



*Meer dan alleen soorten*

# Biodiversiteit

BIO-WETENSCHAPPEN EN MAATSCHAPPIJ KWARTAAL 4 2012 € 6,-

# Biodiversiteit

Het cahier is een uitgave van Stichting Bio-Wetenschappen en Maatschappij (BWM) en verschijnt vier maal per jaar. Elk nummer is geheel gewijd aan een thema uit de levenswetenschappen, speciaal met het oog op de maatschappelijke gevolgen ervan.

Stichting BWM is ondergebracht bij de Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO).

## BESTUUR

Prof. dr. E. Schroten (voorzitter),  
J.F.B.C.D. van Oranje M.Sc. MBA (vicevoorzitter),  
prof. dr. W.P.M. Hoekstra (penningmeester),  
dr. A. van der Auweraert,  
prof. dr. J.M. van den Broek,  
prof. dr. J.T. van Dissel,  
prof. dr. N.M. van Straalen

## RAAD VAN ADVIES

Prof. dr. P. van Aken,  
prof. dr. D. van Bekkum,  
dr. J.J.E. van Everdingen,  
prof. dr. J.P.M. Geraedts,  
prof. dr. J.A. Knottnerus,  
prof.dr. J. Osse

## REDACTIE

Prof. dr. Jos van den Broek,  
prof. dr. Herman Eijsackers,  
prof. dr. Nico van Straalen,  
Maarten Evenblij (eindredacteur)

## BUREAU

Drs. Rianne Roukema,  
Monique Verheij

## BEELDEDRACTIE

B en U international picture service, Diemen

## VORMGEVING

Studio Bassa, Culemborg

## DRUK

Drukkerij Tesink, Zutphen

## INFORMATIE,

## ABONNEMENTEN EN

## BESTELLEN LOSSE NUMMERS

Stichting Bio-Wetenschappen en Maatschappij  
Postbus 93402  
2509 AK Den Haag  
telefoon: 070-34 40 781  
e-mail: [bwm@nwo.nl](mailto:bwm@nwo.nl)  
[www.biomaatschappij.nl](http://www.biomaatschappij.nl)

© Stichting BWM  
ISBN/EAN 978-90-73196-68-1

Stichting BWM heeft zich ingespannen om alle rechthebbenden van de illustraties in deze uitgave te achterhalen. Mocht u desondanks menen rechten te kunnen laten gelden, dan verzoeken wij u vriendelijk om contact met ons op te nemen.

Foto omslag:  
Groen dak op het stadhuis van Chicago. Zelfs hier, hoog tussen de wolkenkrabbers, komen vele honderden planten- en diersoorten voor. Een onverwacht grote biodiversiteit.



**Bio-Wetenschappen  
en Maatschappij**

# Inhoud

Voorwoord 2

Inleiding 4

## 1 Biodiversiteit onder druk 7

Ontwikkeling van de biodiversiteit 7

De Nederlandse biodiversiteit 11

Nederlandse biodiversiteit in internationaal perspectief 15

Biodiversiteit onder druk 19

## 2 Tachtig miljoen soorten beschermen 29

Biodiversiteit als lust 29

Een wetenschappelijk begrip met verborgen idealen 34

Biodiversiteit in de landbouw: luxe of noodzaak? 38

## 3 Biodiversiteit in dienst van de mens 47

Ecologische waarde van biodiversiteit 47

Economische waarde van biodiversiteit en ecosystemen 50

Op expeditie naar nuttige soorten 55

## 4 De handen uit de mouwen 63

Nederlands biodiversiteitsbeleid 63

Internationaal biodiversiteitsbeleid 69

Biodiversiteit en het natuurbeheer 73

Begrippenlijst 82

Interessante websites 84

Auteurs 85

Illustratieverantwoording 86

**B**IODIVERSITEIT IS een nieuw en boeiend onderdeel van het debat over duurzaamheid. Het wordt steeds duidelijker dat onze welvaart en ons welzijn sterk afhankelijk zijn van de biodiversiteit. Het is dan ook van groot belang goed na te gaan wat de biodiversiteit ons levert en wat het enorme verlies ervan kost, om vervolgens ons handelen daarop af te stemmen. Niet alleen in Nederland, maar ook in mondiaal verband.

De Taskforce Biodiversiteit en Natuurlijke Hulpbronnen, in 2009 door het toenmalige kabinet ingesteld, heeft zich gebogen over de vraag hoe het

zit met de draagkracht van de aarde. Is het mogelijk de 9 miljard mensen die er in 2050 zullen zijn te voeden en op een duurzame wijze van grondstoffen en energie te voorzien zonder dat het de biodiversiteit verder aantast?

De conclusie van het

in 2011 uitgebrachte eindadvies *Groene Groei* was dat dit kan. En wel door het landbouwareaal in de wereld efficiënter te benutten, met oog voor mens en natuur, door alternatieve energiebronnen te benutten en zuinig te zijn met biomassa, en door de resterende natuurgebieden en wildernissen – de schatkamers van de biodiversiteit – te herstellen en te beschermen. En bovenal door economie en ecologie niet langer als tegenpolen te zien, maar te onderkennen dat de economie haar basis vindt in

de ecologie. Dat stelt randvoorwaarden en grenzen, maar biedt ook nieuwe mogelijkheden en perspectieven.

Om echte doorbraken te bereiken is het nodig dat overheid, maatschappelijke actoren en bedrijven gemeenschappelijk optrekken. Dan hebben de inspanningen ook maatschappelijk gezien het meeste rendement. De Taskforce heeft daarom een ‘Green Deal’ (zie ook kader blz. 74) afgesloten met de overheid en met het Platform Biodiversiteit, Ecosystemen en Economie, een initiatief van de werkgeversorganisaties in Nederland (VNO/NCW, MKB en LTO Nederland) en IUCN Nederland waarin een groot aantal natuur- en milieuorganisaties vertegenwoordigd zijn. Dit Platform gaat de komende jaren aan de slag met de aanbevelingen van de Taskforce.

Daarvoor is in Nederland een goede voedingsbodem. Consumenten kiezen steeds vaker voor duurzame producten, Nederlandse bedrijven staan in de top van de mondiale *sustainability index*. Dat heeft geleid tot successen die zijn te danken aan vooruitziende ondernemers, bewuste consumenten en een actief maatschappelijk middenveld. De politiek volgt schoorvoetend en kent nog maar weinigen die tegen deze trends durven ingaan. Ook daar breekt langzaam het besef door dat de economische groei waarnaar we streven alleen echt duurzaam kan zijn als deze rekening houdt met de draagkracht van de aarde en slim gebruikmaakt van wat de natuur ons levert, in plaats van door te gaan op de weg van groei die grotendeels is gebaseerd op fossiele grondstoffen en fossiele energiebronnen.

### Natuurgebieden en wildernissen – de schatkamers van de biodiversiteit – moeten worden hersteld en beschermd



Er zijn mogelijkheden om economie, ecologie en dierenwelzijn te combineren, zoals in deze rondefarm voor kippen.

Daarmee heeft het debat rond het behoud van biodiversiteit een nieuwe dimensie gekregen. Het behoud van de natuur in al haar verscheidenheid is niet alleen meer een kwestie van persoonlijke betrokkenheid en idealisme. Het is ook een kwestie van rationele afwegingen rond het collectieve belang dat we hechten aan de biodiversiteit vanwege de diensten die deze ons levert. Een debat dat ook vraagt om kennis en inzicht. Dit cahier levert een belangrijke bijdrage door in beeld te brengen

welke begrippen en opvattingen een rol spelen, zodat ook nieuwe groepen kunnen deelnemen. Dat is cruciaal om de doorbraken te realiseren die nodig zijn voor groene groei. Een groei die is gebaseerd op het benutten van het natuurlijk kapitaal zonder dat kapitaal zelf verder aan te tasten.

Hans Alders  
Voorzitter Taskforce Biodiversiteit en Natuurlijke Hulpbronnen 2009/2011

## Inleiding

**S**INDS HET begrip 'biodiversiteit' in 1985 voor het eerst opdook, maakte het wereldwijd furore. Maar net als bij het begrip 'duurzaamheid' is er in korte tijd veel verwarring over ontstaan. De moderne opvatting over het behoud van biodiversiteit omvat meer dan alleen het behouden van zoveel mogelijk soorten op aarde. Gedurende de geschiedenis van onze planeet zijn er perioden geweest waarin het aantal soorten gestaag toenam, maar ook enkele momenten dat veel soorten in relatief korte tijd het loodje legden. De bekendste dip in de biodiversiteit ligt 65 miljoen jaar geleden, toen de succesvolle dinosauriërs van de aardbodem verdwenen.

Een variatie in biodiversiteit omvat, behalve soortenrijkdom, ook een variatie in genetische eigenschappen, in levensgemeenschappen van diverse organismen (de ecosystemen) en, op grotere schaal, in landschappen. Er zijn nog andere indelingen die biologen aanhouden, maar alle komen ze erop neer dat het tellen van het aantal soorten in een gebied onvoldoende zegt over de mate van biodiversiteit. Het interessante is dat de moderne discussies over het beschermen van de natuur zich hebben verplaatst van het beschermen van afzonderlijke soorten naar het vergroten van de variatie in ecosystemen en landschappen.

