

..... De lege zee: feit of fictie?

Bespiegelingen over duurzaam visserijbeheer

PROF.DR. A.D. RIJNSDORP

Inaugurele rede bij de aanvaarding van het ambt van buitengewoon hoogleraar
Duurzaam Visserijbeheer aan Wageningen Universiteit op 23 oktober 2008



WAGENINGEN UNIVERSITEIT

WAGENINGEN UR

De lege zee: feit of fictie?

Bespiegelingen over duurzaam visserijbeheer

PROF.DR. A.D. RIJNSDORP

Inaugurele rede bij de aanvaarding van het ambt van buitengewoon hoogleraar
Duurzaam Visserijbeheer aan Wageningen Universiteit op 23 oktober 2008



WAGENINGEN UNIVERSITEIT

WAGENINGEN UR

ISBN 978-90-8585-265-0

• • •

2

Adriaan Rijnsdorp De lege zee: feit of fictie?

De lege zee: feit of fictie?

Bespiegelingen over duurzaam visserijbeheer

Mijnheer de Rector, hooggeleerde collega's, studenten, zeer gewaardeerde toeboorders.

In de media verschijnen met de regelmaat van de klok alarmerende berichten over slinkende visbestanden en de aantasting van het mariene ecosysteem. Anderzijds verhogen visserijministers het vangstquotum. De centrale vragen van vandaag zijn: hoeveel vis kan de zee produceren en hoe kan deze vis op een duurzame manier worden geoogst. Om deze vragen te beantwoorden neem ik u mee op een zeereis. Het wordt een bijzondere reis waarin wij de netten uitgooien om met eigen ogen te zien wat er gevangen wordt en deze vangst te vergelijken met die van 100 jaar geleden, toen de eerste generatie visserijbiologen op expeditie gingen. Aan boord zullen we ons verdiepen in de vraag hoe visserij het visbestand beïnvloedt en bestuderen we de invloed van bijvoorbeeld klimaat en weer. Het is geen vrijblijvende reis. De resultaten ervan zijn medebepalend voor het visserijadvies van de Internationale Raad voor Onderzoek der Zee (ICES) en de politieke beslissing van de visserijministers. Naar de resultaten wordt met spanning uitgekeken. In IJsland is deze informatie zelfs koersgevoelig.

Bestandsopnames

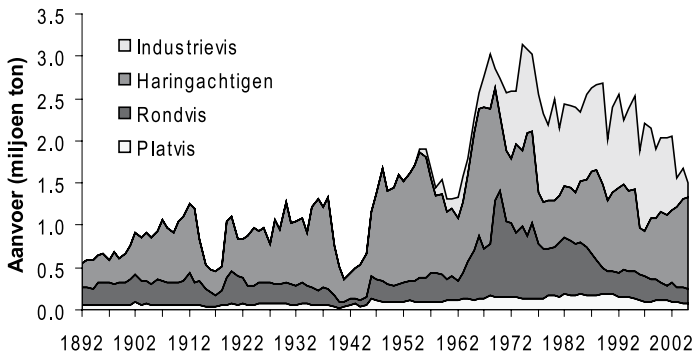
Waar zullen we onze netten uitzetten? De zeebodem vormt een grillig landschap waarin vlakke gebieden worden doorsneden door bergruggen en diepe dalen. De Noordzeebodem bestaat veelal uit sediment dat varieert van grof zand tot fijn slib. Op sommige plaatsen ligt de zeebodem bezaaid met stenen die in de ijstijd door gletsjers zijn aangevoerd. Met de vele wrakken zorgen deze stenen ervoor dat niet overal met een sleepnet kan worden gevestigd.

De verschillen in bodemstructuur creëren een mozaïek aan leefgebied voor

vissoorten en ongewervelde bodemdieren. Zo graaft platvis, zoals de schol en tong, zich graag in de zeebodem in, terwijl rondvis, zoals kabeljauw, schelvis en wijting, onder dekking van bodemstructuren over de zeebodem scharrelt. Zandspiering leeft in de zeebodem en verlaat deze alleen om op plankton te jagen.

Door deze verschillen in levenswijze zijn niet alle vissoorten even gemakkelijk te vangen. Voor platvis is een net nodig dat de dieren uit de zeebodem opjaagt. De pelagische haring en makreel leeft in scholen en wordt gevangen met grote sleepnetten of met een ringnet dat om een school wordt uitgezet.

Onze vangst met een bodemnet geeft dus geen juiste afspiegeling van alle aanwezige vis. Wel kunnen we de veranderingen in de vangstsamenstelling volgen. In de Noordzee voeren wij al sinds 1970 jaarlijks bestandsopnames uit die belangrijke inzicht geven in de veranderingen in de soortsaanstelling en de biomassa van de visgemeenschap van de Noordzee[1].



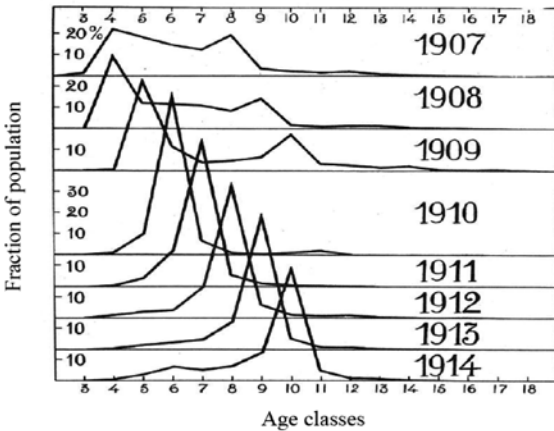
Figuur 1. Ontwikkeling in de visaanvoer uit de Noordzee.

Bestandsschatting

Naast de visserijafhankelijke bestandsopnames vormen de aanlandingsgegevens van de commerciële visserij een belangrijke informatiebron over de ontwikke-

ling in de visbestanden. Deze gegevens, die al meer dan een eeuw worden verzameld, maken duidelijk dat er zich grote veranderingen voordoen. Met uitzondering van de lage aanvoer in de 1^e en 2^e wereldoorlog, is de visaanvoer uit de Noordzee geleidelijk toegenomen van 0,5 miljoen ton rond 1900 tot 1,5 miljoen ton in de vijftiger jaren (Figuur 1). Mede dankzij de toename in de vangst van kabeljauwachtigen en de opkomst van de industrievisserij op zandspiering nam de aanvoer in de tweede helft van de zestiger jaren toe tot 2,5 miljoen ton. In de negentiger jaren liep de aanvoer terug tot 1,5 miljoen ton.

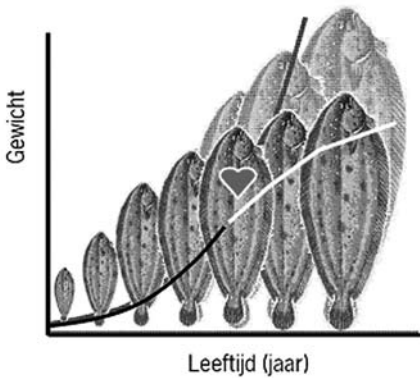
Door de aangelande vis te bemonsteren en de leeftijdsopbouw van de aangevoerde vis te bepalen kan de dynamiek van de visbestanden worden gereconstrueerd. Eén van de grondleggers van de visserijbiologie, de Noorse visserijbioloog Hjort, toonde al in 1914 aan dat de veranderingen in de haringstand een gevolg waren van de verschillen in de hoeveelheid jonge vis die er jaarlijks werd geboren (Figuur 2). Visserijbiologen spreken over jaarklassterkte.



Figuur 2. Variatie in het aandeel (%) van een jaarklas in de aanvoer van haring in de periode 1907 - 1914 (Hjort, 1914).

