

Fosfaatbemesting Noordzee: een kritische beschouwing

Tekst: Han Lindeboom
& Adriaan Rijnsdorp

Illustraties: Willem Kolvoort, René Sehr
en Kees Westdorp

Door de introductie van fosfaatvrije wasmiddelen en betere afvalwaterzuivering zit er volgens de beroepsvisserij onvoldoende voedsel in het Noordzeewater. Dit zou de oorzaak zijn van het teruglopen van de visproductie. De sector pleit daarom voor bemesting. Het Wageningse onderzoeksinstituut IMARES kreeg van voormalig minister Veerman de opdracht het mogelijke verband tussen fosfaatconcentratie en visproductie nader te onderzoeken. Onderzoekers Han Lindeboom en Adriaan Bijnsdorp vatten voor Visionair de resultaten van dit onderzoek samen.

Afgelopen decennia is het nodige onderzoek verricht naar de relatie tussen nutriëntconcentraties en het functioneren van het zee-ecosysteem. De nadruk lag daarbij vooral op de negatieve effecten van verhoogde concentraties, zoals een toename van plaagalg en zuurstofloosheid. De laatste jaren wordt echter ook gesproken over de effecten van verminderde concentraties van nutriënten. Dat zou volgens sommigen de lagere visproductie in de Noordzee verklaren. Oud RIVO-onderzoeker Dolf Boddeke pleit zelfs voor een vorm van fosfaatbemesting om daar iets tegen te doen. Is de genoemde veronderstelling juist?

Algen

Laten we beginnen bij de basis van de productiviteit van het zee-ecosysteem: de productie van algen. Die productie wordt grotendeels bepaald door de beschikbaarheid van licht en voedingsstoffen, waaronder stikstof en fosfaat. Bij beperkt licht (winter) stagneert de productie, evenals bij uitputting van één of meer voedingsstoffen (zomer). In open zee is dat meestal stikstof, in kustgebieden vaak fosfaat.

Onderzoek heeft aangetoond dat, als er grootschalig wordt gekeken, er sprake is van een positief verband tussen de jaarlijkse visvangst en de hoeveelheid algen in een zeegebied. Bekende voorbeelden hiervan zijn de upwellingengebieden, bijvoorbeeld bij Peru. Dit betekent echter niet dat een verhoging of verlaging van de algenproductie (bijv. via het toevoegen van fosfaat) automatisch leidt tot een evenredige verandering in de visproductie. Het mariene voedselweb is daarvoor te lang en te complex, waardoor hogere voedselniveaus onvoorspelbaar reageren. Het toevoegen van fosfaat kan leiden tot meer vis, maar evengoed tot een hogere kwalproductie. Dit bleek onder meer uit fosfaatproeven die onderzoekers uitvoerden in de Noorse kustwateren (voor details zie Olsen et al., 2001 en Olsen, 2002). Algen en algeneters, bijvoorbeeld mosselen, reageerden met een verhoogde productie, maar

de reactie van carnivore vissen was onvoorspelbaar. Ook bekeken de onderzoekers wat het effect was als er gedurende langere tijd nutriënten werden toegevoegd. In de eerste paar weken leidde dit tot evenredige verhoging van de algenproductie, maar daarna vlakke de reactie af. Dit wijst erop dat er een biologische verandering in de voedselwebstructuur optreedt die bufferend werkt tegen de effecten van verhoogde nutriëntconcentraties.

Fosfaat in de Noordzee

Terug naar de Noordzee. Bestaat er een verband tussen de in het verleden waargenomen fosfaatconcentraties en de hoogte van de visproductie? En hoe groot is het aandeel van 'menselijke fosfaat' op de totale hoeveelheid fosfaat die erin voorkomt? Om met die laatste vraag te beginnen: de Noordzee is van oudsher rijk aan vis. Dat komt vooral door de enorme aanvoer van stikstof en fosfaat vanuit de Atlantische Oceaan. Dit betreft ongeveer negentig procent van het totaal. De resterende tien procent komt vanaf het land. Van die tien procent was de helft afkomstig van menselijk handelen. Dit kan nauwelijks van invloed zijn (geweest) op de productiviteit van de gehele Noordzee.

