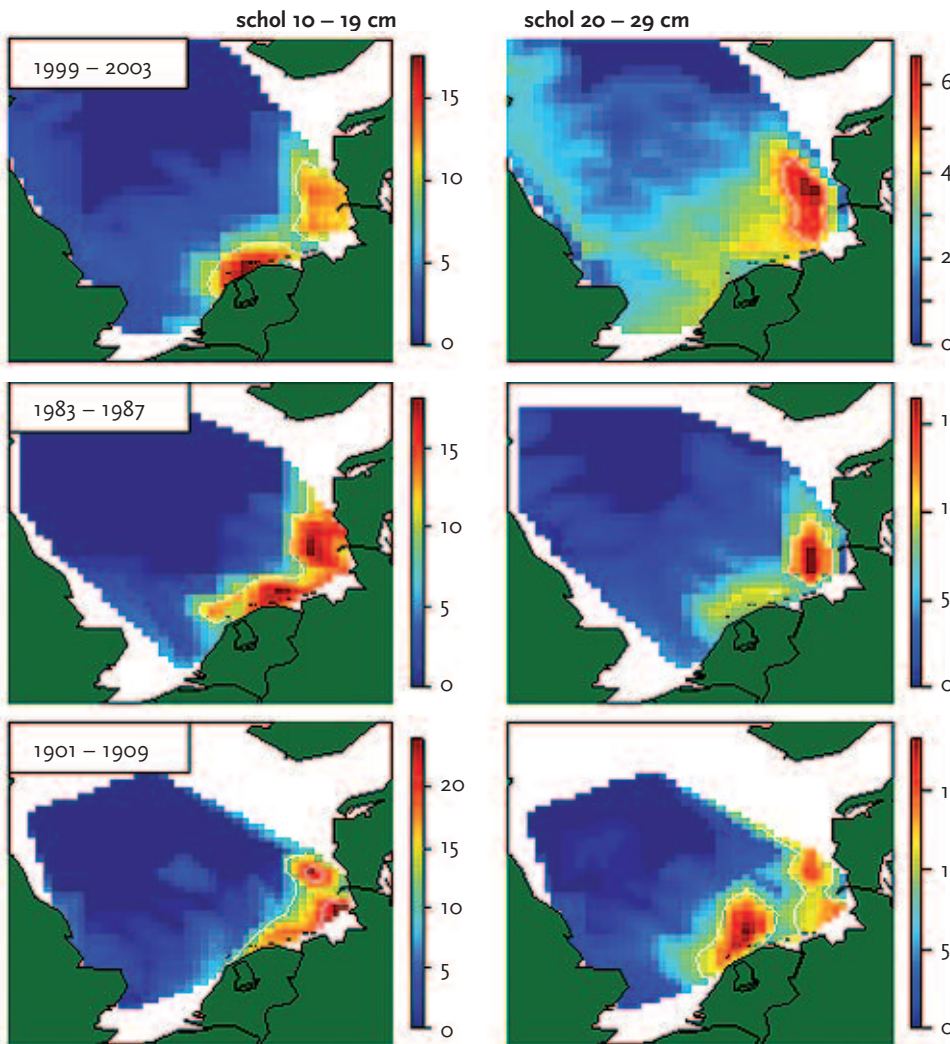


Fig. 4. Scholvangst (aantal per uur vissen) per lengtegroep in drie perioden (van Keeken et al., 2007).

van de grote roofvissen, zoals bijv. Kabeljauw (*Gadus morhua*), verdwenen (Daan et al., 2005). Het wegvallen van de predatiedruk heeft de mogelijkheid gecreëerd voor veel kleine zuidelijke soorten om zich uit te breiden of zich in de Noordzee te vestigen (fig. 3).

Verbonden zeeën

Vissen kunnen gebieden, waar de omstandigheden ongunstig worden, verlaten. Sommige Noordzee vissoorten zijn naar dieper water getrokken (Dulvy et al., 2008). Een belangrijk deel van het voedsel voor Noordzeevis is afkomstig van de Atlantische Oceaan. Door de visserij heeft een

soort als Kabeljauw een flinke klap gehad; nu blijkt echter ook dat de aanwas van jonge Kabeljauw in de problemen komt door de veranderende soortensamenstelling van het zoöplankton (meer kleinere soorten, (Beaugrand, 2003).