Met de leeftijdsamenstelling kunnen we uitrekenen hoeveel vis er van ieder geboortjaar door de visserij is aangevoerd. We tellen heel simpel de aantallen die van iedere jaarklas in opeenvolgende jaren zijn aangevoerd bij elkaar op. Hiermee weten we dus hoeveel vis er minimaal in zee heeft gezwommen. Om tot een schatting van het werkelijke aantal te komen corrigeren we voor het aantal vissen dat jaarlijks een natuurlijke dood sterft en voor het percentage van de populatie dat in het meest recente jaar is gevangen. Deze berekening wordt ieder jaar uitgevoerd en vormt de basis voor het visserijadvies van de biologen in de Europese Unie en andere delen van de wereld.

.....



.....

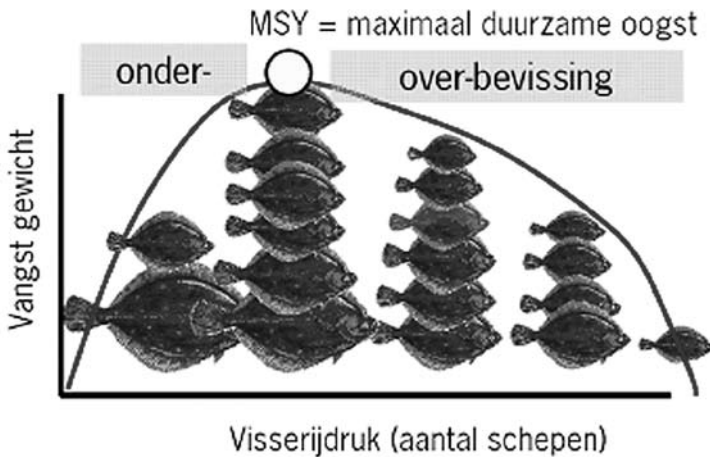
Figuur 3. Toename van het lichaamsgewicht van een vis en de afname van de groeisnelheid na de start van de voortplanting.

Overbevissing

De productiviteit van een visbestand wordt bepaald door de jaarklassterkte (rekrutering) en de toename in lichaamsgewicht (groei) aan de ene kant, en de visserij- en natuurlijke sterfte aan de andere kant. De jaarklassterkte is al behandeld. De gewichtsgroei van een vis begint langzaam maar neemt daarna snel toe (Figuur 3). Nadat de vis geslachtsrijp wordt, en een deel van zijn energie aan de voortplanting besteedt, neemt de groeisnelheid af. Wordt er weinig gevist dan vangen we

...

voornamelijk grotere, langzaam groeiende exemplaren. Verhogen we de visserijdruk dan neemt de vangst toe en neemt het aandeel grotere dieren af. Bij een verdere verhoging van de visserijdruk neemt de vangst weer af omdat nu vooral kleine vis gevangen wordt die nog niet maximaal groeit (Figuur 4). Het visbestand wordt nu overbevestig. Bij een nog verdere verhoging van de visserijdruk bestaat het gevaar dat het bestand instort. Het aantal volwassen vissen is te laag om een normale hoeveelheid jonge vis te kunnen produceren. Waar in de praktijk het omslagpunt ligt is niet te voorspellen. Alleen voor de soorten waar het bestand is ingestort kunnen we achteraf bepalen waar de kritische grens lag (Figuur 5b). Het punt waarbij de vangst maximaal is wordt de ‘maximum sustainable yield (MSY)’ genoemd en speelt een belangrijke rol in het visserijbeheer.



.....

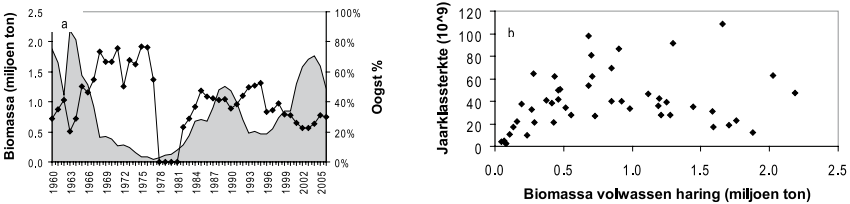
Figuur 4. De relatie tussen de gemiddelde jaarlijkse vangst en het aantal vissersschepen en de veranderingen in de grootte samenstelling van de vangst. De top geeft de visserijspanning waarbij de maximaal duurzame oogst (MSY) wordt gerealiseerd. Bevissing boven dit niveau wordt overbevissing genoemd.

Het voorbeeld van Noordzee haring laat zien hoe de visserij de visstand beïnvloedt. Met de introductie van het ringnet en de pelagische trawl in de zestiger jaren neemt de visserijdruk sterk toe waardoor de volwassen stand, en uiteindelijk ook de jaarclassierkte, sterk afneemt (Figuur 5). Het bestand stort in en de visserij wordt gesloten. De lage jaarclassierkte aan het eind van de zeventiger jaren is niet alleen toe te schrijven aan de lage volwassen stand. Ook ongunstige hydrografische omstandigheden speelden toen een rol[2].

Door behoedzaam beheer is de haringstand momenteel weer gezond. Een probleem is wel dat er de laatste jaren opnieuw weinig jonge haring wordt geboren ondanks het feit dat er voldoende volwassen haring is. De oorzaak hiervan is nog niet opgehelderd maar hangt mogelijk samen met veranderingen in het ocean klimaat.

Jaarclassierkte fluctuaties

De variaties in jaarclassierkte worden bij veel vissoorten bepaald in het ei- en larvale stadium. De eerder genoemde Hjort opperde dat de variaties veroorzaakt werden door de invloed van de hydrodynamische omstandigheden op het voedsel van de vislarven. Inmiddels is duidelijk dat de overleving in het ei- en larvale stadium inderdaad een bepalende invloed heeft op de jaarclassierkte. Niet alleen is de hoeveelheid voedsel belangrijk, maar ook de synchronisatie in voorkomen van larven en voedsel[3].



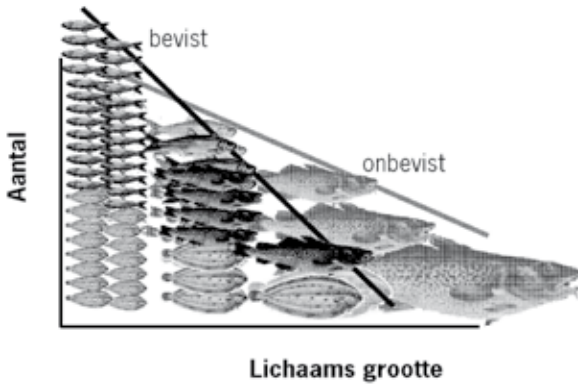
Figuur 5. Ontwikkeling van de biomassa en oogstpercentage (♦) van volwassen haring sinds 1960 (grafiek a) en de relatie tussen de jaarclassierkte en de volwassen stand (grafiek b).

Naast de jaarlijkse variaties zien we dat er ook meerjarige veranderingen optreden. De meerjarige veranderingen zijn vooral bekend van haringachtigen en staan in verband met meerjarige schommelingen in de hydrografische omstandigheden zoals El Niño. Tijdens een El Niño gebeurtenis neemt de opwelling van voedselrijk water af, en daarmee de planktonproductie, en stort de ansjovisstand in. In het Noord Atlantisch gebied hebben we te maken met de Noord-Atlantische Oscillatie (NAO) en de ‘Atlantic Multidecadal Oscillation’ (AMO). Verschillende vissoorten, maar ook andere diersoorten, vertonen veranderingen in de tijd die synchroon loopt met deze schommelingen in het oceaan klimaat [4, 5]. Zo zien we een toename van de sardien en ansjovis in de Noordzee tijdens de warme AMO periodes van 1930-1960 en 1995-heden. Atlanto-scandische haring, een enorm bestand dat in de Noorse zee leeft, stortte in als gevolg van overbevissing in combinatie met de afkoeling. Na 17 jaar kon de visserij weer worden heropend toen in 1983 een zeer sterke jaarklas werd geboren nadat de temperatuur weer was toegenomen [6]. In de Noordzee vond de uitbarsting van de kabeljauwachtigen juist plaats tijdens een koele periode tussen 1960-1980. Deze “gadoid outburst” was het gevolg van een serie van uitzonderlijk sterke jaarklassen in jaren waarin er veel dierlijk plankton beschikbaar was voor de kabeljauwlarven [7].