Hoewel Nederland een klein land is, is de biodiversiteit hier relatief groot. Dat komt juist door de afwisseling van leefgemeenschappen die kan ontstaan in een gebied dat zich kenmerkt door een rivierendelta aan zee. In een klein gebied zijn relatief veel overgangen tussen natuurlijke milieus, zoals land en water, zoet en zout, nat en droog, klei

en zand. Die afwisseling in landschappen vergroot ook het aantal soorten. Daarom, zo wordt in dit cahier betoogd, heeft Nederland ook een bijzondere internationale verantwoordelijkheid voor het behoud van zijn biodiversiteit.

### **Is biodiversiteit wel belangrijk?**

In dit cahier wordt ook uitdrukkelijk de vraag gesteld waarom biodiversiteit belangrijk is. Op enigszins prikkelende toon komen diverse argumenten aan bod die worden gebruikt om extra aandacht voor biodiversiteit te krijgen, en argumenten voor het verminderen van die aandacht. Daarbij spelen controversiële vragen, zoals: waarom de economische vooruitgang laten remmen door de aanwezigheid van planten en dieren die op het punt staan uit te sterven? Als er zo nodig soorten behouden moeten worden, kan dat prima in reservaten of dierentuinen. Heeft een dier, een plant, zelfs een bacterie het recht om te blijven bestaan, zelfs al heeft dit totaal geen nut voor de mensheid, of is het misschien zelfs schadelijk? Heeft bijvoorbeeld het pokkenvirus niet evenveel recht op bescherming tegen uitroeiing als de Bengaalse tijger?

### **Nut en zin van biodiversiteit**

Hoe men ook over biodiversiteit mag denken, het is duidelijk dat de mens intensief gebruikmaakt van de natuur. In het moderne jargon heet het dat ecosystemen 'systeemdiensten' leveren aan mensen. Het bodemleven bijvoorbeeld, zorgt dat verontreinigd water wordt gezuiverd, visgronden leveren vis, landbouwgrond maakt de productie



**Kleinschalige productie van riet helpt de biodiversiteit te beschermen.**

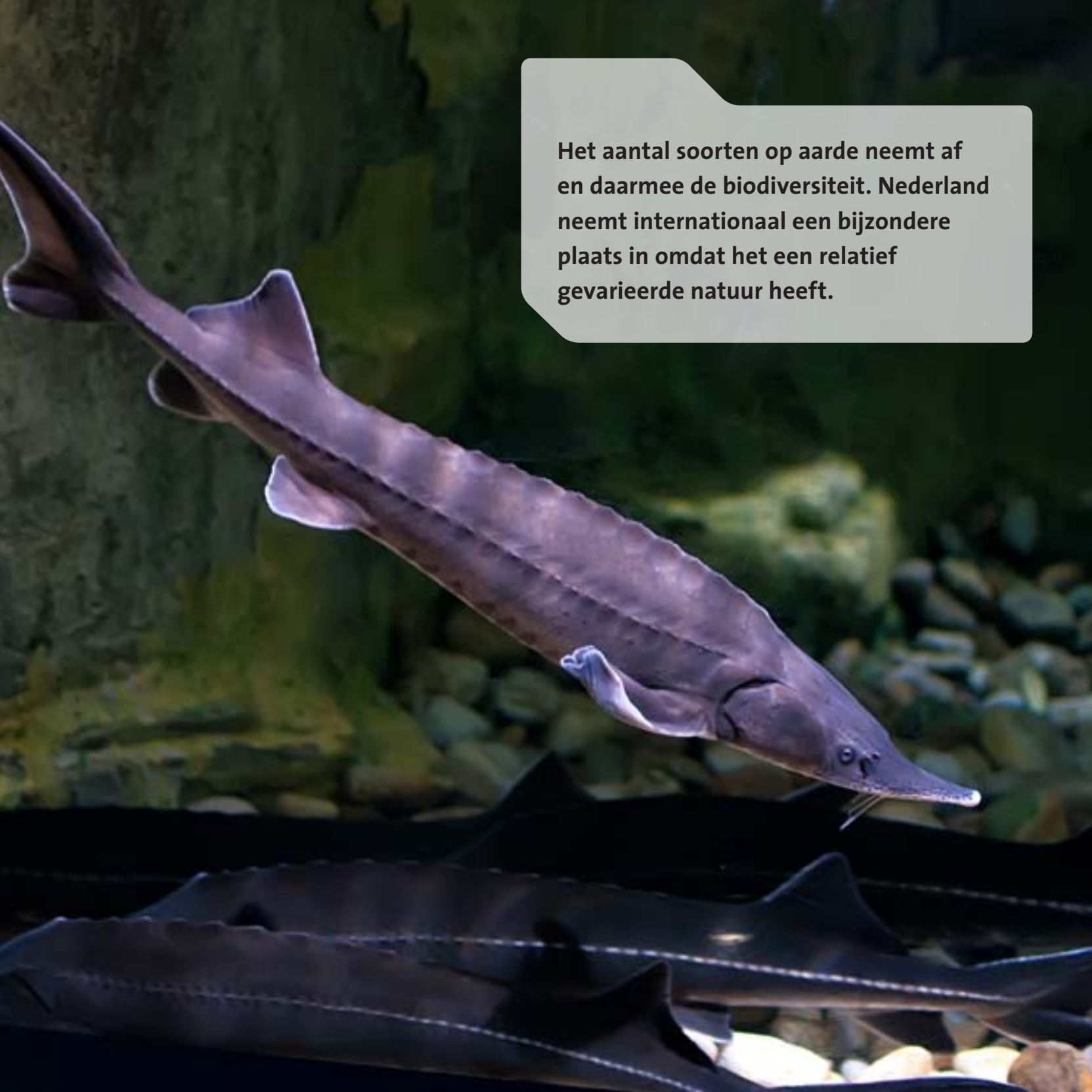
van voedingsgewassen en vee mogelijk, bossen leveren hout voor woningbouw, gebruiksvoorwerpen en brandstof. De voordelen van het behoud van de natuur zijn evident, maar in de zucht naar het benadrukken van het belang van biodiversiteit komen er steeds meer voorbeelden van de waarde van natuur en biodiversiteit die men zich niet altijd realiseert. Soms een economische waarde, zoals het reinigend vermogen van de natuur of de productie van biomassa, soms ook minder economisch, zoals de waarde die de natuur heeft bij sport, bewegen en recreatie en het afwentelen van stress door arbeid. Ook die aspecten komen aan bod in dit cahier.

Natuurlijk behandelen diverse artikelen ook de activiteiten die worden ondernomen om het verlies van biodiversiteit tegen te gaan en bijvoorbeeld de soorten- en landschapsrijkdom te vergroten. Nationale, Europese en overige internationale initiatieven passeren de revue, evenals concrete beheersmaatregelen die door diverse organisa-

ties en overheden worden ondernomen. Ook het uitzetten van ooit uit de Nederlandse natuur verdwenen diersoorten komt aan de orde. Want biodiversiteit heeft zowel een nationale als een internationale dimensie.

In dit cahier vindt u een breed en toegankelijk inzicht in diverse aspecten van biodiversiteit, waarbij de redactie natuurlijk een keuze heeft moeten maken uit de vele mogelijke onderwerpen en thema's. Soms is ervoor gekozen tegengestelde visies te presenteren, bijvoorbeeld die van zowel natuurorganisaties als van het ministerie van Economie, Landbouw en Innovatie. Met dit cahier *Biodiversiteit* is gekozen voor een aanpak, die zowel de actuele situatie rond biodiversiteit verduidelijkt, als enigszins dwars en prikkelend is, met soms een wat minder geijkte insteek.

De redactie



Het aantal soorten op aarde neemt af en daarmee de biodiversiteit. Nederland neemt internationaal een bijzondere plaats in omdat het een relatief gevarieerde natuur heeft.



# 1 Biodiversiteit onder druk

**O**P AARDE leven minimaal 12 miljoen verschillende soorten planten, dieren en andere levensvormen. In de 4,5 miljardjarige geschiedenis van de aarde ontstonden steeds nieuwe soorten en ze zijn, soms met rasse schreden, ook weer verdwenen, zoals de dinosaurïers 65 miljoen jaar geleden. Door toedoen van de mens verdwijnen soorten nu echter sneller dan ooit. Ook in Nederland. Maar door de activiteiten van de mens zijn er ook nieuwe soorten bij gekomen. Bij biodiversiteit denken we vooral aan natuur, een gevarieerd landschap en aai-bare dieren als pandabeer, grutto en zeehond. Maar daarnaast is er een onzichtbaar universum van bacteriën en eencelligen, en een minder aai-bare wereld van pissebedden, duizendpoten en zeeslak-ken. Ook die verdienen onze aandacht.

