

# De aard van het beestje zegt meer

Soorten komen en gaan; dat weten we dankzij monitoringsprogramma's die soms al tientallen jaren lopen. De voortdurende klimaatverandering versterkt dit. Hoe erg is het als een soort uit een ecosysteem verdwijnt? En als nieuwkomers zich vestigen, wat zijn dan de gevolgen voor het ecosysteem? Met voorbeelden uit de Noordzee illustreren we hoe soortkenmerken, oftewel de aard van het beestje, een bredere blik op biodiversiteit en extra handvatten voor natuurbeleid bieden.

Esther Beukhof, Karen van de Wolfshaar, Ingrid Tulp & Ulrika Beier



Foto 1. Jonge platvis in de Oosterschelde. Onduidelijk is om welke soort het gaat. (Foto: Oscar Bos)

Een visser die vanaf een boot voor de Nederlandse kust zijn of haar hengel uitgooit, vangt misschien wel een zeebaars of dorade. Enkele decennia geleden was de kans klein om deze soorten te vangen, maar een kabeljauw sloeg je al snel aan de haak. Tegenwoordig is de kabeljauw nauwelijks meer in de zuidelijke Noordzee te vinden. Het begrijpen en kunnen voorspellen van waar soorten voorkomen is een van de belangrijkste vraagstukken binnen de ecologie.

De samenstelling van vissoorten voor de Nederlandse kust zag er decennia geleden anders uit dan vandaag de dag en verschilt van die in Franse of Engelse kustwateren. Om die verschillen in ruimte en tijd te begrijpen zijn ecologen zich gaan richten op specifieke eigenschappen die soorten kenmerken. Dit staat bekend als de 'trait-based approach', oftewel de kenmerkbenadering. Een kenmerk wordt gedefinieerd als een meetbare eigenschap van een organisme en kan te maken hebben met allerlei aspecten, zoals gedrag, lichaamsbouw en manier van voedsel vergaren (McGill et al., 2006; Violle et al., 2007). Individuen of soorten met dezelfde kenmerken kunnen gegroepeerd worden. Een voorbeeld is het gebruik van 'gildes' voor vis in zoete wateren (Aarts and Nienhuis, 2003) of functionele types voor planten

(Lavorel et al., 1997). In deze bijdrage illustreren we de toegevoegde waarde van de kenmerkbenadering aan de hand van voorbeelden uit het mariene milieu.

## Monitoring

Mariene ecosystemen zijn dynamisch en veranderingen in populatiegroottes zijn te verwachten, zeker als gevolg van klimaatverandering. Dergelijke veranderingen in populatiegroottes, maar ook het verdwijnen of de intrede van een soort in een gebied, zijn te detecteren dankzij langlopende monitoringprogramma's (foto 2). Nederland voert bijvoorbeeld al meer dan vijftig jaar de 'Demersal Fish Survey' (foto 5) langs de gehele Nederlandse kustzone uit. Alhoewel de monitoring werd opgezet met als doel de aanwas van jonge tong en schol te registreren, worden ook het gewicht en de lengte bepaald van alle andere vissoorten die gevangen worden, alsook van wieren, garnalen, weekdieren en andere ongewervelden. Dankzij dit soort gegevens weten we bijvoorbeeld dat schol tegenwoordig eerder wegtrekt naar dieper water, maar dat er wel steeds meer schol (foto 1) waargenomen wordt in de Nederlandse kustzone (Tulp et al., 2018; fig. 1). Verschuivingen waar soorten voorkomen en veranderingen in populatiegroottes kunnen in het licht van de kenmerkbenade-

ring inzicht bieden in wat de gevolgen zijn voor belangrijke processen en functies van het ecosysteem. Dat jonge schol wegtrekt uit ondiepe kustwateren kan te maken hebben met de stijgende watertemperatuur (Teal et al., 2012). De toename van schol kan hiervan een gevolg zijn, doordat schol mogelijk minder competitie voor voedsel ervaart en wellicht minder gevoelig is voor verandering in temperatuur. De rol van jonge schol in het voedselweb (het eten van bodemdieren als wormen, schelpen en kreeftachtigen) wordt dus als het ware overgenomen door schol (Schückel et al., 2012). Omdat jonge schol en schol dezelfde rol vervullen, heeft de afname van schol en de toename van schol waarschijnlijk geen effect op het voedselweb in de ondiepe kustwateren, tenzij er nog andere kenmerken zijn die verschillen tussen schol en schol.