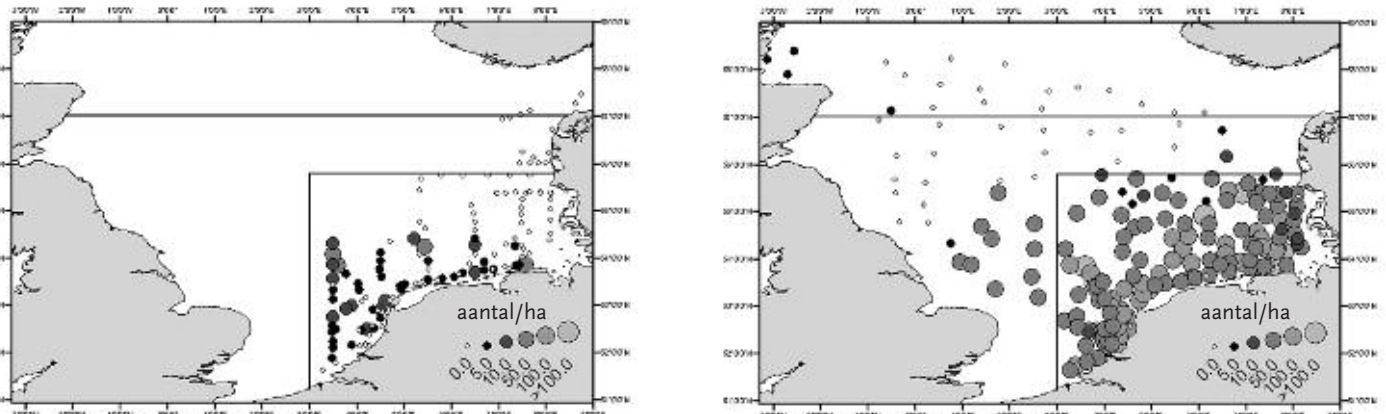
De Noordzee staat ook in open verbinding met de ondiepe kustgebieden, zoals bijvoorbeeld de Waddenzee en de Westerschelde. Veel soorten worden in de Noordzee geboren, maar maken een belangrijk deel van hun ontwikkeling door in kustzones en estuaria. In de loop van hun leven leggen ze flinke afstanden af en trekken ze

jaarlijks tussen paai- en voedselgebieden. Eieren, larven, jonge en volwassen vissen komen op verschillende plekken voor, zowel geografisch als in de waterkolom. Voor veel soorten begint het allemaal in de kustzone. Dat is het gebied waarover in de schoolboekjes geschreven staat dat het de kraamkamer is voor jonge vis. Maar is dat nog wel zo?

Kraamkamer

Vergelijkingen tussen soorten kunnen gebruikt worden om er achter te komen wat de oorzaak is van bepaalde ontwikkelingen. Zo gebruiken we vaak de combinatie Tong (*Solea vulgaris*) en Schol (*Pleuroctes platessa*), omdat Tong een zuidelijke soort is en Schol een noordelijke soort. Van oudsher verbleven jonge Schol en Tong het eerste jaar van hun leven in de ondiepe kustzones, trokken in de winter naar open zee, en kwamen het tweede jaar weer terug naar de kustzone om na hun tweede zomer voorgoed het ruime sop te kiezen. Sinds begin jaren 90 zien we dat Schol in het tweede jaar niet meer terugkeert, maar in diep water blijft, terwijl Tong nog wel terugkeert. Het aantal éénjarige Schol in de kinderkamers is met meer dan 95% afgenomen. Er zijn aanwijzingen dat de kinderkamers door de hogere watertemperatuur minder geschikt zijn geworden voor jonge Schol (van Keeken et al., 2007; Teal et al., 2008). Doordat het moment van paaien wordt beïnvloed door de wintertemperatuur is de paai van beide soorten vervroegd. Dat betekent ook dat het groeiseizoen langer is geworden. Inderdaad blijkt Tong aan het einde van zijn eerste jaar groter te zijn geworden, maar dat is niet het geval bij Schol. Elke soort heeft zo zijn optimale temperatuur waarbij hij het beste kan groeien. Voor Schol ligt dat rond de 20 °C en voor Tong rond de 24 °C.