## Ontwikkeling van de biodiversiteit

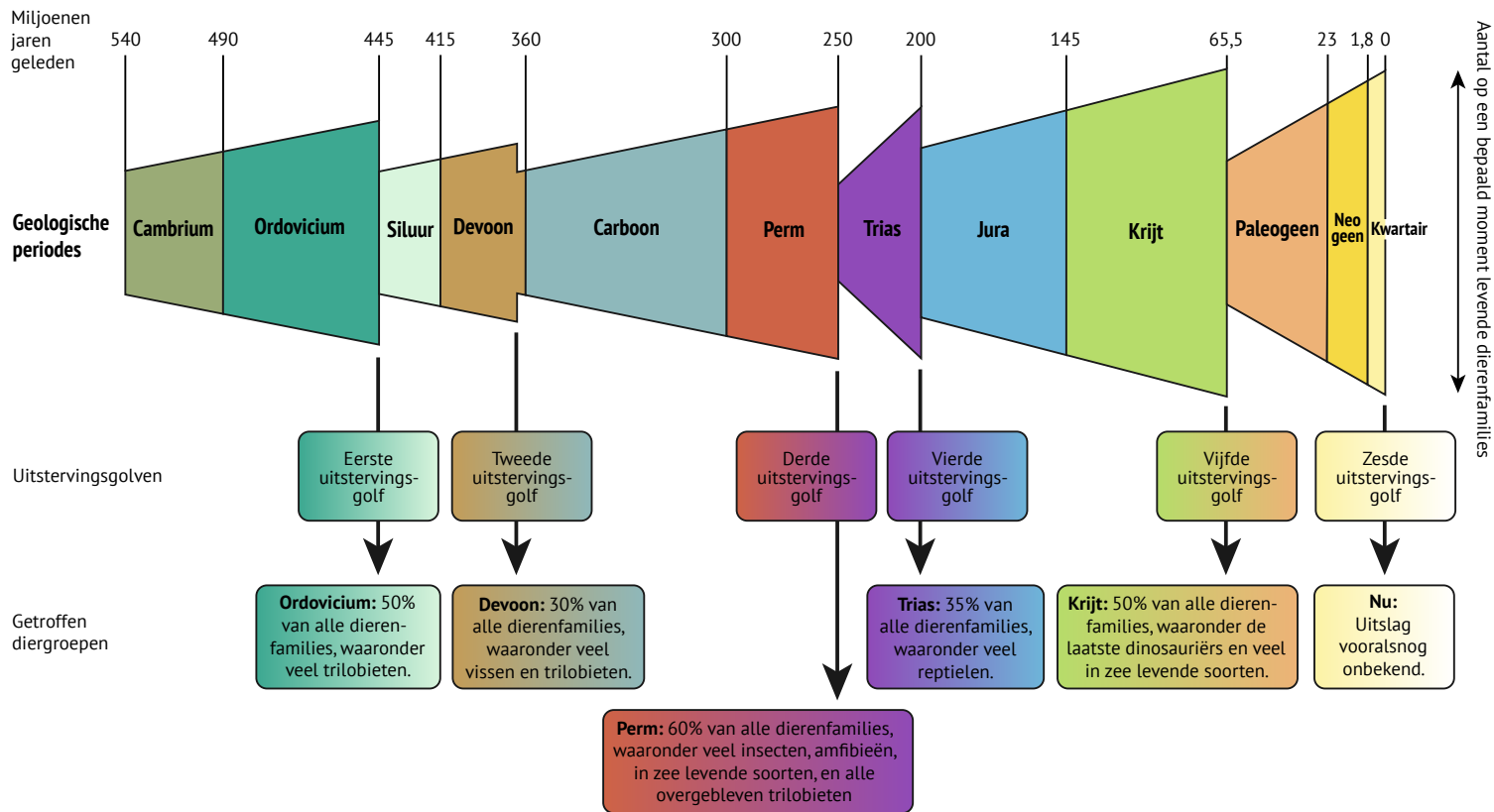
- JINZE NOORDIJK
- NICO VAN STRAALEN

De huidige rijkdom aan soorten op aarde is het resultaat van een evolutionaire ontwikkeling die

zo'n 3,5 miljard jaar heeft geduurd. Die ontwikkeling ging niet geleidelijk; de biodiversiteit veranderde met horten en stoten. Explosies van soortvorming en golven van massale uitster-ving wisselden elkaar af. Het eerste leven op aarde bestond uit bacteriën en archaea, groepen van organismen die vandaag de dag nog steeds zeer talrijk zijn en overal voorkomen. Lange tijd bestond het aardse leven alleen uit deze twee groe-pen. Pas 1,5 tot 2 miljard jaar later ontstond een compleet nieuwe evolutionaire lijn: de eukaryo-ten, een grote groep organismen waartoe planten, dieren en ook mensen behoren. Deze nieuwe lijn van organismen werd mogelijk doordat archaea en bacteriën met elkaar gingen samenleven en als het ware met elkaar versmolten tot wederzijds voordeel – de zogeheten endosymbiose. Daardoor ontstonden nieuwe en complexe structuren in de cellen, zoals mitochondriën – die de energieleve-ranciers van de cellen werden. Het erfelijk mate-riaal kreeg een aparte plek in de cel: de kern. Alle hogere organismen stammen af van deze organis-men met een celkern, de eukaryoten. Niet alleen planten en dieren, maar ook schimmels, algen en parasitaire eencelligen, zoals de malariaparasiet: Plasmodium en de veroorzaker van de slaapziekte: Trypanosoma.



De steur behoort tot een zeer oude familie van vissoorten.



Gedurende de afgelopen 450 miljoen jaar zijn er diverse momenten geweest dat er plotseling veel soorten uitstierven, vaak betekende dat het begin van een nieuwe paleontologische periode. Deze grafiek laat zes grote uitstervingsgolven zien met daarbij de belangrijkste groepen organismen die erdoor werden getroffen. Paleogeen en Neogeen zijn nieuwe benamingen voor de periode die vroeger Tertiair heette.

### Cambrische explosie

Geologen en paleontologen hebben de geschiedenis van de aarde ingedeeld in verschillende tijdperken, die vaak tientallen miljoenen jaren duren, en worden gekenmerkt door specifieke klimatologische omstandigheden op aarde, of door de aanwezigheid van bijzondere soorten fossielen. De eerste dierlijke fossielen zien we in de zogeheten ediacara-fauna, een tijdperk van 570 tot 540 miljoen jaar geleden. Deze fauna bestaat uit fossielen die sterk afwijken van de dieren die we tegenwoordig kennen. Aan het begin van het Cambrium dat na het ediacarium komt (vanaf 540 miljoen jaar geleden) zijn veel van die oude dieren verdwenen. Maar in het Cambrium zelf neemt de soortenrijkdom enorm toe (de zogeheten cambrische

explosie). Daarbij ontstaan dieren met zeer diverse lichaamsvormen, die worden ingedeeld in verschillende stammen (de *fyla*). Veel van die *fyla* bestaan nu niet meer, toch heeft een groot gedeelte ervan een half miljard jaar stand weten te houden tot heden. De stammen die na de cambrische explosie zijn overgebleven, vormen de basis van de huidige soortenrijkdom op aarde. Sommige *fyla* hebben zich ontwikkeld tot extreem soortenrijke groepen zoals de geleedpotigen, waartoe insecten, spinnen en kreeftachtigen behoren.

### Langzame toename en abrupte afname

Na het Cambrium zijn er perioden geweest waarin de soortenrijkdom op aarde geleidelijk groter werd en dan weer abrupt afnam doordat soorten massaal

uitsterven. Er zijn zes van die perioden bekend waarin soorten op grote schaal zijn uitgestorven (zie figuur blz. 8). De meest dramatische periode was aan het eind van het perm, 245 miljoen jaar geleden. Toen verdween 80 procent van al het leven in zee, en ook een groot deel van de gewervelde landdieren. Het is niet bekend waardoor dat kwam. Het klimaat veranderde relatief snel, wellicht door de inslag van een meteoriet of door enorme vulkaanuitbarstingen, die as en stof in de atmosfeer opwierpen, waardoor het zonlicht de aarde minder goed kon bereiken en deze afkoelde. Bijna 200 miljoen jaar later was er weer zo'n periode dat veel soorten in korte tijd het loodje

---

## Soorten sterven nu sneller uit dan tijdens de uitsterfgolf toen de dinosauriërs van de aardbodem verdwenen

legden – bij de overgang van het Krijt naar het Tertiair 65 miljoen jaar geleden. Groepen dieren die tot dan toe zeer succesvol waren, zoals de dinosauriërs verdwenen van de aardbodem. Tijdens de periode daarna – van 65 miljoen jaar geleden tot

nu – hebben zich de huidige soortenrijke planten- en diergroepen gevormd. In die laatste periode van de aardgeschiedenis, het Cenozoïcum, zien we bij zowel de zoogdieren en de vogels als bij de bloemplanten het aantal soorten plotseling sterk toenemen. Iets wat de deskundigen een radiatie noemen.

### **Zeer hoge uitsterffrequentie**

Afgemeten aan het aantal soorten en beschouwd over langere termijn, vertoont de biodiversiteit op aarde dus een geweldige dynamiek. Verreweg de meeste soorten die ooit op aarde hebben geleefd bestaan nu niet meer. Het uitsterven van soorten is een zeer gebruikelijk verschijnsel van het aardse leven. De natuurlijke frequentie van uitsterven

(hoeveel soorten er gemiddeld van nature uitsterven) wordt geschat op één à twee soorten per 10 jaar. Dit getal wordt ook wel uitgedrukt als het percentage soorten dat uitsterft ten opzichte van het aantal bestaande soorten. Dan schatten onderzoekers dat elk jaar één soort per miljoen levende soorten uitsterft. Daarnaast zijn er gedurende de geologische geschiedenis van de aarde piekperiodes waarin veel meer soorten uitsterven. Aan het einde van het Krijt bijvoorbeeld verdwenen elk jaar ongeveer 124 soorten per miljoen levende soorten. Op dit moment sterven per jaar wel honderden keren meer soorten uit dan gebruikelijk (het achtergrondniveau). Sommigen denken zelfs dat het enkele duizenden keren meer is. In de Global Biodiversity Assessment van de Verenigde Naties wordt de verwachting uitgesproken dat de komende 50 jaar 0,7 procent van alle soorten op aarde zal uitsterven. Dat zijn elk jaar ongeveer 140 per miljoen levende soorten, meer dan de uitsterfgolf toen de dinosauriërs van de aardbodem verdwenen. Er is trouwens veel onzekerheid over deze cijfers, vooral omdat niet precies duidelijk is hoeveel soorten nu leven.