## Voorbeelden van toepassingen in natuurbeleid op zee

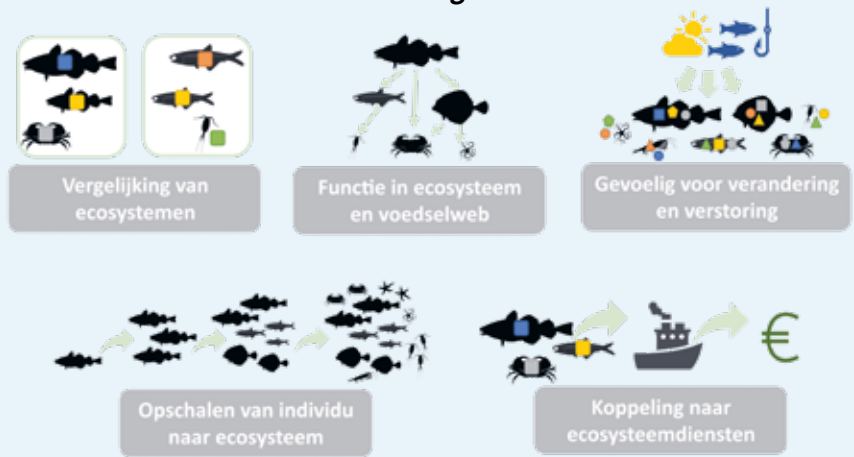
De Europese Kaderrichtlijn Marien (KRM) streeft naar een 'goede milieutoestand' ('Good Environmental Status') voor mariene ecosystemen aan de hand van een aantal descriptors (bijvoorbeeld Biodiversiteit, Exoten, of Eutrofiëring) die beschrijven hoe die toestand eruit moet zien. De milieutoestand wordt gemeten door middel

van indicatoren. Veel van deze indicatoren maken gebruik van langlopende monitoring-programma's, waarbij vaak de grootte of lengte wordt gemeten van de dieren die gevangen worden. Grootte of lengte is een belangrijk kenmerk, omdat die als benadering dient voor minder makkelijk te meten kenmerken, zoals trofisch niveau. Kleine vissen eten vaak plankton of bodemdieren en dienen als voedsel voor grotere vissen, vogels en zeezoogdieren. Grotere vissen zijn vaak toppredatoren en houden de populaties kleinere vissen op een bepaald niveau. Om bovenstaande redenen gebruikt de KRM de lengteopbouw van visgemeenschappen in de Noordzee als indicator voor een gezond voedselweb.

Door de hoge visserijdruk in de twintigste eeuw veranderde de lengteopbouw van de visgemeenschap, onder meer doordat er selectief werd gevestigd op grote soorten en grote, oude individuen. Dit leidde niet alleen tot problemen binnen vispopulaties zelf (weinig geslachtsrijpe dieren en daardoor weinig aanwas), maar ook tot veranderingen in het voedselweb en het functioneren van het ecosysteem (Heath, 2005). Recente toenames in de gemiddelde lengte van vis en het aandeel vis groter dan 50 cm (fig. 2) laten zien dat het strengere Europese visserijbeleid van de afgelopen drie decennia zijn werk doet.