Ecosysteemeffecten van de visserij

Visserij beïnvloedt niet alleen de commerciële vissoorten maar heeft ook een effect op de visgemeenschap en het bredere ecosysteem [8]. Het effect op de visgemeenschap is goed onderzocht. Visserij reduceert de visstand en versmalt de lengte- en leeftijdsverdeling (Figuur 6). In de visgemeenschap zien we niet alleen een verschuiving in het groottespectrum maar zien we ook dat de soortsaanstelling verandert. Het aantal kleinere vissoorten neemt toe [9]. Omdat de lichaamsgrootte zowel de predator-prooi, de voedselconcurrentieverhoudingen alsmede de bio-energetica bepaalt, biedt de studie van de groottestructuur een krachtige benadering waarmee de invloed van visserij op de complexiteit van ecosysteemprocessen kan worden bestudeerd [10]. Het uitblijven van herstel van de Canadese kabeljauw nadat meer dan 15 jaar geleden de visserij werd gesloten, hangt mogelijk samen met bovengenoemde processen. De rol van kabeljauw in het ecosysteem is

overgenomen door andere soorten die daarmee het herstel van kabeljauw blokkeren[11]. Het is opvallend dat in tegenstelling tot de Canadese kabeljauw, de Noordzee kabeljauw, ondanks de jarenlange te hoge visserijdruk, niet is ingestort. Mogelijk dat de grotere complexiteit van het Noordzee ecosysteem hiervoor verantwoordelijk is.



Figuur 6. Schematische weergave van de verandering in de visgemeenschap ten gevolge van de visserij. Visserij verlaagt het aandeel van grotere vissen en grote vissoorten en leidt tot een toename van de kleinere vissen en kleine vissoorten.

Vergelijking van gegevens van bestandsopnames uit 1910 met die van 1990 maakt duidelijk dat het aantal grotere vissen is afgenomen[12]. Dit zijn zowel de grote vissoorten als de grote exemplaren. Zo ving we rond 1900 meer roggen dan tegenwoordig. Het is echter niet zo dat er vissoorten zijn uitgestorven[13]. Wel kan er sprake zijn van het 'uitsterven' van een lokale populatie, zoals de stekelrog langs de continentale Noordzee kust. In de Noordzee komt deze soort alleen nog langs de Engelse kust voor [14]. Er is nog weinig bekend over de mogelijke genetische verschillen tussen lokale populaties. Deze kennis is van groot belang voor het beheer en is een belangrijk onderzoeksveld voor de komende jaren.

De visgemeenschap van 1900 geeft geen goed beeld van de natuurlijke visstand omdat de Noordzee al meerdere decennia intensief werd bevestigd. Een van de interessante onderzoeksvelden is de reconstructie van de ontwikkelingen in de visserij en de visaanvoer waarbij visserijbiologen samenwerken met historici en archeologen [15]. Opgravingen in Denemarken uit de periode 7000 - 3900 v. Chr., toen de temperatuur in de Noordzee hoger was dan nu, laten zien dat verschillende zuidelijke vissoorten die de laatste jaren de Noordzee zijn binnengekomen toen algemeen waren. Het is intrigerend dat gedurende de gehele warme periode kabeljauw werd aangetroffen [16]. Van deze koudeminnende vissoort wordt verwacht dat ze het erg moeilijk zal krijgen bij een stijging van de temperatuur als gevolg van de klimaatverandering[17].

Andere in het oog springende ecosysteemeffecten van de visserij zijn de bijvangst en de effecten van de sleepnetvisserij op het bodemleven. De bijvangstproblematiek is divers. Drijfnetvisserij op tonijn is bekend door haar bijvangst van dolfijnen, pelagische sleepnetten door de bijvangst van haaien en dolfijnen[18]. In de lijnvisserij op de oceaan worden soms zeevogels gevangen. Garnalenvisserij is bekend door de bijvangst van zeeschildpadden en een veelheid aan vissoorten. De boomkorvisserij op tong vangt een groot aantal ondermaatse platvis zoals schol en schar. Deze voorbeelden laten zien dat er aan iedere vismethode wel een bezwaar kleeft. Per visserij moet worden bekeken hoe de ecosysteemeffecten kunnen worden vermindert. Oplossingen kunnen worden gezocht in technische aanpassingen van het net (zoals scheidingspanelen of 'pingers' om zeezoogdieren weg te jagen), het sluiten van bepaalde gebieden en 'last but not least' een reductie in de visserijinspanning[19].

De visserij waarbij een net over de zeebodem wordt gesleept vangt niet alleen vis maar ook ongewervelde bodemdieren die op of in de zeebodem leven. Daarnaast worden bodemhabitats beschadigd. Sommige bodemdieren bouwen een eigen huis in de vorm van een koker van zandkorrels of schelpfragmenten, een kalkskelet (koraal) of vormen uitgestrekte schelpenbanken. Andere graven uitgebreide gangenstelsels in de zeebodem. Deze biologische structuren beïnvloeden de chemische processen en bieden vaak weer levensmogelijkheden voor andere organismen en dragen dus bij aan de biodiversiteit. Dit gegeven verklaart waarom

er zoveel belang wordt gehecht aan de bescherming van de zeebodem[20-22].

In Nederland spitst de discussie zich toe op de effecten van de boomkorvisserij. In deze visserij, die rond 1960 is ontwikkeld en binnen een periode van 5 jaar de dominante visserijmethode werd [23], worden kettingen over de bodem geslept die platvis uit de bodem opjaagt zodat ze kunnen worden gevangen. De eerste effectstudies werden al in de jaren 70 uitgevoerd[24]. Aan het eind van de jaren 80 is dit onderwerp opnieuw in de belangstelling gekomen en is de penetratiediepte van het vistuig en de sterfte onder bodemdieren onderzocht[25, 26]. Voor de inschatting van het ecosysteemeffect van de boomkorvisserij is het nodig te weten waar de visserij plaats vindt. In vruchtbare samenwerking met de visserijsector hebben wij kunnen aantonen dat de boomkorvisserij een sterk heterogene verdeling heeft[27]. Sommige gebieden worden heel frequent, andere gebieden worden maar weinig of mogelijk helemaal niet bevestigd. Deze heterogeniteit is door mijn collega Simon Jennings (CEFAS, Lowestoft) gebruikt om de relatie tussen de biomassa en productie van ongewervelde dieren en de bevissingsfrequentie te onderzoeken [28]. Hij kon aantonen dat de productie van ongewervelde dieren afnam met toenemende intensiteit van de bevissing. De productie van kleine opportunistische soorten zoals de borstelwormen nam echter toe bij een matige bevissing. Dit ondersteunt de hypothese dat de boomkorvisserij de productie stimuleert van kleine snelgroeiende bodemdieren, het voedsel bij uitstek voor platvis. Een modelstudie liet zien dat de verminderde boomkoractiviteit in de scholbox tot een verlaging van de voedselproductie voor schol kan hebben geleid [29]. Hiermee is niet gezegd dat de hypothese bewezen is. De proef op de som is om een veldexperiment uit te voeren waarin de bevissingsfrequentie wordt gemanipuleerd. Antwoord op deze vraag heeft verstrekende consequenties voor het beheer. Ik kom hier later op terug als we de scholbox zullen bespreken.

Een belangrijke vraag is of, en zo ja in welke mate, de bodemvisserij in de afgelopen eeuw het bodemecosysteem heeft veranderd. Het is heel wel mogelijk dat het areaal aan onbegroeide zandige en slibbige bodem, het leefgebied voor schol en tong, thans veel groter is dan voorheen.[30].