Fig. 5. Verandering van verspreiding van Schurftvis (links 1987, rechts 2008) (van Hal et al., in druk)



Vissen zijn koudbloedig. Als het warmer wordt, warmen ze mee op, waardoor hun metabolisme omhoog gaat en dus ook hun energiebehoefte. Hun voedselbehoefte stijgt daarom bij hogere temperaturen. Wanneer er voldoende voedsel is, is dat geen probleem. Wat nu blijkt is dat de groei van Schol in de Waddenzee tegenwoordig vanaf midden juni veel trager is dan de groei van Schol in een aquarium met ongelimiteerd voedsel. Voor Tong is dat verschil minder groot. De hogere temperatuur voert de voedselbehoefte op, die op dat moment beperkt is (de piek in voedselproductie ligt in het voorjaar en neemt in de zomer weer af). Het lijkt er dus op dat tot nu toe Tong heeft geprofiteerd van de hogere watertemperatuur, terwijl het voor Schol in de ondiepe kustzone en Waddenzee al te warm is geworden om efficiënt te kunnen groeien.

Ook voor andere soorten zijn er aanwijzingen dat de kraamkamerfunctie van de ondiepe zones is afgenomen en dat ze al eerder in hun leven naar dieper water trekken. Verder zien we niet alleen de verspreiding van de jonge vis veranderen, maar ook bij de oudere Schol een trek naar dieper water (van Keeken et al., 2007; fig. 4).

Nieuwe soorten

Een ander opvallend fenomeen is dat een aantal soorten de laatste tijd steeds vaker wordt waargenomen. Voorbeelden daarvan zijn Mul (*Mullus surmuletus*), Zonnevis (*Zeus faber*), Kleine pieterman (*Echeiichtys vipera*), Dwergtong (*Buglossidium luteum*) en Schurftvis (*Arnoglossus laterna*). Beide laatste soorten zijn kleine platvissen waarop niet doelgericht gevist wordt (maar die wel bijgevangen worden in de boomkorvisserij). Dat ze tegenwoordig vaker worden waargenomen komt doordat de noordgrens van hun verspreidingsgebied naar het noorden is opgeschoven en op plekken waar ze voorheen al voorkwamen zitten er nu meer (van Hal et al., in druk; fig. 5). De toename was vooral sterk aan het einde van de jaren 80 van de vorige eeuw en de opwarming van het water is de meest voor de hand liggende oorzaak (van Hal et al., in druk) Omdat we eerder een toename van volwassen dieren hebben waargenomen in de nieuw gekoloniseerde gebieden en pas daarna een toename van jonge dieren is het meest waarschijnlijk dat het leefgebied geschikter is geworden voor volwassen dieren die zich vervolgens in het nieuwe gebied zijn gaan voortplanten. Nu heeft een aantal van deze 'nieuw-

komers' in het verleden ook wel periodes gekend waarin ze veel voorkwamen. Een voorbeeld daarvan is de Ansjovis (*Engraulis encrasicolus*). Vóór de aanleg van de Afsluitdijk bestond er in de Zuiderzee, maar ook in de Oosterschelde een bloeiende visserij op deze soort. Na lange tijd weggeweest te zijn, zien we de Ansjovis nu weer terugkomen.

Bovenstaande voorbeelden illustreren dat er inderdaad veel aanwijzingen zijn dat het veranderend klimaat invloed heeft op het Noordzee ecosysteem. Voor beheerders en beleidsmakers wordt het er niet eenvoudiger op. Het begrijpen van de werking van een zo complex ecosysteem als de Noordzee is al geen sinecure en nu gooit de klimaatverandering bestaande relaties danig overhoop. Reden temeer dus voor extra voorzichtigheid in tijden waarin de Noordzee onder steeds grotere druk komt te staan, niet alleen door de visserij, maar ook door ontwikkelingen als de aanleg van de Tweede Maasvlakte en windmolenparken en zandwinning.