Een tweede toepassing van de kenmerkbenadering is op basis van langlevendheid van ongewervelde dieren die in of op de zeebodem leven. In gebieden waar meerdere keren per jaar een vistuig de bodem beroert, zullen langlevende soorten minder kans hebben om op lange termijn te overleven, omdat frequente verstoring de kans op sterfte verhoogt voordat ze zich hebben kunnen voortplanten. Hoe de biomassa van zowel kort- als langlevende soorten verdeeld is binnen de bodemgemeenschap en aan hoeveel visserij-intensiteit de bodemgemeenschap wordt blootgesteld, zegt dus iets over de invloed van de bodemberoerende visserij op die gemeenschap. Deze methode op basis van het kenmerk langlevendheid wordt gebruikt om in de Noordzee de invloed van de bodemberoerende visserij op de bodemgemeenschap te schatten (Rijnsdorp et al., 2020; fig. 3). Ook maakt dit het mogelijk om het effect te onderzoeken van veranderingen in de visserij (in ruimte en intensiteit) op het bodemleven in de Noordzee met behulp van toekomstige scenario's, zoals het sluiten van gebieden op zee voor visserij ten behoeve van natuurbescherming of de

## Voordelen van de kenmerkbenadering



**Ecosystemen vergelijken:** Doordat alle individuen in een ecosysteem met dezelfde kenmerken beschreven worden, kunnen ecosystemen vergeleken worden, ook al zijn de soorten anders. Twee ecosystemen met compleet verschillende soorten kunnen toch sterk overeenkomen als die soorten gelijken kenmerken hebben.

**Rol in ecosysteem en voedselweb:** Kenmerken kunnen iets zeggen over de rol (vaak 'functie' genoemd) van een soort in een ecosysteem of voedselweb. Een volwassen haring en een kabeljauwlarve zijn twee verschillende soorten in verschillende levensstadia, maar hebben het kenmerk 'planktoneter' gemeen.

**Gevoelig voor verandering en verstoring:** Kenmerken kunnen voorspellen hoe gevoelig soorten zijn voor veranderingen in het milieu of (menselijke) verstoringen. Goede zwimmers zoals een makreel kunnen bijvoorbeeld emigreren uit een te warm geworden gebied, terwijl minder mobiele soorten zoals oesters die mogelijkheid niet zomaar hebben. Het kenmerk 'mobiliteit' geeft hier inzicht in.

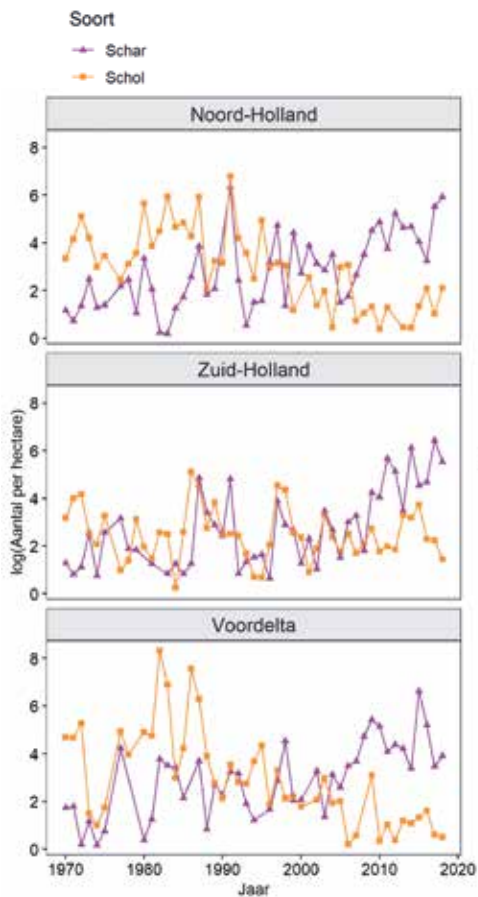
**Opschalen van individu naar ecosysteem:** Met het gebruik van kenmerken van individuen en soorten kun je opschalen naar populaties, gemeenschappen en ecosystemen. Een gemeenschap gedomineerd door kleine individuen zal bijvoorbeeld anders op een temperatuurverandering reageren dan een gemeenschap gedomineerd door grote individuen, omdat het effect van temperatuur op het metabolisme van dieren afhangt van hun lichaamsgrootte.