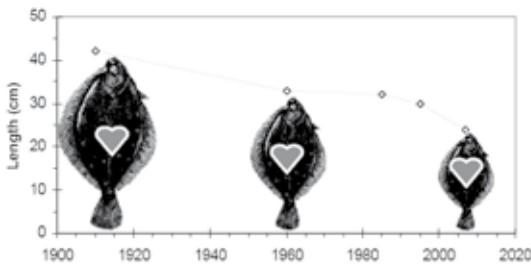
Tot nu toe hebben we ons beperkt tot de ecologische effecten van de visserij. Andere, misschien onverwachte invloeden, zijn de door visserij veroorzaakte

. . .

evolutionaire veranderingen[31, 32]. Levende organismen passen zich continue aan de veranderende omstandigheden aan. Iedereen kent het voorbeeld van de resistentie die micro-organismen ontwikkelen tegen antibiotica. Wat betekent dit voor het visserijbeheer?

Visserij verhoogt de sterfte waardoor de vis minder kans heeft om oud te worden. Dit betekent dat een vis die genetisch geprogrammeerd is om zich op jongere leeftijd voort te planten meer nakomelingen heeft dan een vis die de voortplanting uitstelt en voortijdig wordt gevangen. Visserij verandert dus de genetische samenstelling van de populatie. Het aandeel van vissen, die zich vroeg voortplanten en veel eieren produceren, zal toenemen. Omdat de energie die een vis opneemt maar één keer kan worden uitgegeven, zal de lichaamsgroei afnemen. Immers, energie die in de voortplanting wordt geïnvesteerd is niet langer beschikbaar voor lichaamsgroei.

Dit alles is theorie. Kunnen we dit ook aantonen? De moeilijkheid hierbij is, dat de voortplantingsleeftijd ook beïnvloed wordt door omgevingsomstandigheden zoals de hoeveelheid voedsel. Als er veel voedsel is, groeit een vis snel en wordt op jonge leeftijd volwassen. Door de invloed van verschillen in groeisnelheid en temperatuur op de geslachtsrijpwording te onderzoeken kunnen we genetische en omgevingseffecten ontrafelen[33, 34]. Deze methode is inmiddels met succes toegepast op verschillende vissoorten, waaronder schol en tong[35, 36] (Figuur 7).



Figuur 7. Afname in de lengte waarop 50% van de 4-jarige scholvrouwjes volwassen worden (Grift et al., 2003; van Walraven et al. in voorbereiding)

In de meerderheid van studies is de waargenomen afname in geslachtsrijpe lengte en leeftijd toegeschreven aan een evolutionaire verandering [31, 37]. Deze empirische studies kunnen echter geen onomstotelijk bewijs leveren omdat het onmogelijk is om alle mogelijke omgevingsfactoren te analyseren. Het feit dat er vergelijkbare veranderingen bij verschillende vissoorten zijn waargenomen, en dat ook de resultaten van experimenten deze veranderingen laten zien, maakt visserijgeïnduceerde evolutie tot de meest waarschijnlijke verklaring.

In de komende jaren verwachten we een stap voorwaarts te maken Door gebruik te maken van de uitgebreide verzameling van gehoorsteentjes, die sinds 1960 zijn verzameld, hopen we in samenwerking met de Universiteit van Leuven veranderingen in genetische merkers te onderzoeken, die gekoppeld zijn aan voor ons interessante eigenschappen zoals groei en voortplanting.

Visserij dynamica

De studie van de dynamica van de visserij is een integraal onderdeel van de visserijwetenschap. Inzicht in de processen die de dynamica van de visserij bepalen, en de keuzes die vissers maken, is nodig om de invloed van visserij op de visbestanden te kunnen begrijpen maar ook om te begrijpen hoe de visserij op veranderingen in regelgeving reageert. Ten onrechte is dit onderwerp een ondergeschoven kindje[38]. Het onderzoeksveld omvat zowel ecologische als economische aspecten.

Aan het begin van onze visreis vroegen we ons af waar we onze netten uit zouden zetten. De beroepsvisser staat voor dezelfde vraag. Hierin zal hij een afweging maken tussen de verwachte opbrengst en de te maken kosten, en zal hij rekening moeten houden met het risico om zijn netten te beschadigen of zelfs te verliezen.

Met het vlootdynamicateam van IMARES hebben we de afgelopen jaren verschillende aspecten van het visgedrag van de boomkorvisser kunnen analyseren. Afhankelijk van de vangstrechten waarover een visser beschikt zal hij een visgrond moeten zien te vinden met voldoende tong en schol. Anders dan bij haring of kabeljauw is platvis niet met elektronische hulpmiddelen op te sporen. Hij zal de concentraties dus proefondervindelijk moeten opsporen. In samenwerking met de

. . .

onderzoeksvloot van bedrijfsschepen hebben we de ruimtelijke verspreiding van de platvis in kaart kunnen brengen. U kunt zich dit voorstellen als een berglandschap waarbij de bergen de visconcentraties voorstellen. Heeft een visser eenmaal een bergtop gevonden dan blijft hij hier vissen. In de loop van de tijd neemt het vangstsucces af en staat hij voor de keus om al dan niet op zoek te gaan naar een nieuwe bergtop. Interessant is dat de bergtoppen maar een beperkte levensduur hebben. Na 1-3 weken blijkt de bergtop te zijn verdwenen [39].

Het patroon van visconcentraties wordt gereflecteerd in het patroon van scheepsconcentraties. Wat betekent dit voor de interacties tussen de schepen en de platvis? Het is niet onaannemelijk dat het gedrag van de platvis in een druk bevist gebied verandert. Het is bekend dat vissen chemische stoffjes produceren als zij in contact komen met een roofvijand. Andere vissen in dit gebied kunnen deze stoffen waarnemen en hierop reageren door beter op te letten op mogelijk gevaar. Op een vergelijkbare manier zou een vis in een visnet signaalstoffen kunnen produceren. Dit is alles speculatief. Wat we inmiddels hebben kunnen aantonen is dat de vangbaarheid van platvis afneemt met de dichtheid van vissersschepen. Een eerste aanwijzing hiervoor kregen we toen bleek dat gedurende de bidweek in Urk, wanneer de Urker vloot een week in de haven blijft, het vangstsucces van de schepen uit de andere havenplaatsen gemiddeld met 10% toenam [40]. Een tweede aanwijzing werd verkregen door het werk van mijn collega Poos [41], die het effect heeft onderzocht van de tijdelijke sluiting van een deel van de Noordzee in 2001. Door de gebiedssluiting werd de vloot in een klein gebied samengeperst. Het vangstsucces bleek in de eerste week van de sluiting met 14% afgenomen. Deze resultaten laten zien dat er sterke interacties kunnen optreden tussen vissersschepen die lokale visconcentraties exploiteren. Dit mechanisme kan ook de wapenwedloop in de boomkorvvloot sinds de jaren zestig verklaren waarbij geïnvesteerd werd in steeds grotere schepen. Een visser, die in een groter motorvermogen investeerde, zag zijn vangstefficiëntie toenemen, terwijl een visser die dit niet deed zijn vangstefficiëntie zag dalen [23]. Stilstand betekende dus achteruitgang. Ook nadat de overheid een bovengrens aan het motorvermogen stelde is de vangstefficiëntie jaarlijks met gemiddeld 2.8% (tong) en 1.6% (schol) toegenomen [42].

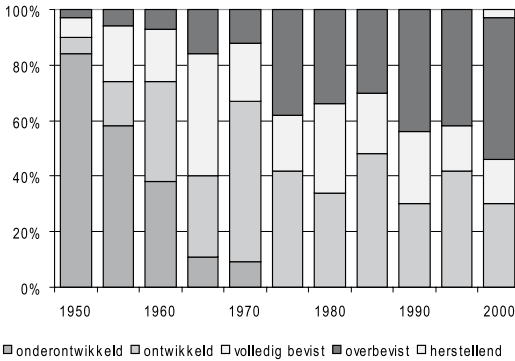
Het vangstsucces van een visser wordt dus niet alleen bepaald door de hoeveel-

heid vis in zee maar ook door de mate van competitie tussen schepen en de mate van overlap in de verspreiding van de vloot en de vis [43] [42]. Beheersmaatregelen die de verdeling van de vloot ten opzichte van de doelsoorten beïnvloeden, kunnen tot plotselinge veranderingen in de vangstefficiëntie leiden.