### **Mondiale biodiversiteit**

Hoeveel soorten zijn er nu op aarde? Dat hangt ervan af wat we precies onder een soort verstaan (zie kader blz. 14). Bovendien vinden biologen steeds weer nieuwe soorten in gebieden die nog slecht zijn verkend. Dit betreft dan vooral soortenrijke groepen, zoals insecten en andere ongewervelde dieren. Regelmatig worden er nog nieuwe amfibieën en vogels gevonden, en af en toe zelfs een nieuw zoogdier. Daarnaast zijn taxonomen – de biologen die soorten beschrijven – voortdurend bezig de indeling van planten en diergroepen beter in kaart te krijgen. Daarbij worden soorten soms samengevoegd of juist gesplitst. Al met al bedraagt het aantal bekende soorten op aarde ruim 1,9 miljoen. Schattingen van het werkelijke aantal komen



**Insecten vormen de groep met verreweg het meeste aantal soorten; ruim de helft van de 1,9 miljoen bekende soorten.**

uit tussen de 5 en 12 miljoen. Van de 1,9 miljoen bekende soorten zijn ongeveer 1 miljoen insecten, 310.000 planten en bijna 62.000 gewervelde dieren. De werkelijke aantallen kunnen echter vele duizenden tot miljoenen hoger zijn. We denken dat we de meeste gewervelde diersoorten en het grootste deel van de planten wel kennen. Van insecten en bacteriën kennen we echter nog maar een klein deel.

### **Ongelijkmatige verdwijning van soorten**

Niet alle groepen hebben een even grote kans om uit te sterven. Uit fossiele gegevens weten we dat veel grote dieren, de zogeheten *megafauna*, het uitermate moeilijk krijgen in de directe omgeving van mensen. Deze dieren, die zwaarder zijn dan 40 kilogram, zijn goed eetbaar, of ze lopen in de weg wanneer mensen land gaan gebruiken of vee gaan houden. Zo wordt bijvoorbeeld het uitsterven van de grondluiaard in Noord-Amerika direct toegeschreven aan de kolonisatie van dit continent door *Homo sapiens*, ongeveer 30.000 jaar geleden. In Europa is het verdwijnen van de wisent (de Europese bizon) direct toe te schrijven aan de uitbreiding van de menselijke bevolking. Ook dieren die

zich slecht uit de voeten kunnen maken, houden het niet lang vol in de omgeving van de mens, zoals de uitgestorven dodo, een loopvogel van het eiland Mauritius. Of ook de mammoet door de oermens is verdreven, zoals wel wordt beweerd, is twijfelachtig. Deze dieren waren zo groot dat mensen er waarschijnlijk maar weinig op hebben gejaagd en er slechts weinig zijn gedood door mensenhanden.

Ook vandaag de dag verdwijnt de biodiversiteit niet gelijkmatig. Primaten – halfapen, apen en mensapen – hebben het uitermate moeilijk, omdat ze leven in tropisch bos dat door toedoen van de mens steeds kleiner wordt. Hetzelfde geldt voor talloze ongewervelde dieren, met name insecten, die specifiek zijn gebonden aan tropisch bos. Tropenonderzoekers verwachten dat met elk bosperceel dat gekapt wordt enkele gespecialiseerde keversoorten verdwijnen. Andere diergroepen, zoals amfibieën (salamanders, kikkers en padden) hebben het moeilijk, omdat ze slecht bestand zijn tegen infecties die door de mens verspreid worden. Zo worden harlekijnkikkers in Midden-Amerika bedreigd door een schimmel die parasiteert op de huid van de kikker. Die schimmel kwam vroeger niet voor in de koude bergmeertjes waar deze amfibie leeft. Door de temperatuurstijging in de afgelopen 20 jaar kan de schimmel zich steeds hoger in de bergen vestigen, omdat de meertjes daar inmiddels de voor de schimmel optimale temperatuur bereiken.

Biodiversiteit is kwetsbaar. Soorten sterven uit en door evolutie ontstaan nieuwe soorten. Dat is altijd zo geweest. Maar door toedoen van de mens is het verlies aan soorten wel erg groot geworden. Hoe lang dit kan voortgaan voordat wij mensen zelf ernstig last krijgen van deze biodiversiteitscrisis is een belangrijke vraag.

Met dank aan drs. Peter Koomen van Natuurmuseum Fryslân en prof. dr. Edi Gittenberger van NCB Naturalis.

### **VRAAG 1**

Waardoor is de mammoet verdwenen?

# De Nederlandse biodiversiteit

■ JINZE NOORDIJK  
■ NICO VAN STRAALEN

In Nederland komen ongeveer 25.000 diersoorten voor en meer dan 10.000 plantensoorten. Insecten vormen, zoals we hiervoor hebben gezien, de grootste groep diersoorten, met vooral veel soorten kevers, vliegen, muggen, bijen, wespen en mieren. Andere soortenrijke diergroepen zijn nematoden, mijten en kreeftachtigen. Opvallende soortgroepen als vogels en zoogdieren kennen veel minder diversiteit. De schimmels: paddestoelen en microfungi zijn weer wel zeer rijk aan soorten. Daarnaast zijn er zeer veel soorten groenwieren en zaadplanten. Behalve inheemse soorten zijn er bij diverse soortgroepen ook heel wat exoten bekend die in Nederland voorkomen. De biodiversiteit in Nederland wordt weergegeven in de tabellen op blz. 11 en 12. Daarbij wordt een nieuwe indeling gebruikt, die is gebaseerd op de evolutionaire hoofdlijnen, anders dan veel mensen ooit op school leerden. Zo vallen de schimmels en dieren nu allebei onder de *Unikonta* en behoren de planten, samen met de groenwieren, roodwieren, en nog enkele andere groepen, tot de *Archaeplastida*. De organismen die in eenzelfde groep vallen hebben (genetische) eigenschappen die erop wijzen dat ze een gemeenschappelijke voorouder hebben gehad.

## Eencellige organismen

Ze zijn niet het eerste waaraan mensen denken bij biodiversiteit, maar Nederland is rijk aan verschillende soorten eencellige organismen. Aan de kernloze bacteriën bijvoorbeeld. Maar hoeveel soorten er van deze groep zijn, is niet goed bekend. Het is heel goed mogelijk dat de nu bekende bacteriën slechts ongeveer 10 procent van het werkelijke aantal bacteriesoorten vormen. Veel van die soorten kunnen zelf koolstof vastleggen, zoals algen en planten dat doen met CO<sub>2</sub> uit de lucht. Cyanobac-

Supergroep	Aantal bekende Nederlandse soorten
Bacteriën – Bacteria & Archaea	1.100
Planten – Archaeplastida	3.894
Hacrobia	185
Stramenopila (waterschimmels, algen, (kiezel)wieren)	1.996
Alveolata (trilhaardiertje, pantserwieren)	670
Rhizaria (radiolariën en foraminiferen)	165
Excavata (oogwieren en amoeben)	52
Unikonta (slijmzwammen, amoeben, schimmels, dieren)	37.877

**Overzicht van de grote groepen organismen (planten, dieren en andere) en het aantal soorten dat daarvan bekend is in Nederland. De nieuwste wetenschappelijke indeling is hierbij aangehouden. Daarbij vallen de dieren onder de Unikonta en daarvan zijn in Nederland 27.150 verschillende soorten. De getallen zijn schattingen en van elke groep komen er zeker tientallen tot duizenden soorten meer voor dan nu bekend is.**

teriën, die vroeger blauwalgen werden genoemd, doen dat bijvoorbeeld. Bacteriën zijn echter vooral bekend als afbrekers van allerlei afval – van organisch materiaal tot chemicaliën en olie. Door die eigenschap zijn ze onmisbaar bij het sluiten van natuurlijke kringlopen in ecosystemen.

Eencelligen treffen we ook aan in alle hoofdgroepen van eukaryoten – die anders dan bacteriën een celkern bezitten. Groepen met prachtige namen als *Hacrobia*, *Stramenopila* en *Excavata*. In het bijzonder de *Stramenopila*, waartoe waterschimmels en veel algen en wieren behoren, zijn in Nederland rijk aan soorten. Vooral doordat in Nederland wel 1.700 soorten kiezelwieren (diatomeeën) bekend zijn. Ook kennen we duizenden eencellige soorten schimmels: de gisten. We weten nu dat die eencellige soorten in elk geval 15 procent van het totaal aantal soorten in Nederland beslaan, maar waarschijnlijk veel meer. In deze zeer diverse miniwereld komen alle ecologische rollen voor die we van grotere organismen gewend zijn, zoals plantenetters, roofdieren, parasieten en afvaleters. Die grote diversiteit van de eencelligen blijft meestal verborgen voor het grote publiek.