**Koppeling naar ecosystemediensten:** Door te bepalen welke kenmerken bijdragen aan ecologische functies en processen kan de koppeling gemaakt worden naar ecosystemediensten. Dit zijn de diensten die ecosystemen leveren waarvan mensen gebruikmaken of hun voordeel mee doen. Zo dragen mosselen en oesters niet alleen bij aan onze voedselvoorziening en kustverdediging door het vormen van riffen en banken, maar zorgen door hun filterfunctie ook voor schoner water.

aanleg van windmolenparken. Bij deze berekening wordt overigens rekening gehouden met het feit dat natuurlijke verstoring, zoals door stormen en sterke stromingen, ook van invloed is. Bovenstaande toepassingen geven blijk van de meerwaarde van de kenmerkbenadering. Dankzij monitoringprogramma's kunnen de gegevens van individuen en soorten en hun kenmerken gebruikt worden om op te schalen naar indicatoren op het niveau van de gehele vis- en benthosgemeenschap. Op hun beurt vormen gemeenschappen weer belangrijke onderdelen van ecosystemen. Het monitoren van gemeenschappen aan de hand van kenmerken draagt daarom bij aan een ecosysteem-gerichte benadering van natuurbeleid. Daarnaast zorgt de generaliteit van de kenmerkbenadering ervoor dat we gebieden met verschillen in soortensamenstelling (zoals in de Noordzee, fig. 3) zonder probleem kunnen



Foto 2. Vistuig wordt uitgezet in de Noordzee om vis en bodemdieren te vangen voor monitoring. (Foto: Ingeborg de Boois)

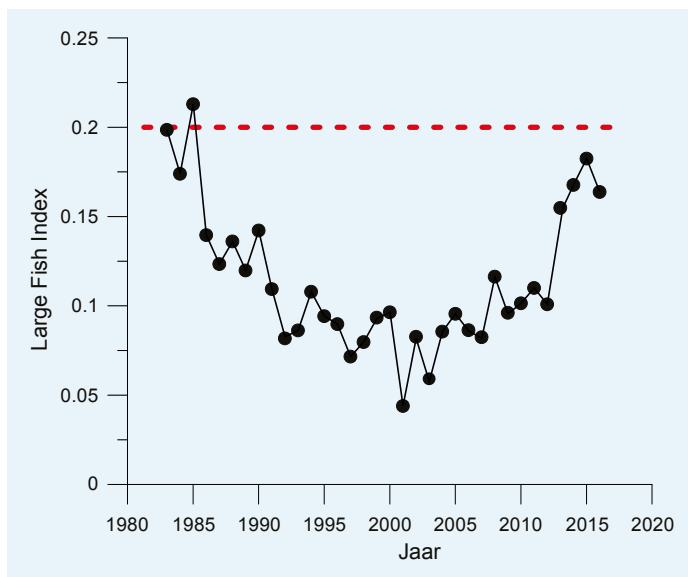


**Figuur 1.** Trends in de dichtheid (aantallen per hectare, getransformeerd natuurlijk logaritme) van schar en schol in drie Nederlandse kustgebieden: Noord-Hollandse kust, Zuid-Hollandse kust en de Voordelta bij Zeeland. Gegevens op basis van de vangsten in de 'Demersal Fish Survey' van 1970 tot en met 2018.

vergelijken. Alternatieve indicatoren op basis van soorten in plaats van kenmerken kunnen eveneens verstoring of gevoeligheid meten, maar kunnen niet een-op-een in andere gebieden toegepast worden als de indicatorsoorten daar niet voorkomen.