Visserijbeheer

De tragiek van de visserij is dat zij een gemeenschappelijke hulpbron exploiteert. Ook als een individuele visser zich beperkingen oplegt is het onzeker of hij de vis die hij laat zwemmen later zelf kan opvissen. Waarschijnlijker is dat deze vis door een andere visser wordt opgevisd. Dit proces leidt onvermijdelijk tot overbevissing en is een voorbeeld van de ‘Tragedy of the Commons’ [44].

De FAO heeft berekend dat wereldwijd meer dan 25% van de visbestanden wordt overbevist of zelfs is uitgeput. Vijftig procent van de bestanden wordt maximaal geëxploiteerd en het percentage bestanden dat onderbenut wordt is afgenomen van 45% in 1974 tot 20% in 2006 [45]. Dit betekent dat de grens aan de visvangst uit de wereldzee is bereikt. Sinds de jaren zeventig worden ook de visbestanden in de diepzee in toenemende mate bevist. Deze veelal langlevende en



Figuur 8. Veranderingen in de visserijtoestand van de diepzee visbestanden (FAO, 2007).

traag groeiende soorten zijn kwetsbaarder voor visserij dan de soorten van het continentale plat. Het aantal diepzeebestanden dat wordt overbevist bedraagt inmiddels meer dan 50% [45] (Figuur 8).

Voor het beheer van de visserij zijn regionale visserijbeheer organisaties opgericht waarin de belanghebbende landen met elkaar afspraken maken over beheersmaatregelen. In de Noord Atlantische Oceaan zijn o.a. de NAFO en de NEAFC actief. De FAO (Voedsel en Landbouw Organisatie) van de Verenigde Naties (UN) speelt een overkoepelende rol.

Na de stapsgewijze uitbreiding van de exclusief economische zone (EEZ) tot 200 zeemijl in 1975, kreeg de Europese Unie de verantwoordelijkheid voor het beheer van een groot aantal visbestanden. Na jaren van moeizame onderhandelingen werd in 1982 het Gemeenschappelijk Visserij Beleid (GVB) vastgesteld. Het GVB stelt zich tot doel om te komen tot een duurzame exploitatie, goede sociaaleconomische omstandigheden en een gezond ecosysteem. De kern van het GVB is de verdeling van vangstrechten. Daarnaast kunnen de ministers technische maatregelen nemen ten aanzien van vistuigen, maaswijdte, minimum aanvoerlengte en beschermde gebieden. Iedere 10 jaar wordt het GVB geëvalueerd en kan het worden aangepast.

Omdat voor iedere vissoort per zeegebied een verdeelsleutel is vastgelegd, is het visserijbeheer teruggebracht tot het vaststellen van de toelaatbare vangst ('Total Allowable Catch' TAC) voor het volgende jaar. De TAC is de uitkomst van een politiek besluitvormingsproces tijdens een marathonvergadering in december. Er bestaat grote twijfel over het politieke draagvlak voor duurzaam beheer[46]. Zo zijn er aanwijzingen dat de ministers sterker geneigd waren de TAC van de zuidelijke bestanden hoger vast te stellen ten opzichte van het biologisch advies dan voor noordelijke bestanden.

De basis voor de politieke besluitvorming is het biologisch beleidsadvies van ICES, waar groepen experts jaarlijks een toestandsbeoordeling uitvoeren. Het werk van deze expert groepen wordt gestuurd door de beheersvragen. In overleg met de beheersinstanties is een beheersysteem ontwikkeld van doel- en grenswaardes voor de visstand en de visserijsterfte dat een uitwerking is van de voorzorgsbenadering zoals voorgeschreven in de FAO 'Code of Conduct for Responsible Fisheries'[47]. Met de introductie van de voorzorgsbenadering in 1994 werden beheersdoelstellin-

gen ingevoerd die niet alleen rekening hielden met de grootte van de volwassen stand maar ook met de visserijdruk. Dit raamwerk bood de visserijministers minder speelruimte om TAC's boven het advies vast te stellen. Het percentage bestanden waarvoor de visserijdruk boven het maximaal wenselijke niveau lag, is sinds 1994 significant afgenomen van 44% tot 25% [48]. Opgemerkt moet worden dat slechts voor een beperkt aantal visbestanden de beheersdoelstellingen expliciet zijn gedefinieerd.

In de ICES beheersgebieden blijkt dat 98% van de vangst van pelagische vissoorten afkomstig is van bestanden waarvan de volwassen stand boven het veilig biologisch niveau ligt. Dit getal wordt wel vertekend door de het grote aandeel van de Atlanto-scandische haring. Voor bodemvisbestanden is de situatie minder gunstig. Hier is slechts 53% van de vangst afkomstig van gezonde bestanden [49].

De problemen in het beheer van de bodemvisbestanden zijn (mede) een gevolg van de tekortkomingen in het visserijbeheersysteem die aanzetten tot een verspilling van waardevolle vis, niet leiden tot de beoogde beperking van de visvangst en die de kwaliteit van het visserijadvies ondermijnen. Kern van het probleem is dat vangstquota vissers dwingen waardevolle vis terug in zee te gooien als hun quotum is uitgeput terwijl zij nog wel op andere soorten kunnen doorvissen[50]. In de praktijk beperken de quota dus niet zozeer de vangst maar wel de aanlanding. De teruggegooide vis is meestal dood. Quotering kan ook tot het opwaarderen van de opbrengst leiden doordat vooral duurdere sorteringen aan boord worden gehouden en de goedkopere sorteringen weer terug in zee worden gezet. In de praktijk is het erg moeilijk om een inschatting te maken hoeveel vis er wel wordt gevangen maar niet wordt aangeland. Modelstudies laten zien dat dit substantieel kan zijn[51]

Illegale aanvoer en discards resulteren in een systematische afwijking van de populatieschatting en ondermijnen daarmee de kwaliteit van het wetenschappelijke advies. Onzekerheid over de toestandsbeoordeling voedt de kritiek van de vissers die stellen dat de biologen de visstand verkeerd inschatten. Het systematisch verhogen door de ministers van de TAC ten opzichte van het advies, en de problemen met de naleving en controle ondermijnen de geloofwaardigheid van het beheerssysteem en van alle drie de betrokken partijen (politiek, visserijsector, visserijonderzoek)[52]. Een grondige herziening van het systeem lijkt nodig.

. . .

Tekortkomingen in het huidige systeem zitten in de dubbele rol van de vangst als beheersinstrument (TAC) en fundament van de toestandsbeoordeling. Sturing op visserijinspanning zou deze weeffout kunnen repareren [50].

Een andere uitdaging voor het visserijbeheer is om beheersystemen te ontwikkelen die robuust zijn voor de door de visserij veroorzaakte evolutionaire veranderingen. Binnen de wetenschap wordt dit onderwerp intensief bediscussieerd. Hierbij is de vraag niet of visserijgeïnduceerde evolutie optreedt maar hoe snel dergelijke veranderingen gaan en op welke manier het visserijbeheer dergelijke veranderingen kan verminderen of voorkomen. Evolutionaire veranderingen kunnen leiden tot een blijvend verlies van adaptieve genetische variatie en een vermindering van de productiviteit. Het visserijbeheer zal dus strategieën moeten ontwikkelen om de evolutionaire veranderingen te voorkomen of te beperken [31, 37].

Tenslotte is het van belang dat de politiek haar verantwoordelijkheid voor de duurzaamheidsdoelstelling serieus neemt [46]. Het is interessant te constateren dat de introductie van de voorzorgsbenadering, zoals voorgeschreven door internationale overeenkomsten op het niveau van de Verenigde Naties, tot een verbetering van de uitvoering van het GVB heeft geleid. De implementatie van de internationale afspraken over de implementatie van MSY, het introduceren van de ecosystemenbenadering en het instellen van een netwerk van gesloten gebieden zullen naar verwachting een verdere verbetering van het beheer betekenen.