## Meercellige soortenrijkdom

Het meercellige leven laat een nog veel grotere diversiteit in uiterlijk toe dan de eencelligen. Dat

Fylum (stam)	Aantal bekende Nederlandse soorten
Sponzen – Porifera	22
Ribkwallen – Ctenophora	3
Holtedieren – Cnidaria	132*
Myxozoa	10*
Acoelomorpha	6*
Pijlwormen – Chaetognatha	2
Platwormen – Platyhelminthes	428*
Buikharigen – Gastrotricha	27*
Kaakmondjes – Gnathostomulida	1
Raderdieren & stekelsnuitwormen – Syndermata	406*
Kransdiertjes – Cyclophora	1
Kelkdieren – Entoprocta	4
Mosdiertjes – Ectoprocta	61*
Hoefijzerwormen – Phoronida	2
Snoerwormen – Nemertea	20*
Rondwormen – Annelida	458*
Weekdieren – Mollusca	390
Stekelwormen – Kinorhyncha	2*
Priapuliden – Priapulida	1
Nematoden – Nematoda	2.000**
Paardehaarwormen - Nematomorpha	8
Beerdiertjes – Tardigrada	27*
Geleedpotigen – Arthropoda	22.711**
Stekelhuidigen – Echinodermata	11
Eikelwormen – Hemichordata	4
Chordadieren – Chordata	413

**Overzicht van het aantal in Nederland beschreven diersoorten per stam (fylum). Er zijn nu 27.150 diersoorten in Nederland beschreven, maar van sommige stammen komen zeker enkele tientallen (\*) of zelfs honderden (\*\*) soorten meer voor dan we nu weten.**

komt doordat groepen cellen binnen een organisme zich kunnen richten op specifieke taken. Dat zie je al bij eenvoudige organismen, zoals meercellige schimmels, en nog sterker bij planten. Deze groepen tellen duizenden soorten. Bij dieren is de diversiteit in uiterlijk en in celspecialisaties nog duidelijker aanwezig dan bij planten. Dit gaat van eenvoudig opgebouwde dieren, zoals sponzen,

## De grote diversiteit van de eencelligen blijft meestal verborgen voor het grote publiek

tot de zeer 'complexe' vogels en zoogdieren. Dieren zijn onze meest soortenrijke groep. Daaronder vallen extreem grote groepen als raderdieren, rondwormen, weekdieren en chordadieren (die in aanleg een wervelko-

lom hebben). Deze groepen zijn in Nederland vertegenwoordigd met elk honderden soorten. Maar pas echt soortenrijk wordt het bij de nematoden (aaltjes of rondwormen) en vooral de geleedpotigen. Tot die laatste behoren kreeft-, spin- en duizendpootachtigen en insecten. Deze laatste groep dieren is met zo'n 19.500 soorten verantwoordelijk voor bijna 40 procent van de totale Nederlandse biodiversiteit.

### Verborgen biodiversiteit

Soorten komen en gaan, en nemen toe en af in dichtheid en verspreiding. Het aantal ontdekte soorten in Nederland neemt toe. Jaarlijks kunnen we vele tientallen soorten bijschrijven op de Nederlandse lijsten. Dankzij wetenschappelijk onderzoek en de toegenomen inventarisatie door professionals en amateurs. Het gaat daarbij voor een deel om echte nieuwkomers die zich in ons land vestigen. Een ander deel van de ontdekte soorten blijken zogeheten 'cryptische' soorten. Die leven al langer in Nederland, maar ze zijn zo verborgen of klein dat ze pas worden ontdekt als een

expert zich speciaal op deze organismen richt.

Het onderzoek naar de 'verborgen' biodiversiteit zal nog lange tijd een lonende bezigheid zijn. De uitbreiding van de lijst van soorten in Nederland betekent helaas niet dat het aantal aanwezige soorten ook echt toeneemt. Er zijn juist verontrustende berichten over soorten die uit ons land verdwijnen. Deze achteruitgang is duidelijk zichtbaar bij enkele goed gedocumenteerde groepen, zoals steenvliegen, dagvlinders en bijen waarvan er vele zijn verdwenen uit Nederland. Van de 27 soorten steenvliegen in Nederland zijn er de afgelopen eeuw nog 10 overgebleven, en die zijn (ernstig) bedreigd door de achteruitgang van het oppervlaktewater en de kanalisering van beken. Alleen met de gewone steenvlieg (*Nemoura cinerea*) gaat het goed. Van de 338 bijensoorten die in Nederland voorkwamen, zijn er 35 verdwenen en de helft is bedreigd. Van de 70 soorten dagvlinders zijn er in ruim een eeuw 17 verdwenen uit Nederland en de helft is zeldzaam tot zeer zeldzaam. Voor veel andere groepen organismen is het slechts gissen naar hun achteruitgang.

### Ook nieuwe soorten

Tegenover de verdwenen soorten staan soorten die er zijn bijgekomen. Zoals exoten – soorten die van oorsprong niet thuishoren in Nederland – die door de mens worden aangevoerd, zoals de korfmossel, de Amerikaanse zwaardschede, de Amerikaanse vogelkers en de halsbandparkiet. Het transport van soorten is sterk toegenomen door de grotere mobiliteit van mensen en het internationale transport van goederen. Ook zijn er planten en dieren uit zuidelijker streken die zich door het warmere klimaat naar het noorden uitbreiden. Een bekend en goed gedocumenteerd voorbeeld is de tijgerspin, *Argiope brennichi*, die in 1991 alleen in het uiterste zuidelijke puntje van Zuid-Limburg voorkwam. In de loop der jaren rukte hij op naar het noorden, bereikte in



**Het aantal soorten eencelligen is zeer talrijk en er is nog maar een fractie van bekend.**

2001 Noord-Holland en komt nu in vrijwel het hele land voor. Het is zelfs zeer goed mogelijk dat Nederland juist steeds soortenrijker wordt door de opwarming van het klimaat en de verstedelijking. Steden zijn een soort warmte-eilanden waarin soorten met een zuidelijke verspreiding toch kunnen overleven. Daarnaast zijn er ook soorten die na een periode van verminderde aanwezigheid terugkomen, onder meer door de vergroting en de verbetering van de kwaliteit van onze natuurgebieden, of door het stopzetten van bejaging of bestrijding. Zo is bijvoorbeeld de rivierrombout, *Gomphus flavipes*, een libellensoort gebonden aan helder rivierwater, terug van weggeweest. Hij komt nu weer voor langs de grote rivieren, een terugkeer die waarschijnlijk geheel is toe te schrijven aan de verbetering van de waterkwaliteit.

### Vervlakking van habitat en landschap

De uitkomst van het vele onderzoek dat wordt gedaan naar soortenrijkdom en biodiversiteit is dat langzaam maar zeker de kritische en zeldza-

## Wat is een soort?

Het is niet eenduidig wat een soort is. Kijk je naar verschillen in uiterlijke verschijningsvorm, zoals de vorm van bloemblaadjes, de kleur van een snavel of het aantal tenen, dan wel naar genetische kenmerken? Of hanteer je het traditionele, biologische, soortbegrip dat alleen individuen van dezelfde soort vruchtbare nakomelingen kunnen maken? Het taxonomisch soortbegrip kennen we van de bioloog die de natuur in trekt en planten en dieren determineert op basis van uiterlijke kenmerken die zijn beschreven in determinatietabellen, zoals de flora en de vogelgids. Als verschillen kenmerkend en consistent zijn, dus als er geen tussenvormen zijn,

behoren individuen van een groep tot de ene of de andere soort. Zo onderscheidt de groengele snavel de stormmeeuw van de zilvermeeuw, die een gele snavel met een rode punt heeft. Bij insecten is het meestal met de microscoop zoeken naar onopvallende kenmerken, zoals de stand van de haren op het lijf of de vorm van de uitwendige geslachtsorganen. Verreweg de meeste soorten zijn alleen op basis van zulke taxonomische kenmerken beschreven als soort. Het biologisch soortbegrip lijkt heel eenvoudig. Schapen, geiten, paarden en ezels zijn verschillende soorten omdat ze niet met elkaar paren of, zoals bij ezel en

paard, geen vruchtbare nakomelingen krijgen. Maar het begrip is niet altijd even gemakkelijk toe te passen. Twee op elkaar lijkende kevers uit het tropisch regenwoud zou je moeten kweken om vast te stellen of het echt twee soorten zijn. Bovendien blijken veel soorten, vooral plantensoorten, toch met elkaar te kunnen kruisen en zelfs (enigszins) vruchtbare nakomelingen voort te brengen (hybridiseren). Ook zijn er ongewervelde dieren waarvan vrouwtjes wel seksueel zijn, maar ook eieren leggen zonder de tussenkomst van mannetjes (parthenogenetische soorten). De situatie is helemaal onoverzichtelijk bij bacteriën, archaea en vele

eukaryote eencelligen, die zich vaak alleen vermeerderen door deling. Ook bij verschillende planten, sponzen en koralen is asexuele voortplanting door middel van uitlopers of afsnoeringen belangrijker dan seksuele reproductie. Bacteriën kunnen bovendien DNA uitwisselen met andere 'soorten', waardoor het klassieke soortbegrip nauwelijks hanteerbaar is. In plaats daarvan kijkt men direct naar het DNA. Als de verschillen in het DNA van twee bacteriën een bepaalde grenswaarde overschrijden, noemt men ze verschillende soorten. (zie kader blz. 26). Het evolutionair soortbegrip gaat uit van verschillen in evolutionaire afstamming. Als twee groepen behoren tot verschillende fylogenetische lijnen die elk hun eigen evolutie volgen, zijn ze verschillende soorten. Dit soortbegrip wordt wel gebruikt in de evolutiebiologie en de paleontologie en lost het probleem op dat fossielen geen kruisbaarheidstest kunnen ondergaan.