Voor de zuidelijke Noordzee ligt het anders, omdat de invloed van de rivieren waarmee menselijk fosfaat wordt aangevoerd, hier veel groter is. In de kustzone tot circa twintig kilometer uit de kust is tot begin jaren tachtig een duidelijke stijging waargenomen van de fosfaatconcentratie, gevolgd door een daling erna. Er is een verband met de fosfaataanvoer van de Rijn, die tussen 1950 en 1980 sterk toenam en daarna weer daalde tot het eerste niveau (van 5 naar 35 mol/sec en daarna terug naar 5). Op het hoogtepunt had iets meer dan de helft van het fosfaat in de kustzone een menselijke oorsprong.

Fosfaatconcentratie en visproductie

Hebben de concentratieschommelingen in het kustgebied invloed gehad op de daar voorkomende visbestanden, met

name op de voor de Nederlandse visserij belangrijke platvissoorten? Hiervoor is het van belang na te gaan welke levensstadia gebruik maken van het door eutrofiëring beïnvloede gebied. Voor tong is het belangrijk als paai- gebied, opgroeigebied en deels als voedselgebied voor de volwassen levensstadia. Voor schol is het gebied vooral belangrijk als opgroeigebied voor de jeugdstadia.

Als de hoogte van de fosfaatconcentratie effect heeft op de productiviteit van deze twee platvissoorten, verwachten we voor tong een relatie met de rekrutering (jaarklassterkte) en groeisnelheid van zowel de jonge als volwassen stadia. Voor schol verwachten we alleen een relatie met de groei van de jeugd.

Jaarklassterkte en groeisnelheid

Wat betreft de jaarklassterkte: voor geen van beide soorten bleek deze (zoals geschat in de jaarlijkse toestandsbeoordeling van de ICES) significant gecorreleerd te zijn met de fosfaatvrucht van de Rijn. Wel blijkt er een significante relatie te bestaan tussen de jaarklassterkte en de watertemperatuur tijdens of voorafgaande aan de voortplantingsperiode, zowel bij schol als bij tong. Na een strenge winter blijkt er een grotere kans te zijn op een sterke jaarklas dan na een gematigde of warme winter.

Bij de groeisnelheid liggen de zaken complexer. Voor tong en schol is in de jaren zeventig duidelijk sprake geweest van een groeiversnelling bij leeftijdsgroepen in de zuidoostelijke Noordzee. Volgens Rijnsdorp en Van Beek (1991) was dit een gevolg van toegenomen voedselbeschikbaarheid ter plaatse. De toename kan worden veroorzaakt door eutrofiëring, maar ook door de opkomst van de boomkorvisserij en de daarbij optredende omwoeling van de bodem (Rijnsdorp & van Leeuwen, 1996; Millner & Whiting, 1996). Recent onderzoek heeft aangetoond dat de bodemvisserij de productiviteit van bodemdieren beïnvloedt, maar heeft geen sluitend antwoord gegeven op vraag naar de effecten op het voedsel voor schol en tong (Kaiser et al., 2000; Jennings et al., 2001; Schratberger et al., 2002). Naast voedselbeschikbaarheid heeft de voedselconcurrentie een rol gespeeld, met name wanneer er een sterke jaarklas geboren was (Millner & Whiting, 1996; Rijnsdorp & Van Leeuwen, 1996). Vanaf de jaren negentig neemt de groeisnelheid af. Deze afname blijft niet beperkt tot de Noordzee, maar doet zich ook voor in andere zeegebieden (Millner et al., 1996).

Recente analyses van de groei van Noordzee schol bevestigen het verband tussen groeisnelheid en eutrofiëring (Rijnsdorp et al., 2004) Voor tong bleek echter vooral de temperatuur de lengte aan het einde van het eerste jaar te beïnvloeden (Teal et al., in voorbereiding).