Scholbox

Een groot probleem in de platvisserij wordt gevormd door de grote aantallen ondermaatse schol. Om de bijvangst terug te dringen is in 1989 op advies van de visserijbiologen en met instemming van de visserijsector het kustgebied dat zich uitstrekt van Texel tot aan de noordpunt van Denemarken gesloten voor de visserij met grote schepen. Sluiting van dit gebied zou zowel de vangst als de visstand verhogen. Deze maatregel raakte vooral de Nederlandse vissers die in de zomermaanden langere tijd in dit gebied visten. Omdat zij overtuigd waren van de redelijkheid van het plan steunden zij dit voorstel.

Hoe verrassend kan de werkelijkheid zijn. Ten tijde van de instelling van de scholbox was de scholstand gezond. De visserijdruk was weliswaar hoog, maar een

aantal sterke jaarklassen en een hoge groeisnelheid zorgden ervoor dat de scholstand ruim boven het minimum wenselijke niveau lag. Terwijl iedereen een verdere verbetering verwachtte nam de scholstand gestaag af. In de eerste jaren, waarin de scholbox alleen in het 2e en 3e kwartaal gesloten was, was iedereen nog enthousiast omdat er hoge vangsten gerealiseerd werden zodra op 1 oktober de scholbox weer open ging. Toen in 1994 de scholbox het gehele jaar gesloten werd was de vangst al met 20% teruggelopen en konden de vissers de hun toebedeelde vangsthoeveelheden niet meer opvissen! De scholstand was inmiddels afgenomen van een 350 duizend ton tot een 175 duizend ton. Wat is er gebeurd?

Inmiddels weten we dat er zich rond 1989 grote veranderingen in de Noordzee hebben voorgedaan. Sommige onderzoekers spreken van een regime shift[5]. Na 1989 waren de winters gemiddeld zacht en de zomers warm. Ook bleek de groeisnelheid van jonge schol na 1985 gestaag af te nemen, en werden er minder jonge scholletjes in de bestandsopnames gevangen. Als klap op de vuurpijl bleek de ondermaatse schol zich steeds verder uit de kust in dieper water te bevinden. Waar in de jaren vóór de scholbox ongeveer 80% van de ondermaatse schol binnen de scholbox voorkwam, zat in 2000 nog maar 25% binnen het beschermde gebied. Tenslotte weten we dat de visserijdruk in de scholbox sterk is afgenomen. Dit zijn de feiten. De gevolgen zijn duidelijk. De verminderde groei betekent dat een schol 1 jaar langer ondermaats is en dus kan worden opgevisst of door een roofdier worden opgegeten. Het verlaten van de scholbox betekent dat de dieren een groter risico lopen te worden opgevisst. De beschermende werking van de scholbox is verminderd doordat de jonge schol een kortere periode in de box leeft. De verwachte toename in de vangst en volwassen stand wordt dus teniet gedaan door verminderde bescherming van de box in combinatie met de afname van het aantal jonge scholletjes[53].

Betekent dit nu dat de scholbox als beheersmaatregel voor de platvisserij heeft gefaald? Om deze vraag te kunnen beantwoorden moeten we weten welke processen verantwoordelijk zijn voor de waargenomen veranderingen. Twee processen verdienen onze speciale aandacht. Het eerste proces is dat schol naar dieper water is getrokken in reactie op de veranderende omstandigheden in het kustgebied. Hierbij denken we vooral aan de warme zomers hoewel ook voedsel

• • •

een rol kan spelen. Omdat schol zich niet thuis voelt wanneer de watertemperatuur boven de 20°C komt heeft ze mogelijk verkoeling gezocht in dieper water. Een alternatieve verklaring is dat de hoeveelheid voedsel in de scholbox is afgenomen als gevolg van de vermindering in de boomkorvisserij[54]. De implicaties van beide mogelijke processen zijn volledig tegengesteld. Als de verandering in de verspreiding en groei een gevolg is van de reductie in de boomkorvisserij in de box, dus van de instelling van de box, dan is een gesloten gebied niet het juiste middel om de bijvangstproblematiek aan te pakken. Als de verandering een gevolg is van een verandering in een of meer externe factoren die niet met de visserij verband houden, dan is de scholbox wel een geschikt instrument. Een kritisch experiment, waarin de visserijdruk binnen de box wordt gemanipuleerd, kan deze patstelling doorbreken.

Bespiegeling rol van (visserij-) wetenschap

In maatschappelijke discussies over visserijbeheer blijken wetenschappers op verschillende niveaus te acteren. Voor de duidelijkheid onderscheid ik twee groepen onderzoekers. De eerste groep werkt in opdracht van de overheid of de beheersinstantie en is verantwoordelijk voor de wetenschappelijke onderbouwing van het visserijbeleid. De tweede groep zijn de academische onderzoekers aan de universiteiten.

De eerste groep werkt binnen een beheerscontext en beantwoordt concrete vragen van beheerders. Zij zijn verantwoordelijk voor het verzamelen en de analyse van de basisgegevens die de ontwikkelingen in visbestanden documenteren. Voor de kwaliteit van dit werk is het essentieel om goede relaties met de visserijsector te houden. Het negeren van informatie van kustvissers was medeverantwoordelijk voor het te optimistisch inschatten van het instortende Canadese kabeljauwbestand. Al heeft deze groep weinig invloed op de onderzoeksagenda, het is belangrijk dat een kritische zelfreflectie onderdeel van de onderzoeksagenda wordt.

Academische onderzoekers zijn niet betrokken bij het visserijbeheersysteem maar werken vanuit een vrije academische rol. Sommigen van hen profileren zich als alarmisten en luiden in wetenschappelijke tijdschriften als *Nature* en *Science* de noodklok over de teloorgang van de zeevisbestanden en het zee-ecosysteem.

Hilborn betoogt dat deze ‘faith based’ artikelen niet zozeer vanwege de wetenschappelijke waarde als wel vanwege de maatschappelijke boodschap worden gepubliceerd en bekritiseerd hierbij zowel de rol van de redacteurs als die van de wetenschappers die de artikelen anoniem beoordelen op hun wetenschappelijke betekenis [55]. Ik onderschrijf uit eigen ervaring de kritiek van Hilborn. Wel constateer ik dat deze publicaties grote invloed hebben op de internationale meningsvorming en een katalysator zijn in het maatschappelijke proces om de internationaal afgesproken doelstellingen voor een duurzame visserij te realiseren. De gevolgde strategie van de alarmisten is niet zonder risico omdat ‘faith-based science’ de integriteit en geloofwaardigheid van de wetenschap in gevaar kan brengen. Een respectvolle open discussie en een transparante manier van werken van beide groepen onderzoekers is nodig om onze geloofwaardigheid te behouden. Alleen dan kan de wetenschap haar maatschappelijke rol blijven spelen. De kwaliteit van de politieke besluitvorming, en daarmee de kwaliteit van ons leven en van onze leefwereld, is gediend bij een zorgvuldige en onpartijdige wetenschappelijke onderbouwing.

Lege zee: feit of fictie?

Het antwoord op deze vraag zal afhangen van het perspectief. Er zwemt nog altijd vis in zee, maar wetenschappelijke waarnemingen laten zien dat de visstand is veranderd: grote vissoorten zijn afgenomen en op sommige plaatsen verdwenen, kleine vissoorten zijn toegenomen. De FAO heeft berekend dat wereldwijd meer dan 25% van de visbestanden wordt overbevist of zelfs is uitgeput en dat het plafond aan de natuurlijke visproductie is bereikt. De visser kan op basis van zijn eigen ervaring met alle recht stellen dat de scholstand is toegenomen. De natuurbeachter kan concluderen dat de visstand achteruit is gegaan. De activist, die de politiek wil beïnvloeden, stelt dat de zee bij ongewijzigd beleid in 2048 leeg zal zijn.