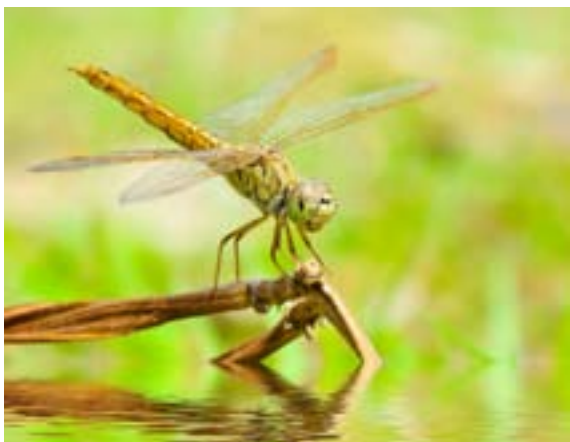
De zilvermeeuw (links), met een gele snavel en een rode punt, behoort tot een andere soort dan de stormmeeuw, die een groengele snavel heeft.







Steenvliegen hebben schoon stromend water nodig. Ze zijn in Nederland veelal verdwenen of ernstig bedreigd door waterverontreiniging en het kanaliseren van beekjes.



Sommige, ooit uit Nederland verdwenen, libellensoorten komen terug doordat de waterkwaliteit soms juist verbetert.

mere soorten verdwijnen. Soorten die minder kritisch zijn over hun leefomgeving en meer algemene soorten winnen juist aan terrein. Als deze trend zich doorzet, kan de soortensamenstelling van verschillende landen en regio's een eenheidsworst worden. Daardoor zullen landschappen verder vereenvoudigen en eenvormiger worden en ontstaat een weinig afwisselende flora en fauna.

#### VRAAG 2

Hoe komt het dat er nog steeds nieuwe soorten bij komen?

## Nederlandse biodiversiteit in internationaal perspectief

■ JOOP SCHAMINÉE

In het boek *Kroonjuwelen van de Kaap* stelt de journalist Liesbeth Sluiter aan velen de vraag hoe belangrijk het is om de biodiversiteit te behouden. Het boek handelt over de mensen en de natuur van het Zuid-Afrikaanse *fynbos*, een van de heetste hotspots van biodiversiteit in de wereld. In een gebied dat niet veel groter is dan de Benelux komen meer dan 9.000 plantensoorten voor, waarvan er zo'n 5.000 endem zijn, wat wil zeggen dat deze soorten nergens anders ter wereld voorkomen. Ter vergelijking: Nederland herbergt een kleine 1.500 plantensoorten, waarvan geen enkele uniek is. Biodiversiteit is een jong begrip, dat pas eind jaren tachtig van de vorige eeuw opdook. Onder beleidsmakers won het snel aan populariteit en al in 1992 ondertekenden bijna tweehonderd landen het Biodiversiteitsverdrag van Rio de Janeiro. Maar, stelt Sluiter, 'vraag op een markt, schoolplein of bij een bushalte wat het woord betekent, dan merk je dat het voor veel mensen een vage inhoud heeft. Bedreigde dieren, walvissen en reuzenpanda's? Gezond leven, veel groenten eten?' Het begrip biodiversiteit is door de Verenigde Naties gedefinieerd als 'de verscheidenheid van ecosystemen, soorten en genen in een bepaalde tijd en een bepaald gebied', maar het begrip zelf heeft weinig overtuigingskracht. Dat is jammer en we zouden eigenlijk moeten nadenken over een beter woord.

### Diverse niveaus van biodiversiteit

Wat heeft ons land internationaal te bieden aan biodiversiteit en het behoud daarvan? Daarvoor is het belangrijk ons te realiseren dat die bijdrage verschillend kan zijn als we kijken naar de drie niveaus van biodiversiteit: de alfa-, bèta- en gamabiodiversiteit genoemd. Deze meer weten-

schappelijke indeling van biodiversiteit wijkt af van de indeling die in 1992 is afgesproken op de mondiale biodiversiteitconferentie in Rio de Janeiro, en die de variatie in genen, soorten en

landschappen behelst (zie kader hieronder). De alfadiversiteit slaat op het soorten aantal van een bepaalde leefomgeving (de zogenoemde biotoop) op een bepaalde plek, bijvoorbeeld van een grasland, een heide of een

bos. De afzonderlijke biotopen in een regio worden gekenmerkt door een eigen, kenmerkende alfadiversiteit. In ons land zijn kalkgraslanden, duinberkenbossen en trilvenen voorbeelden van biotopen met een hoge alfadiversiteit. En zeegrasvelden en zinkweiden hebben juist een lage alfadiversiteit. De bètadiversiteit is een maat voor de verscheidenheid aan biotopen in een gebied; de afwisseling tussen bijvoorbeeld een open plek in een oerwoud

met een geveld boomstam, een opening in het bladerdak en een plaatselijk gevarieerde plantengroei. Door die afwisseling ontstaan plaatselijke veranderingen in het terrein en daarmee ook een variatie aan soorten door lokale verschillen. Het begrip gammadiversiteit zegt iets over de verscheidenheid op grotere schaal: het niveau van het landschap. Bijvoorbeeld een serie bergtoppen die elk een eigen palet van soorten bezitten. Zo is in het eerder genoemde Zuid-Afrikaanse fynbos sprake van een uitzonderlijk hoge gammadiversiteit: iedere bergtop heeft zijn eigen set van soorten.

### Delta van grote rivieren

Het aantal in Nederland aanwezige soorten en levensgemeenschappen is verrassend groot vergeleken met de natuurwaarden in andere landen. Dat komt vooral door de ligging van Nederland in een delta van grote rivieren, die een kleinschalige lappendeken van ecologische omstandigheden met zich meebrengt. Aan deze natuurlijke diversiteit heeft de mens een extra dimensie toegevoegd door eeuwenlang het land te gebruiken voor akkerbouw,

## Het behoud van de biodiversiteit in een gevarieerd land als Nederland vereist een bijzondere zorg

### Drie niveaus van biodiversiteit

Biologen hanteren drie niveaus van biodiversiteit.

Genetische variatie behelst alle erfelijke verschillen tussen de individuen van een soort, die toe te schrijven zijn aan verschillen in het DNA. De genetische variatie is van belang voor het vermogen van een soort zich aan te passen aan veranderingen in het milieu. Soorten met wei-

nig genetische variatie worden beschouwd als kwetsbaar voor uitsterfing, al zijn er ook talloze soorten met weinig genetische variatie die het toch goed doen. Zo stammen alle wolven in Noorwegen en Zweden af van drie individuen die ooit vanuit Rusland naar Scandinavië trokken.

Soortenrijkdom is het aantal beschreven soorten dat in een bepaald

gebied voorkomt. Het is de meest gebruikelijke maat voor biodiversiteit, al zijn er kanttekeningen bij te maken. Zo houdt het begrip geen rekening met hoeveel exemplaren er van een bepaalde soort zijn. Om dat te corrigeren, gebruiken biologen verschillende *diversiteitsindices*. De meest bekende is de Shannon-Weaver index, die niet alleen de soor-

tenrijkdom meet, maar ook de verdeling van aantallen over de soorten.

Diversiteit in het landschap gaat om de variatie in de direct zichtbare fysieke structuur, zoals hoogteverschillen, afwisseling van bosschages, open terrein en bos en de loop van beken en rivieren. Meer landschappelijke diversiteit hangt vaak samen met een grotere soortenrijkdom.

veeteelt en de productie van hout. Hierdoor ontstond een halfopen en uiterst gevarieerd cultuurlandschap. Ten slotte heeft de vroege opkomst van de natuurbescherming in Nederland ertoe geleid dat veel van deze verscheidenheid is behouden.

De Europese referentielijst van de Habitatrichtlijn omvat 231 typen leefgebieden, waarvan er 51 in Nederland worden aangetroffen, dus bijna een kwart van alle levensgemeenschappen. Van de 181 vogelsoorten die op de referentielijst van de Vogelrichtlijn staan, komen er 44 in Nederland voor, voornamelijk broedvogels, dus ook ongeveer een kwart. Daarnaast zijn er nog zo'n 50 trekvogels die de winter doorbrengen in ons waterrijke land. Als we naar afzonderlijke groepen kijken, zijn het in het bijzonder de vogels en plantengemeenschappen die internationaal hoog scoren, zowel in absolute aantallen als relatief. Er zijn 59 vogelsoorten van internationale betekenis, 21 procent van het totaal aantal vogelsoorten in ons land. Ook voor 35 typen plantengemeenschappen is Nederland internationaal van grote betekenis, dat is 37 procent van de in ons land voorkomende plantengemeenschappen. Ook op het gebied van de zoetwatervissen doet Nederland het goed, met 12 internationaal belangrijke soorten – 27 procent van het totaal.