Literatuur

Beaugrand, G., 2003. Long-term changes in copepod abundance and diversity in the north-east Atlantic in relation to fluctuations in the hydro-climatic environment. *Fisheries Oceanography* 12: 270-283.

Daan, N., H. Gislason, J.G. Pope & J.C. Rice, 2005. Changes in the North Sea fish community: evidence of indirect effects of fishing? *ICES Journal of Marine Science* 62: 177-188.

Dulvy, N.K., S.I. Rogers, S. Jennings, V. Stelzenmuller, S.R. Dye & H.R. Skjoldal, 2008. Climate change and deepening of the North Sea fish assemblage: a biotic indicator of warming seas. *Journal of Applied Ecology* 45:1029-1039.

Hal, R. van, K. Smits & A.D. Rijnsdorp, in druk. How climate warming impacts the distribution and abundance of two small flatfish species in the North Sea. *Journal of Sea Research*.

Hiddink, J.G. & R. ter Hofstede, 2008. Climate induced increases in species richness of marine fishes. *Global Change Biology* 14: 453-460.

ICES, 2008. The effect of climate change on the distribution and abundance of marine species in the OSPAR Maritime Area. *ICES Cooperative Research Report No. 293*.

Keeken, O.A. van, M. van Hoppe, R.E. Grift & A.D. Rijnsdorp, 2007. Changes in the spatial distribution of North Sea plaice (*Pleuronectes platessa*) and implications for fisheries management. *Journal of Sea Research* 57:187-197.

Philippart, C.J.M., R. Ricardo Anadón, R. Danovaro, J.W. Dippner, K.F. Drinkwater, S.J. Hawkins, G. O'Sullivan, T. Oguz & P.C. Reid,

2007. Impacts of climate change on the European marine and coastal environment, Marine Board – European Science Foundation
Platt, T., C. Fuentes-Yaco & K.T. Frank, 2003. Spring algal bloom and larval fish survival. *Nature* 423: 398-399.

Pörtner, H.O. & R. Knust, 2007. Climate change affects marine fishes through the oxygen limitation of thermal tolerance. *Science* 315:95-97.

Teal, L.R., J.J. de Leeuw, H.W. van der Veer & A.D. Rijnsdorp, 2008. Effects of climate change on growth of o-group Sole and Plaice. *Marine Ecology Progress Series* 357, doi: 10.3354/meps07367.

Summary

Climate change in the North Sea: consequences for fish

The fish fauna of the North Sea has shown major changes in the past decades. In this article we discuss the possible contribution of climate warming to the observed changes, along with other factors such as overfishing and eutrofication. There are indications that climate change has played a role in several developments. The species spectrum has changed, with more southerly species and the disappearance of a few northerly species. Because this development coincided closer with the rise in sea water temperature in the early 1990's, than with the gradual increase in fishing effort, climate change seems the major driving factor. The new species spectrum is characterized by more smaller sized species. This is likely related to a release from predation pressure, because the large predatory fish have disappeared due to overfishing. We have also observed changes in growth rate, time of spawning and distribution in several flatfish species. Contrasting species with a cold versus warm water preference allows to investigate the mechanisms involved. The role of the nursery areas along the North Sea coast has changed, as several species tend to move into colder, deeper water earlier in life than they used to.

Dankwoord

Dank aan Doug Beare voor het op korte termijn produceren van figuur 4. Deze publicatie is mogelijk gemaakt met steun van het Europese Unie FP6 project RECLAIM (Contract 044133).

Dr. I. Tulp, Ir. R. van Hal, Drs. R. ter Hofstede & Prof. A.D. Rijnsdorp
 IMARES Wageningen UR
 Postbus 68
 1970 AB IJmuiden
 e-mail Ingrid.tulp@wur.nl