### Een nieuwe blik op soortbescherming en biodiversiteit

De Habitatrictlijn en Natura 2000-gebieden op zee zijn gericht op het behoud van biodiversiteit en hebben in vergelijking met de KRM een sterke focus op het beschermen van individuele soorten. De kenmerkbenadering zou voor deze soorten, maar ook voor alle andere, kunnen bepalen welke functie zij hebben in het ecosysteem en hoe uniek hun kenmerken zijn. Dit helpt om de waarde van soorten voor het functioneren van het ecosysteem en voedselweb te bepalen. In het licht van klimaatverandering zullen sommige soorten verdwijnen, terwijl andere zullen opkomen. Aan de hand van de kenmerken en functies van deze verdwijnende en opkomende soorten kunnen we monitoren en voorspellen hoe ecosystemen functione-



**Figuur 2.** Trend in de Large Fish Index in de Noordzee, 1983-2016. De Large Fish Index is het aandeel van vissen van 50 cm of groter in de totale biomassa van de visgemeenschap. De streefwaarde van 0,2 (gestippelde lijn) is gelijkgesteld aan de waarde aan het begin van de jaren tachtig, omdat de visserijdruk van die tijd geacht wordt op een duurzaam niveau te zijn geweest. (Bron: OSPAR Intermediate Assessment 2017)



**Foto 3.** Een schar verstopt zich op de bodem. (Foto: Oscar Bos)

ren met een nieuwe soortensamenstelling. Uiteindelijk zou natuurbeleid zich niet alleen op specifieke soorten moeten richten, maar ook op het behoud van belangrijke functies in het ecosysteem, daarbij kijkend naar welke soorten die functies vervullen.

Door de opkomst van wetenschappelijk onderzoek op basis van de kenmerkbenadering in de jaren zeventig van de vorige eeuw schoten binnen de ecologie nieuwe indices voor biodiversiteit als paddenstoelen uit de grond. Want analoog aan soortenrijkdom, kan ook de rijkdom of diversiteit aan kenmerken een nuttige indicator zijn. Als de kenmerken zodanig gekozen zijn dat zij functies van soorten in een ecosysteem voorstellen, wordt dit ook wel 'functionele biodiversiteit' genoemd.

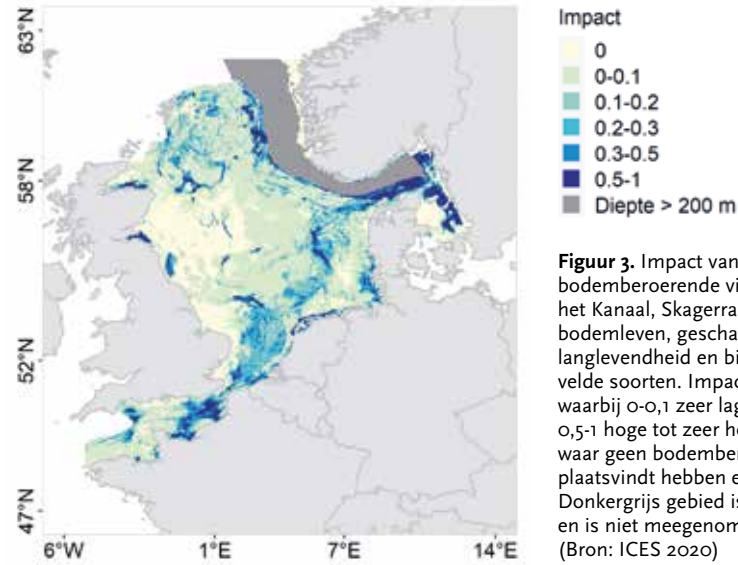
Studies uit verschillende hoeken van het planten- en dierenrijk laten zien dat naast het aantal soorten ook de diversiteit aan kenmerken van belang is voor de stabiliteit en veerkracht van ecosystemen. Functionele biodiversiteit kan dus als indicator van toegevoegde waarde zijn voor de streefbeeld naar een 'goede milieutoestand' in de KRM.