### **Enorme verscheidenheid**

Dat Nederland internationaal een grote rol speelt, komt feitelijk door de hoge bètadiversiteit, waarbij op een kleine afstand een grote verscheidenheid aan leefomgevingen optreedt. Zand, klei en veen, droog en nat, voedselrijk en voedselarm, basisch en zuur, en jong en oud wisselen elkaar voortdurend af. Wie een reis van Texel naar Zuid-Limburg maakt, passeert achtereenvolgens de kustduinen met hun natte valleien, struwelen en soortenrijke graslanden, de kwelders en wadplaten van de Waddenzee, de Hollandse zeekleigebieden en de laagveenmoerassen met hun open water, rietvelden en landaanwas, de rivierdijken en uiter-



**Nederland ligt in een uitgebreid deltagebied. Daardoor komen hier relatief veel soorten voor.**

waarden in Midden-Nederland, de droge en natte heidenen op de Brabantse zandgronden met de daar aanwezige zandverstuivingen en hoogveengebieden, en ten slotte de orchideeënrijke kalkhellingen en voorjaarsbossen van Zuid-Limburg. Vergelijk die verscheidenheid met de Spaanse hoogvlakte, de Schotse hooglanden, de toendra's in het hoge noorden of de uitgestrekte naalddwouden in Rusland en Finland. Ze zijn weliswaar indrukwekkend, maar tonen geen verscheidenheid.

Het behoud van de biodiversiteit in een gevarieerd land als Nederland vereist dan ook een bijzondere zorg. Die schiet echter in hoge mate te kort. In het verleden lag de nadruk op het behoud van soorten, met de komst van het nationale Natuurbeleidsplan en het Europese Natura 2000 kwam meer aandacht voor het leefgebied van soorten en voor de levensgemeenschappen zelf, maar de stap naar het niveau van het landschap is nog lang niet gemaakt. En er is meer nodig dan alleen het nakomen van een aantal internationale verplichtingen

De landbouw zet de biodiversiteit minder onder druk als boeren brede en gevarieerde slootkanten en houtwallen handhaven, zoals hier het geval is.



in het kader van Natura 2000. Meer dan het voldoen aan normen voor bijvoorbeeld stikstofdepositie (mest) en het in stand houden van nauwkeurig gedefinieerde habitattypen binnen strak begrensde gebieden. Voor het behoud van de biologische verscheidenheid in Nederland is een blijvende inspanning nodig. Juist omdat onze diversiteit voor een groot deel samenhangt met menselijk landgebruik, is het zaak om ook in de toekomst te blijven plagen, maaien, kappen, weiden en branden. De soorten van deze zogeheten halfnatuurlijke levensgemeenschappen komen weliswaar ook voor op plekken waar de mens geen invloed heeft, maar dan betreft het doorgaans veel lagere aantallen. Door de op handen zijnde klimaatverandering zal de gevraagde, en doorgaans kostbare, beheersinspanning nog moeten toenemen. Omdat het voorjaar vroeger intreedt, de temperaturen stijgen en er meer neerslag valt, zal de hoeveelheid jaarlijks geproduceerde biomassa toenemen. Voor het behoud van de open begroeiingen, die kenmerkend zijn voor veel landschapstypen in Nederland, zal deze moeten worden verwijderd.

### VRAAG 3

Waarom is de biodiversiteit in Nederland relatief groot?

### Behoud van historische landschapselementen

Met iedere heg of houtwal die wordt gerooid en met iedere oneffenheid die wordt geëgaliseerd scheuren we als het ware een pagina uit ons geschiedenisboek. Of het nu een oude stroomrug in een uiterwaard betreft, een kreektrand in het zeekele gebied of een graft in het Zuid-Limburgse heuvelland. De waarde van landschappen ligt zowel in de afzonderlijke elementen, als in het patroon waarin deze zijn geordend. De uitdaging ligt in het vinden van een evenwicht tussen nieuwe ontwikkelingen in het landschap en het in stand houden van historische elementen, patronen en structuren. Gelukkig zijn er voorbeelden waar diverse betrokkenen afspraken maken over een streekeigen en regionaal gedragen aanpak voor het behoud van landschapselementen, terwijl boeren de ruimte krijgen voor het doorvoeren van bedrijfseconomische aanpassingen. Helaas zijn die voorbeelden, zoals in het Noordwest Groningse 'Het Middag-Humsterland' vooralsnog zeldzaam.

## Biodiversiteit onder druk

■ HERMAN EIJSACKERS

Een van de belangrijkste wetmatigheden in de natuur is de voortdurende onderlinge strijd. Individuen concurreren elkaar, of dat nu planten, dieren of micro-organismen zijn. Die concurrentie kan leiden tot de dood van het verliezende organisme, of tot een aanpassing van het organisme aan de situatie. Zulke aanpassingen dragen op de lange termijn bij aan verdere specialisatie van organismen en uiteindelijk een nieuwe soort. Zo ontstond in de loop van de geschiedenis van onze aarde een veelheid aan soorten. We weten niet wanneer de aarde de meeste soorten telde. Wel weten we dat die soortenrijkdom altijd onder druk heeft gestaan. Was het niet door andere soorten, dan wel door levensbedreigende omstandigheden als overstromingen en massale vulkaanuitbarstingen, die luchtverontreiniging en klimaatveranderingen veroorzaakten.

**De eerste droogmakerij in Nederland stamt uit 1533 en is de droogmaking van het 35 hectare grote Achtermeer, ten zuiden van Alkmaar. Het huidige gebouwtje huisvest nog steeds het dieselgemaal van 1913.**



De mensensoort geldt wel als de soort die een welhaast grenzeloze concurrentieactiviteit heeft uitgeoefend op andere soorten, en die deze nog steeds uitoefent. Als het over de invloed van de mens gaat, houden we in Nederland vaak het jaartal 1850 aan, het begin van de industriële revolutie. Deze verandering in de industrie en landbouw wordt gezien als de belangrijkste bedreiging van biodiversiteit. Maar als we eerlijk zijn, moeten we constateren dat mensen al veel eerder de biodiversiteit op aarde onder druk hebben gezet. Dat begon al toen de mens zijn omgeving ging veranderen om zijn eigen levensomstandigheden te verbeteren. Toen bijvoorbeeld de eerste Nederlanders in het begin van de elfde eeuw dijken begonnen aan te leggen, gingen daarmee tevens de levensomstandigheden van andere in dat moerassige laagland levende soorten achteruit. Duzenden jaren eerder deden de Egyptenaren hetzelfde in het stroomgebied van de Nijl, en de Perzen met de Eufraat en Tigris.

### Soorten gedijen in de buurt van mensen

Dat naar de hand zetten van de eigen omgeving heeft zich tot grote hoogte ontwikkeld. We zien het in veel woonwijken, die straten hebben met alleen hier en daar een boom, voor- en achtertuinten vol tegels en slechts hier en daar een bloembak. Het radioprogramma *Vroege Vogels* moet zelfs 'Stadsnatuurreservaten' propageren om duidelijk te maken dat een tuin ook kan bijdragen aan meer biodiversiteit. Gelukkig komt er de laatste jaren meer en meer erkenning voor de stad als behoeder van biodiversiteit. Dat betreft de vele parken en tuinen, de specifieke milieus die daar aanwezig zijn, zoals oude muren, en de stadsranden waar veel planten- en diersoorten zich graag vestigen. Als er geen steden waren, zouden er ook niet zo veel mussen, duiven en gierzwaluwen zijn. Een aantal soorten dat zich in de bebouwde omgeving vestigt, betreft oorspronkelijk rotsbewoners.

Al dat bouwen heeft ook bijgedragen aan meer biodiversiteit. Zo vestigen zich muurplanten op oude stadsmuren omdat die lijken op de kalkachtige rotswanden waar ze van nature voorkomen. En dijken waarvoor verschillende soorten beschermende stenen zijn gebruikt laten prachtig zien hoe algensoorten reageren op de verschillen in eigenschappen van die steensoorten. Ook blijken gezonken schepen prima reservaten voor allerlei zeedieren te zijn, net zoals de fundamenten van de in zee gebouwde windmolens.