Naast de verandering in groeisnelheid is in de jaren negentig een verandering opgetreden in de verspreiding van jonge schol; de jeugdstadia zijn zich in dieper water gaan ophouden dan voorheen. Dit verschijnsel kan samenhangen met veranderingen in de voedselbeschikbaarheid binnen de zuidoostelijke Noordzee, een toename in de



Fosfaten zijn voedsel voor planten en algen.

zomertemperatuur boven de tolerantiegrens voor jonge schol, of veranderingen in het voorkomen van roofvijanden (van Keeken et al., 2006). Opvallend is dat eenzelfde verschijnsel zich ook in andere zeegebieden heeft voorgedaan, zoals de Ierse Zee.

Kortom: de beschikbare gegevens ondersteunen gedeeltelijk de hypothese dat de toevoer van fosfaat een productie-verhoging van schol en tong tot gevolg heeft gehad. Maar ook andere factoren zoals veranderingen in temperatuur, verspreiding van de boomkorvisserij (Kaiser et al., 2000; Jennings et al., 2001), veranderingen in de samenstelling van de visgemeenschap (Daan et al., 2005) en (sprongsgewijze en grootschalige) veranderingen in het ecosysteem (Weijerman et al., 2005) kunnen invloed gehad hebben.

Modelberekeningen.

Via modelberekeningen is nagegaan om hoeveel fosfaat het eigenlijk gaat, wat dat zou kosten en wat de mogelijke visopbrengsten zouden zijn (Lindeboom et al., 2007). Om de zooplankton biomassa in het Nederlandse kustgebied (12.800 km²) met 10% te verhogen dient circa 2900 ton P (per 180 dagen februari-augustus) bij Hoek van Holland te worden toegevoegd. Afhankelijk van de vorm van fosfaat bedragen de kosten daarvan tussen de € 5 en 17 miljoen, waarbij de goedkope oplossing, het toevoegen van fosforzuur tot ernstige pH-problemen kan leiden, toevoegen van het pH-neutrale kalifosfaat leidt tot het duurdere scenario. Uitgaande van de aanwezige visbiomassa wordt verwacht dat deze toevoeging ruim 1000 ton extra vis in de kustzone op zou kunnen leveren. In geld uitgedrukt (uitgaande van de vangsten in het kustgebied in 2005) zou dit circa € 3,5 miljoen extra op kunnen leveren.

Voor de Waddenzee is berekend dat het toevoegen bij de Afsluitdijksluizen van 174 ton P, kosten circa € 2 miljoen, tot een mogelijke extra schelpdier productie van 2000-6000 ton versgewicht zou kunnen leiden.

Door het uitzetten van de P-verwijderende trap bij de waterzuivering van Delfland kan er circa 1,5 ton P per dag extra naar de kustzone stromen. Als dit 105 dagen (april-juli) wordt volgehouden zou dit kunnen leiden tot een extra visproductie van circa 100 ton (alle soorten totaal). De kosten hiervoor zijn niet groot, maar mogelijk moet er dan ter compensatie in andere jaargetijden meer P verwijderd worden wat wel kosten met zich mee brengt.

Conclusies en aanbevelingen

Er is op dit ogenblik geen wetenschappelijke basis voor het bemesten van de Noordzee om de productie van schol en tong te verhogen. Het effect van fosfaatbemesting op de platvisproductie is variabel en onvoorspelbaar, gezien de complexiteit van het mariene voedselweb. Het kan mogelijk leiden tot negatieve effecten, zoals zuurstofloosheid en het optreden van plaagalg. Het op het juiste moment en op de juiste plaats toevoegen van fosfaat kan mogelijk wel leiden tot een verhoging van de productie van schelpdieren, zoals is gebleken uit fosfaatproeven in Noorwegen.

Onderzoek naar de mogelijkheden om het mariene milieu voor de visproductie met extra fosfaat te verrijken, vergt een veel uitgebreidere studie. De opbrengst van de zee is namelijk niet alleen afhankelijk van fosfaataanvoer. Daarnaast dragen de visserijdruk, klimaatverandering en het optreden van sprongsgewijze en grootschalige veranderingen in het ecosysteem bij aan de optredende ontwikkelingen. Er moet sprake zijn van een integraal experiment, waarbij naast fosfaatadditie ook zeegebieden voor bodemberoerende visserij worden gesloten. Aan visserijmethoden zitten diverse opbrengstverhogende en -verlagende aspecten. Meer kennis hierover zou kunnen bijdragen aan vangstoptimalisatie. Een dergelijk experiment sluit goed aan bij het door NWO voorgestelde nationaal onderzoeksprogramma Zee- en Kustonderzoek. **V**

De lengte van tong wordt vooral door de temperatuur beïnvloed.