Als laatste is het van belang te kijken naar het aantal soorten dat bijdraagt aan bepaalde ecosystemefuncties. Een ecosysteem met een groot aantal soorten is namelijk niet automatisch beter bestand tegen klimaatverandering als veel functies in het ecosysteem alsnog maar door enkele soorten vervuld worden (Mouillot et al., 2014). Een ander handvat voor natuurbeleid zou daarom kunnen zijn om niet alleen

soorten te beschermen die een belangrijke functie vervullen in het ecosysteem, maar ook soorten met een bepaalde functie waarvan maar weinig andere soorten voorkomen die dezelfde functie vervullen (Pimiento et al., 2020). Hierbij moet de bescherming van soorten en functies dus hand in hand gaan.

### Huidige ontwikkelingen en onderzoek

Zoals de KRM laat zien, zijn de eerste toepassingen van de kenmerkbenadering in natuurbeleid op zee al gedaan. De bovengenoemde bredere blik op biodiversiteit biedt mogelijkheden om het bestaande natuurbeleid verder uit te breiden. Op dit moment ontwikkelt de netwerkorganisatie 'Programma naar een Rijke Waddenzee' een streefbeeld voor de onderwaternatuur van de Waddenzee, waarin kenmerken en functies mogelijk een belangrijke rol zullen gaan spelen in aanvulling op biodiversiteit. Ook is een Europees onderzoek consortium van plan om de diensten die door mariene ecosystemen geleverd worden te kwantificeren aan de hand van de relaties tussen kenmerken en ecosystemefuncties. Daarnaast is er onderzoek gaande naar niet-natuurlijke riffen, zoals gasplatforms en windturbines, waarop mosselen, anemonen en andere ongewervelden groeien. Door het gebruik van kenmerken zal een aantal ecosystemefuncties (bijvoorbeeld het circuleren van nutriënten) worden gekwantificeerd, wat kennis oplevert voor voorspellingen naar het effect van de grote hoeveelheid nieuwe windparken die Nederland en andere landen gepland hebben in de Noordzee. Als laatste: de nieuwe oesterriffen die in de Noordzee aangelegd worden (foto4), zijn een voorbeeld van het doelbewust terugbrengen van bepaalde functies (bijvoorbeeld als rust- en paai gebied voor vissen) in het ecosysteem die eerder verdwenen zijn. Voor deze huidige en toekomstige ontwikkelingen zullen langlopende monitoringprogramma's van groot belang blijven door het in kaart brengen van waar en in welke aantallen soorten voorkomen. Om de kenmerkbenadering toe te passen, zijn echter ook metingen van de kenmerken nodig die momenteel niet voor de minder bekende, niet-commerciële of minder aabare soorten beschikbaar zijn. Op dit moment is er een initiatief gaande om voor ongewervelden die op en in de zeebodem in Europese wateren leven kenmerken centraal te verzamelen. Dit levert niet alleen gegevens op die van internationaal



**Figuur 3.** Impact van de internationale bodemberoerende visserij in de Noordzee, het Kanaal, Skagerrak en Kattegat op het bodemleven, geschat op basis van de langlevendheid en biomassa van ongewervelde soorten. Impact varieert van 0 tot 1, waarbij 0-0,1 zeer lage impact betekent en 0,5-1 hoge tot zeer hoge impact. Gebieden waar geen bodemberoerende visserij plaatsvindt hebben een impact van 0. Donkergrijs gebied is dieper dan 200 m en is niet meegenomen in de analyse. (Bron: ICES 2020)



**Foto 4.** Bij de Blokkendam in de Voordelta zijn 3D-geprinte riffen geplaatst, waaraan oesters en mosselen zich kunnen hechten. (Foto: Oscar Bos)

belang zijn, maar voor Nederland ook informatie van soorten die momenteel niet in de Noordzee voorkomen, maar in de toekomst wellicht wel. Er kan hiermee een voorschat worden genomen op hoe de Noordzee er in de toekomst mogelijk uit gaat zien op basis van functionaliteit.