Van de ‘ecosysteembenadering van het visserijbeleid’ mag geen wonderen worden verwacht. Als het in het verleden niet mogelijk was om visbestanden en visserijen duurzaam te beheren, dan zal het nog moeilijker zijn en zeker niet gemakkelijker, om een ecosysteem duurzaam te beheren [56]. Het belang van de ‘ecosysteembenadering’ is dat de ecosysteemeffecten van de visserij nu op de agenda

staan van het beheer en de politiek. Men kan deze niet langer negeren. Gesloten gebieden (MPA's) kunnen zeker een bijdrage leveren aan de bescherming van kwetsbare ecosysteemcomponenten maar leveren niet vanzelfsprekend een bijdrage aan een duurzaam visserijbeheer. Voor een duurzaam visserijbeheer blijft een beperking van de visserijinspanning de meest directe weg. Het is de taak van de politiekverantwoordelijken om de noodzakelijke maatregelen te nemen.

Wat betekent dit alles voor het onderwijs en onderzoek?

Visserijwetenschap is een integratief werkveld waarin een veelheid aan wetenschappelijke disciplines samenkomen. De voorbeelden, die ik u vanmiddag tijdens onze zeereis heb getoond, laten zien dat het werkveld breder is dan alleen de ecologie en dat er een groot aantal fundamentele vragen onderzocht moeten worden. De aanpak die ik hierbij voorsta is gebaseerd op twee pijlers. De eerste pijler is het veldonderzoek waarbij langjarige monitoring programma's gecombineerd worden met detailstudies van specifieke processen. De tweede pijler is het modelonderzoek waarbij de proceskennis wordt vertaald in kwantitatieve modellen van het systeem. Deze modellen helpen bij het testen van de processen en maken het mogelijk de praktische vragen vanuit het beheer te onderzoeken. Wageningen Universiteit en Research Centrum (WUR) brengt al deze disciplines bij elkaar. Als geen ander biedt de WUR de mogelijkheid om deze vragen integraal te bestuderen. Met het samenbrengen van de mariene instituten in Wageningen IMARES en de verbinding met de relevante leerstoelgroepen aan de universiteit zijn we klaar voor deze uitdaging. Voor mij de taak om vanuit de leerstoelgroep 'Aquacultuur en Visserij' hieraan een inspirerende, creatieve en kritische bijdrage te leveren. Ik kijk er naar uit!

Dankwoord

Mijnheer de rector, aan het einde van mijn rede wil ik graag een kort woord van dank uitspreken.

Allereerst wil ik Martin Scholten bedanken die mij voor de wetenschap heeft behouden door mij in 2002 in staat te stellen de managementtaken over te dragen en mij weer volledig aan het onderzoek te weiden. Vervolgens heeft hij als krachtige ijsbreker het versnipperde toegepaste zeeonderzoek weten samen te smelten en te verbinden met de universiteit. Zonder dit alles stond ik hier niet.

Johan Verreth, leerstoelhouder Aquacultuur en Visserij, wil ik bedanken voor het geschonken vertrouwen om met elkaar ons brede werkveld vorm te geven en uit te bouwen.

Binnen het RIVO was Niels Daan mijn steun en toeverlaat. Als kritisch klankbord zette hij mij telkens weer met beide benen op de grond. Hij leerde mij mijzelf te beperken zodat ik uiteindelijk toch nog in 1992 mijn proefschrift kon verdedigen. Collega's vrienden, veel van jullie vandaag aanwezig, wil ik bedanken voor de goede en plezierige samenwerking. Visserijonderzoek is teamwerk.

Belangrijk in mijn wetenschappelijke ontwikkeling is de samenwerking met Henk van der Veer van het NIOZ. In 1989 nodigde hij mij uit om een Internationaal Platvis Symposium te organiseren. Het werd een groot succes. Inmiddels hebben we 6 afleveringen gehad en komen we in november voor de 7^e maal bijeen. Het symposium daagde mij uit het onderzoek naar een hoger plan te tillen. Voor mijn wetenschappelijke contacten mag ik de ICES zeker niet vergeten. De intensieve werkgroepen waren erg leerzaam en boden de mogelijkheid internationale onderzoeksprogramma's te organiseren. Wim Wolff was de brug voor een vruchtbare samenwerking met de mariene biologen van de Rijksuniversiteit Groningen.

Ook wil ik de vissers bedanken met wie ik door de jaren heen heb samengewerkt. Ik heb jullie openheid zeer gewaardeerd en ik heb veel van jullie geleerd. De omstandigheden waren niet altijd gemakkelijk, en dan doel ik niet zozeer op het slechte weer als wel op de quota perikelen. Wim de Boer en Jurie Post wil ik persoonlijk noemen. Jullie zijn collega onderzoekers met wie ik de fascinatie voor de geheimen van de zee deel. Ik hoop dat mijn werk een bijdrage kan leveren aan de continuïteit van de visserij.

Geen wetenschapper zonder thuisfront. Het thuisfront met Inge, Dirk en Joep hielden mijn leven in balans. De klap van haar verlies zijn we hopelijk te boven. Het leven gaat voort. Inmiddels is de kring uitgebreid met Agnita, Laurens, Jonathan en Justine. Ik ben ik blij dat wij hier vandaag met drie generaties aanwezig kunnen zijn. Christien, fijn dat jij er via internet bij kan zijn. Mams, fantastisch dat je dit op je 91e kan meemaken. Ik denk dat de vrijheid en het vertrouwen dat jullie mij altijd hebben gegeven de basis is van alles. Heel veel dank.

Mijnheer de rector, dames en heren

Ik dank u voor uw aandacht.

Referenties

1. Heessen, H.J.L., *Time-series data for a selection of forty fish species caught during the International Bottom Trawl Survey*. ICES Journal of Marine Science, 1996. **53**(6): p. 1079-1084.
2. Corten, A., *On the causes of recruitment failure of herring in the central and northern North Sea in the years 1972-1978*. Journal du Conseil international pour l'Exploration de la Mer, 1986. **42**: p. 281-294.
3. Platt, T., C. Fuentes-Yaco, and K.T. Frank, *Spring algal bloom and larval fish survival*. Nature, 2003. **423**: p. 398-399.
4. Beaugrand, G., et al., *Reorganisation of North Atlantic marine copepod biodiversity and climate*. Science, 2002. **296**: p. 1692-1694.
5. Weijerman, M., H.J. Lindeboom, and A.F. Zuur, *Regime shifts in marine ecosystems of the North Sea and Wadden Sea*. Marine Ecology Progress-Series, 2005. **298**: p. 21-39.
6. Toresen, R. and O.J. Ostvedt, *Variation in abundance of Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus*, Clupeidae) throughout the 20th century and the influence of climatic fluctuations*. Fish and Fisheries, 2000. **1**(3): p. 231-256.
7. Beaugrand, G., et al., *Plankton effect on cod recruitment in the North Sea*. Nature, 2003. **426**(6967): p. 661-664.
8. Jennings, S. and M.J. Kaiser, *The effects of fishing on marine ecosystems*. Advances in Marine Biology, 1998. **34**: p. 201-352.
9. Daan, N., et al., *Changes in the North Sea fish community: evidence of indirect effects of fishing?* ICES Journal of Marine Science, 2005. **62**: p. 177-188.
10. Gislason, H., et al., *Coexistence in North Sea fish communities: implications for growth and natural mortality*. ICES J. Mar. Sci., 2008. **65**(4): p. 514-530.
11. De Roos, A.M. and L. Persson, *Size-dependent life-history traits promote catastrophic collapses of top predators*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2002. **99**(20): p. 12907-12912.
12. Rijnsdorp, A.D., et al., *Changes in abundance of demersal fish species in the North Sea between 1906-1909 and 1990-1995*. ICES Journal of Marine Science, 1996. **53**(6): p. 1054-1062.