Mosselen reageerden met een hogere productie op de fosfaatproeven.

Over de auteurs

Han Lindeboom, marien ecooloog, is momenteel directielid-wetenschap van Wageningen IMARES. Hij houdt zich o.a. bezig met de effecten van visserij, windmolenparken, eutrofiëring en klimaatverandering op het mariene ecosysteem.



Prof. Dr. A. Rijnsdorp is senior onderzoeker bij Wageningen IMARES met als specialisaties biologie van vispopulaties, visserijbeheer, gedrag van de vissersvloot en management van natuurlijke hulpbronnen.



Literatuur

- Daan, N., H. Gislason, J. Pope, J. Rice, 2005. Changes in the North Sea fish community: evidence of indirect effects of fishing? *ICES Journal of Marine Science* 62, 177-188.
- Jennings, S., Dinmore, T.A., Duplisea, D.E., Warr, K.J., Lancaster, J.E., 2001. Trawling disturbance can modify benthic production processes. *J. Anim. Ecol.* 70, 459-475.
- Kaiser, M.J., Ramsay, K., Richardson, C.A., Spence, F.E., Brand, A.R., 2000. Chronic fishing disturbance has changed shelf sea benthic community structure. *J. Anim. Ecol.* 69, 494-503.
- Van Keeken, O.A., Van Hoppe, M., Grift, R.E., Rijnsdorp, A.D., 2006. The implications of changes in the spatial distribution of juveniles for the management of North Sea plaice (*Pleuronectes platessa*). *Journal of Sea Research*. In press.
- Lindeboom, H.J., Brinkman, A.G., van Oostenbrugge, H., Rijnsdorp, A.D., Ruardij, P., 2007. Fosfaataddities om de visproductie te verhogen? Effecten van fosfatering, mogelijkheden voor onderzoek en kosten-batenanalyse. Wageningen IMARES Rapport C036/07.
- Millner, R.S., Whiting, C.L., 1996. Effects of fishing and environmental variation on long-term changes in growth and population abundance of sole in the North Sea from 1940 to the present. *ICES Journal of Marine Science* 53, 1185-1195.
- Olsen, Y., T Bockmann, T. Bokn, S.Bremdal, E.Hoell, V.Oiestad, H.R. Skjoldal, E. Svendsen and O.Vadstein, 2001. MARICULT research Programme (1996-2000), Final Scientific and Management Report from the Steering Committee. ESBN, 82-996202-0-1.
- Olsen, Y., 2002. MARICULT Research Programme: background, status and main conclusions. *Hydrobiologia* 484, 1-10.
- Rijnsdorp, A.D. en Van Beek, F.A., 1991. Changes in growth of North sea plaice and sole. *Neth. J. Sea Res.* 27, 441-457.
- Rijnsdorp, A.D. and Van Leeuwen, P.I., 1996. Changes in growth of North Sea plaice since 1950 in relation to density, eutrophication, beam-trawl effort, and temperature. *ICES Journal of Marine Science* 53, 1199-1213.
- Rijnsdorp, A.D., Van Keeken, O.A., Bolle, L.J., 2004. Changes in productivity of the southeastern North Sea as reflected in the growth of plaice and sole. *ICES CM2004/K:13*.
- Schratzberger, M., Dinmore, T.A., Jennings, S., 2002. Impacts of trawling on the diversity, biomass and structure of meiofauna assemblages. *Mar. Biol.* 140, 83-93.
- Teal, L.R., De Leeuw, J.J., Rijnsdorp, A.D., 2006. Effects of climate change on growth of 0-group sole and plaice. *Aangeboden*.
- Weijerman, M., Lindeboom, H.J., Zuur, A.F., 2005. Regime shifts in marine ecosystems of the North Sea and Wadden Sea. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 298: 21-39.