### De soortbenadering overbodig?

Ondanks de voordelen van de kenmerkbenadering voor natuurbeheer en -beleid, pleiten wij niet voor een vervanging van huidig beheer en beleid dat zich richt op bescherming van soorten. Integendeel: het beschermen van individuele soorten is en blijft hard nodig voor het behoud van de algehele biodiversiteit. Bovendien zullen veel zeldzame, bedreigde soorten unieke kenmerken bezitten en pleit de kenmerkbenadering daarom alleen nog maar harder voor de individuele bescherming van die

soorten. Ook blijft het van belang soorten te beschermen vanwege hun intrinsieke, culturele of communicatieve waarde, zoals de grutto, de zalm of de steur. De kenmerkbenadering is daarom geen vervanging, maar een aanvulling op het huidige nationaal en Europees natuurbeheer en -beleid. Het is daarnaast belangrijk de nadelen en beperkingen van de kenmerkbenadering in het oog te houden. Elke soort heeft een unieke samenstelling van kenmerken die we vaak niet volledig kennen of kunnen meten. Soorten reageren op veranderingen of verstoring op basis van deze volledige set aan kenmerken. Bij het versimpelen van soorten tot slechts een beperkte set aan kenmerken of zelfs tot één kenmerk kan belangrijke informatie ongewenst verloren gaan. Ook kan er een maatschappelijk belang zijn voor beheer en beleid op basis van soorten in plaats van op functies of



**Foto 5.** Een aan boord gebrachte vangst tijdens de Demersal Fish Survey in de Voordelta. Op de voorgrond een gewone zeester. (Foto: Oscar Bos)

kenmerken. Consumenten eten nu eenmaal graag een scholfiletje, hoe gelijkend de kenmerken met schar vanuit ecologisch oogpunt ook zijn. Er zullen daarom zeker gevallen zijn waarbij een soortenbenadering gewenst blijft boven de kenmerkbenadering of waarbij de kenmerkbenadering niet tot een goede aanvulling op de soortbenadering leidt.

### Conclusies

Door veranderingen in het milieu en menselijke activiteiten verplaatsen soorten zich naar nieuwe gebieden of zullen langzaam maar zeker uit gebieden verdwijnen. Monitoring van ecosystemen is daardoor van groot belang voor het waarnemen van dergelijke verschuivingen. Door het linken van kenmerken en functies aan individuen en soorten kunnen we begrijpen wat de effecten van die verschuivingen zijn voor het functioneren van ecosystemen. Hiermee kunnen we niet alleen verschuivingen en veranderingen in het ecosysteem uit het verleden verklaren, maar ook voorspellingen doen voor de toekomst. Dankzij kenmerken kunnen we soorten identificeren die kwetsbaar zijn voor verandering of verstoring, maar ook bepalen hoe belangrijk de rol in het ecosysteem is van zowel kwetsbare als minder kwetsbare soorten, en van zowel inheemse soorten als nieuwkomers. Bovendien kan de diversiteit aan kenmerken en functies een nieuwe beleidspijler zijn voor bescherming en behoud van biodiversiteit. Behoud van biodiversiteit zou meer moeten omvatten dan alleen het beschermen van specifieke soorten en habitats. Ecosysteem-gericht beleid neemt ook de functies van soorten mee, zodat ecosystemen en hun functioneren behouden kunnen worden. De kenmerkbenadering maakt dergelijk beleid al deels mogelijk en biedt extra handvatten om dit verder toe te passen.