13. del Monte-Luna, P., et al., *Marine extinctions revisited*. Fish and Fisheries, 2007. 8(2): p. 107-122.
14. Walker, P.A. and H.J.L. Heessen, *Long-term changes in ray populations in the North Sea*. ICES Journal of Marine Science, 1996. 53(6): p. 1085-1093.
15. ICES, *Report of the Workshop on historical data on fisheries and fish (WK-HIST), 11-15 August 2008, ICES Headquarters, Copenhagen*. ICES CM 2008/RMC:04, 2008.
16. Enghoff, I.B., B.R. MacKenzie, and E.E. Nielsen, *The Danish fish fauna during the warm Atlantic period (ca. 7000-3900 BC): Forerunner of future changes?* Fisheries Research, 2007. 87: p. 167-180.
17. O'Brien, C.M., et al., *Climate variability and North Sea cod*. Nature, 2000. 404: p. 142.
18. Zeeberg, J., A. Corten, and E. De Graaf, *Bycatch and release of pelagic megafauna in industrial trawler fisheries off Northwest Africa*. Fisheries Research, 2006. 78(2-3): p. 186-195.
19. Pauly, D., et al., *Towards sustainability in world fisheries*. Nature, 2002. 418(6898): p. 689-695.
20. De Groot, S.J. and M.J. Kaiser, eds. *Effects of fishing on non-target species and habitats*. 2000, Blackwell Science: Lodon.
21. Kaiser, M.J., et al., *Chronic fishing disturbance has changed shelf sea benthic community structure*. Journal of Animal Ecology, 2000. 69(3): p. 494-503.
22. Collie, J.S., G.A. Escanero, and P.C. Valentine, *Photographic evaluation of the impacts of bottom fishing on benthic epifauna*. ICES Journal of Marine Science, 2000. 57(4): p. 987-1001.
23. Rijnsdorp, A.D., et al., *The arms race between fishers*. Journal of Sea Research, 2008. 60(1-2): p. 126-138.
24. De Groot, S.J., *The impact of bottom trawling on benthic fauna of the North Sea*. Ocean Management, 1984. 9: p. 177-190.
25. Bergman, M.J.N. and J.W. van Santbrink, *Mortality in megafaunal benthic populations caused by trawl fisheries on the Dutch continental shelf in the North Sea in 1994*. ICES Journal of Marine Science, 2000. 57(5): p. 1321-1331.
26. Lindeboom, H.J. and S.J. de Groot, eds. *The effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic ecosystems*. NIOZ Report 1998-1/RIVO

. . .

- Report C003/98. 1998, Netherlands Institute for Sea Research: Den Burg, Texel, The Netherlands.
27. Rijnsdorp, A.D., et al., *Micro-scale distribution of beam trawl effort in the southern North Sea between 1993 and 1996 in relation to the trawling frequency of the sea bed and the impact on benthic organisms*. ICES Journal of Marine Science, 1998. **55**: p. 403-419.
 28. Jennings, S., et al., *Trawling disturbance can modify benthic production processes*. Journal of Animal Ecology, 2001. **70**(3): p. 459-475.
 29. Hiddink, J.G., A.D. Rijnsdorp, and G. Piet, *Can bottom trawling disturbance increase food production for a commercial fish species?* Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2008. **65**(7): p. 1393-1401.
 30. Roberts, C.M., *The unnatural history of the sea*. 2007, Washington, USA: Island Press / Shearwater Books. 435.
 31. Jorgensen, C., et al., *Ecology - Managing evolving fish stocks*. Science, 2007. **318**: p. 1247-1248.
 32. Law, R., *Fishing, selection, and phenotypic evolution*. ICES Journal of Marine Science, 2000. **57**: p. 659-668.
 33. Rijnsdorp, A.D., *Fisheries as a large-scale experiment on life-history evolution: disentangling phenotypic and genetic effects in changes in maturation and reproduction of North Sea plaice, *Pleuronectes platessa* L.* Oecologia, 1993. **96**: p. 391-401.
 34. Heino, M., U. Dieckmann, and O.R. Godo, *Measuring probabilistic reaction norms for age and size at maturation*. Evolution, 2002. **56**(4): p. 669-678.
 35. Grift, R.E., et al., *Fisheries-induced trends in reaction norms for maturation in North Sea plaice*. Marine Ecology-Progress Series, 2003. **257**: p. 247-257.
 36. Mollet, F.M., S.B.M. Kraak, and A.D. Rijnsdorp, *Fisheries-induced evolutionary changes in maturation reaction norms in North Sea sole *Solea solea**. Marine Ecology-Progress Series, 2007. **351**: p. 189-199.
 37. Kuparinen, A. and J. Merila, *Detecting and managing fisheries-induced evolution*. Trends in Ecology & Evolution, 2007. **22**: p. 652-659.
 38. Hilborn, R., *Fleet dynamics and individual variation: why do some people catch more fish than others*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 1985. **42**: p. 2-13.

39. Poos, J.J. and A.D. Rijnsdorp, *The dynamics of small-scale patchiness of plaice and sole as reflected in the catch rates of the Dutch beam trawl fleet and its implications for the fleet dynamics*. Journal of Sea Research, 2007. **58**: p. 100-112.
40. Rijnsdorp, A.D., et al., *Effects of fishing power and competitive interactions among vessels on the effort allocation on the trip level of the Dutch beam trawl fleet*. ICES Journal of Marine Science, 2000. **57**: p. 927-937.
41. Poos, J.J. and A.D. Rijnsdorp, *An "experiment" on effort allocation of fishing vessels: the role of interference competition and area specialization*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2007. **64**(2): p. 304-313.
42. Rijnsdorp, A.D., N. Daan, and W. Dekker, *Partial fishing mortality per fishing trip: a useful indicator of effective fishing effort in mixed demersal fisheries*. ICES Journal of Marine Science, 2006. **63**(3): p. 556-566.
43. Gillis, D.M. and R.M. Peterman, *Implications of interference among fishing vessels and the ideal free distribution to the interpretation of CPUE*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 1998. **55**(1): p. 37-46.
44. Hardin, G., *Tragedy of the commons*. Science, 1968. **162**: p. 1243-1248.
45. FAO, *The state of world fisheries and aquaculture*. 2007, Rome: Food and Agricultural Organisation of the United Nations. 164.
46. Cardinale, M. and H. Svedäng, *Mismanagement of fisheries: Policy or science?* Fisheries Research, 2008. **93**: p. 244-247.
47. FAO, *Code of conduct for responsible fisheries*. 1995, Rome, Italy: FAO. 41.
48. Cadrin, S.X. and M.A. Pastoors, *Precautionary harvest policies and the uncertainty paradox*. Fisheries Research, 2008.
49. ICES, *ICES Advice*. 2007.
50. Daan, N., *TAC management in North Sea flatfish fisheries*. Journal of Sea Research, 1997. **37**: p. 321-341.
51. Poos, J.J., et al., *Individual quotas, fishing effort allocation and over-quota discarding in mixed fisheries*. in prep, 0000.
52. Rijnsdorp, A.D., et al., *Sustainable use of flatfish resources: Addressing the credibility crisis in mixed fisheries management*. Journal of Sea Research, 2007. **57** (2-3): p. 114-125.

. . .

53. Pastoors, M.A., A.D. Rijnsdorp, and F.A. Van Beek, *Effects of a partially closed area in the North Sea ("plaice box") on stock development of plaice*. ICES Journal of Marine Science, 2000. **57**(4): p. 1014-1022.
54. van Keeken, O.A., et al., *Changes in the spatial distribution of North Sea plaice (Pleuronectes platessa) and implications for fisheries management*. Journal of Sea Research, 2007. **57**(2-3): p. 187-197.
55. Hilborn, R., *Faith-based fisheries*. Fisheries, 2006. **31**(11): p. 554-555.
56. Rice, J., *Can we manage ecosystems in a sustainable way?* Journal of Sea Research, 2008. **60**(1-2): p. 8-20.



In de media verschijnen tegenstrijdige berichten over de visserij. Gisteren luidde de milieubeweging de alarmbel over slinkende visbestanden en de aantasting van het ecosysteem. Vandaag verhogen visserijministers het vangstquotum. vissers stellen dat niet zij maar de klimaatverandering verantwoordelijk is voor de achteruitgang in de visstand. 'Lege zee: feit of fictie?' geeft een overzicht van de toestand van de visbestanden en het ecosysteem, analyseert het complexe spel waarin het visserijbeheer tot stand komt en bespreekt de uitdagingen voor de wetenschap om tot een duurzaam beheer te komen.

ISBN 978-90-8585-265-0