### Literatuur

- Aarts, B. & P.H. Nienhuis, 2003.** Fish zonations and guilds as the basis for assessment of ecological integrity of large rivers. *Hydrobiologia*, 500: 157–178.
- Heath, M., 2005.** Changes in the structure and function of the North Sea fish foodweb, 1973–2000, and the impacts of fishing and climate. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 847–868.
- ICES, 2020.** Working Group on Fisheries Benefits Impact and Trade-Offs (WGFBIT; outputs from 2019 meeting). *ICES Scientific Reports*, 2: 101.
- Lavorel, S., S. McIntyre, J. Landsberg & T.D.A. Forbes, 1997.** Plant functional classifications: From general groups to specific groups based on response to disturbance. *Trends in Ecology and Evolution*, 12: 474–478.
- McGill, B. J., B.J. Enquist, E. Weiher & M. Westoby, 2006.** Rebuilding community ecology from functional traits. *Trends in Ecology and Evolution*, 21: 178–185.
- Mouillot, D., S. Villeger, V. Parravicini, M. Kulbicki, J.E. Arias-Gonzalez, M. Bender, P. Chabanet, S.R. Floeter, A. Friedlander, L. Vigliola & D.R. Bellwood, 2014.** Functional over-redundancy and high functional vulnerability in global fish faunas on tropical reefs. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111: 13757–13762.
- Pimiento, C., F. Leprieur, D. Silvestro, J.S. Lefcheck, C. Albouy, D.B. Rasher, M. Davis, J.-C. Svenning & J.N. Griffin, 2020.** Functional diversity of marine megafauna in the Anthropocene. *Science Advances*, 6: eaay7650.
- Rijnsdorp, A. D., J.G. Hiddink, P.D. van Denderen, N.T. Hintzen, O.R. Eigaard, S. Valanko, F. Bastardie, S.G. Bolam, P. Boulcott, J. Egekvist, C. Garcia, G. van Hoey, P. Jonsson, P. Laffargue, J.R. Nielsen, G.J. Piet, M. Sköld & T. van Kooten, 2020.** Different bottom trawl fisheries have a differential impact on the status of the North Sea seafloor habitats. *ICES Journal of Marine Science*.
- Schückel, S., A.F. Sell, I. Kröncke, & H. Reiss, 2012.** Diet overlap among flatfish species in the southern North Sea. *Journal of Fish Biology*, 80: 2571–2594.
- Teal, L. R., R. van Hal, T. van Kooten, P. Ruardij & A.D. Rijnsdorp, 2012.** Bio-energetics underpins the spatial response of North Sea plaice (*Pleuronectes platessa* L.) and sole (*Solea solea* L.) to climate change. *Global Change Biology*, 18: 3291–3305.
- Tulp, I., T.C. Prins, J.A.M. Craymeersch, S. Ijff & M.T. van der Sluis, 2018.** Syntheserapport PMR NCV. Rapportnummer Co14/18. Wageningen University & Research. 283 pp.

**Violle, C., M.L. Navas, D. Vile, E. Kazakou, C. Fortunel, I. Hummel & E. Garnier, 2007.** Let the concept of trait be functional! *Oikos*, 116: 882–892.

### Summary

#### A trait-based approach to nature conservation and biodiversity

Monitoring programmes that sample organisms on a regular basis provide information on changes in population abundances, as well as on species leaving or entering an area. Considering climate change, such changes already have occurred and are expected to occur in the future. It is therefore important to understand the consequences of such changes for ecosystems and the functions and services they provide. A promising approach is not to look at species per se, but at the traits that these species carry – in ecology called the trait-based approach. Traits can tell us about the functional role of species within an ecosystem or food web, and how sensitive species are to environmental change or human disturbance. Within marine policy, traits are already successfully applied to monitor the health of marine food webs and to study the influence of fisheries on the seafloor. Furthermore, traits can be used to identify the importance of species for ecosystem functioning and transform current nature policies by not only protecting species but also ecosystem functions. Similarly, biodiversity policies may benefit from monitoring the diversity of species, as well as the diversity of traits and functions. The trait-based approach thus provides indicators and tools to move towards a truly ecosystem-based management.

### Dankwoord

De auteurs bedanken Ninon Mavraki en Joop Coolen voor het bijdragen van ideeën voor het artikel en Gerjan Piet voor commentaar.

Esther Beukhof  
Wageningen Marine Research  
esther.beukhof@wur.nl

Karen van de Wolfshaar  
Wageningen Marine Research  
karen.vandewolfshaar@wur.nl

Ingrid Tulp  
Wageningen Marine Research  
ingrid.tulp@wur.nl

Ulrika Beier  
Wageningen Marine Research  
ulrika.beier@wur.nl