### Meer achteruitgang dan vooruitgang

Maar dit zijn slechts enkele positieve voorbeelden van de nieuwe kansen die de industriële en chemische revolutie hebben geboden aan sommige soorten. Sinds 1850 is de concurrentiedruk van de mens ten opzichte van andere soorten met sprongen toegenomen. De ontwikkeling van meststoffen en landbouwmachines heeft ertoe geleid dat veel grotere stukken grond dan voorheen in gebruik genomen konden worden voor landbouw. Dat ging ten koste van de ruimte voor planten- en diersoorten. Bovendien intensiverde de landbouw door het gebruik van kunstmest en de intensieve bewerking van de grond. Plantensoorten die juist floreerden bij een extensieve landbouw kregen daardoor minder kansen. Dijken, dammen en vooral het wegpompen van water hebben de mogelijkheid geboden het grondwaterpeil te regelen, zodat gewassen niet verzopen op het land. Dat heeft meer dan een steentje bijgedragen aan de vermindering van de biodiversiteit in Nederland. Vooral soorten die zich juist hadden aangepast aan drassige omstandigheden zijn het slachtoffer geworden, zoals weidevogels en rietvogels en soorten uit het blauwgrasland, zoals borstelgras, moerasviooltje, zonnedauw en veenpluis. Het gebruik van bestrijdingsmiddelen, afvalstoffen van chemische bedrijven en de uitstoot van industrie en vervoersmiddelen hebben alle hun invloed op

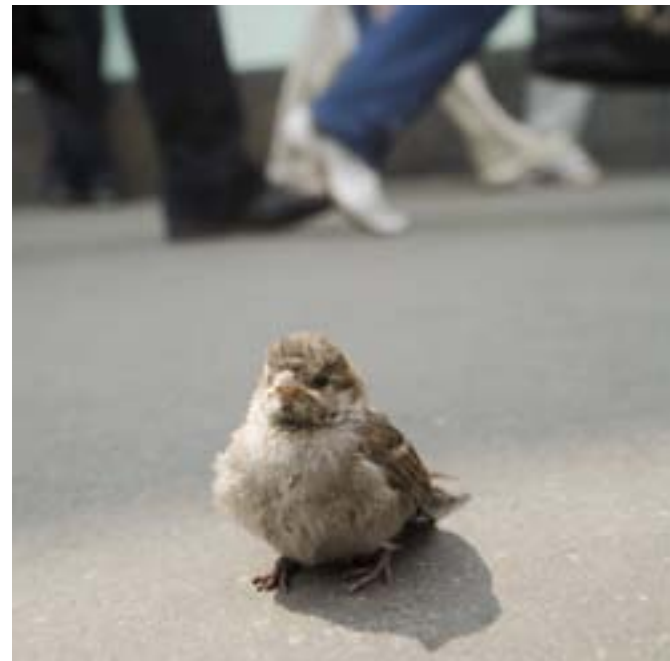
## Nederlands Soortenregister

■ ROY KLEUKERS

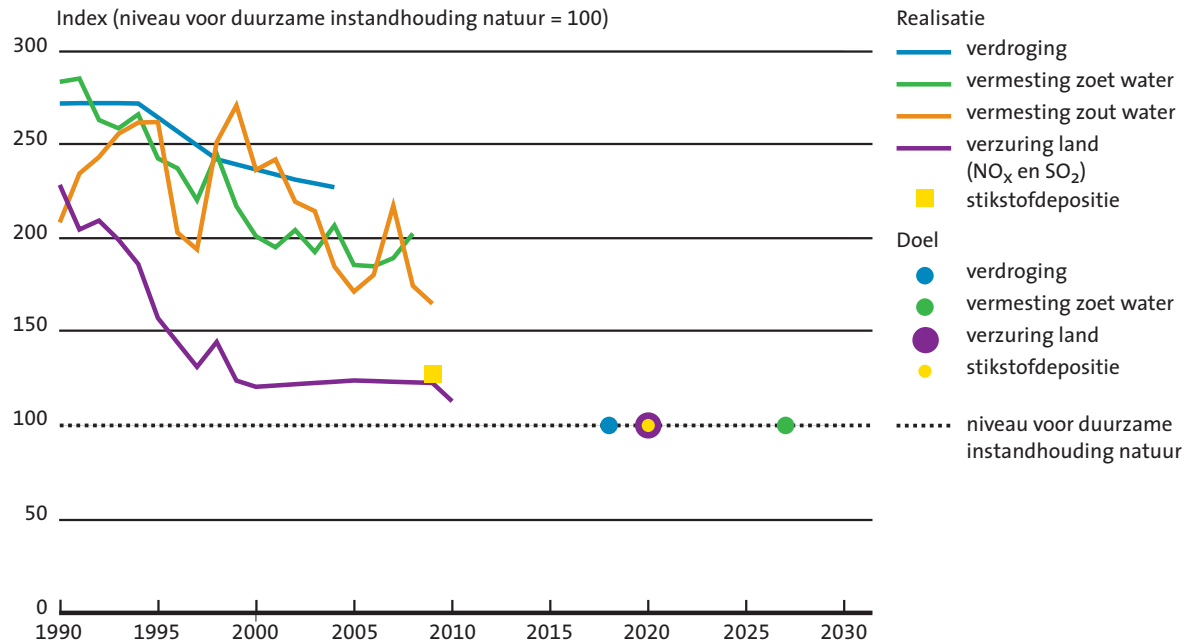
De website [www.nederlandsesoorten.nl](http://www.nederlandsesoorten.nl) bevat de complete lijst van Nederlandse meerjarige planten, dieren en schimmels. In totaal zijn er 35.578 geaccepteerde soortnamen in opgenomen. De website is een initiatief van Naturalis en EIS (*European Invertebrate Survey*) – Nederland. De inhoudelijke kennis wordt geleverd door een netwerk van meer dan honderd specialisten op het gebied van de Nederlandse flora en fauna, afkomstig uit tientallen natuurorganisaties. Het Nederlands Soortenregister is sinds 26 september 2005 online en

werd aanvankelijk vooral als taxonomische referentie gebruikt door beleidsmakers, natuurbeheerders en onderzoekers. De laatste jaren is de website aangevuld met soortinformatie en tienduizenden goedgekeurde foto's. Zo is er een uitgebreide module met informatie over exoten beschikbaar. Hiermee heeft het Nederlands Soortenregister zich ontwikkeld tot hét kennisplatform voor de Nederlandse biodiversiteit. De Nederlandse informatie wordt ook internationaal ontsloten. Maandelijks trekt de site 20.000 bezoekers.

Sommige soorten, zoals deze huismus, hebben zich uitstekend aangepast aan de activiteiten van de mens.



## Milieudruk op natuur



Effect van diverse factoren op een duurzame instandhouding van de natuur. Het streven is het niveau 100, waarbij de natuur duurzaam in stand gehouden kan worden. Voor de verzuring van het land door zwaveloxiden en stikstofoxiden is het doel bijna bereikt in Nederland, de vermindering van het effect van verdroging op de natuur heeft nog een lange weg te gaan.

daarvoor gevoelige soorten en leiden daardoor tot een daling van de biodiversiteit.

Als we de balans opmaken voor Nederland dan is de negatieve invloed van de mens vele malen groter dan de positieve bijdragen van de menselijke activiteiten. Het Natuurplanbureau geeft jaarlijks een overzicht dat niet tot vrolijkheid stemt. Vooral het teveel aan meststoffen en de verlaagde grondwaterstand beïnvloeden de biodiversiteit in ons land negatief (zie de figuren op blz. 21 en 23).

### Ecologische voetafdruk

Ook op wereldschaal staat de biodiversiteit onder druk, al hebben daar andere typen ingrepen een grotere invloed dan in Nederland. Naast de invloed van mest en andere aspecten van de landbouw, tasten de klimaatverandering, de fragmentatie van het landschap en de aanleg van infrastructuur (zoals wegen en steden) die mondiale biodiver-

siteit aan. De ecologische voetafdruk die onder andere wordt gebruikt als maat voor de beïnvloeding van de biodiversiteit bevat CO<sub>2</sub>-uitstoot (klimaat), gebruik van akkerland en grasland (landbouw), bebouwing (infrastructuur), gebruik van bos en gebruik van visgronden.

Met die meer algemene indeling scoort Nederland bij de tien slechtste landen ter wereld. Onze voetafdruk is 3,5 keer groter dan er voor alle bewoners van deze aarde gemiddeld aan hulpbronnen beschikbaar is. Voor elke wereldbewoner is dat 1,8 hectare bruikbare aarde, terwijl elke Nederlander gemiddeld 6,3 hectare nodig heeft (zie grafiek blz. 24). De gemiddelde voetafdruk van een aardbewoner is 2,7 hectare. Dat betekent dat we nu al een extra halve aarde nodig hebben om de wereldbevolking duurzaam te kunnen laten leven, dus zonder een enorme aanslag op het milieu, de biodiversiteit en eindige hulpbron-

nen. Inwoners van Qatar, die met een voetafdruk van bijna 12 hectare bovenaan staan, hebben een zeer verkwistende levensstijl, de mensen in de bezette Palestijnse gebieden, die onder aan de lijst prijken, komen nog niet eens toe aan een halve hectare. Nederland staat op plek 9 omdat we naast een ruim huis auto's hebben, die veel wegen en brandstof vragen. Bovendien hebben we een voedingspakket dat voor een niet gering deel wordt ingevlogen of ingevaren vanuit andere delen van de wereld.

### Internationaal gecoördineerde actie

Valt er nog wel iets te doen tegen de aantasting van de biodiversiteit? Jazeker, is het antwoord. Bijvoorbeeld als we ons meer bewust zouden zijn van de consequenties van onze levensstandaard. Wie bijvoorbeeld bedenkt hoe goedkoop vlees is, dat ook nog van goede kwaliteit is, begrijpt dat het een illusie is te denken dat dit vlees afkomstig kan zijn van veehouderijsystemen met minimale milieueffecten en maximaal welzijn voor de dieren. Er zijn dan ook beleidsveranderingen

## Natuur in de stad

Makers van natuurfilms hoeven niet per se naar natuurparken en verre ongerepte gebieden. Ze kunnen ook terecht in steden. In Nederland zijn al diverse series op de televisie geweest over de natuur in de stad en de stadsecologie die haar in kaart brengen en koesteren met passende maatregelen. Want de stedelijke omgeving is inmiddels een geliefde plek voor veel planten en dieren. Al in de jaren '90 schreef de toenmalige Amsterdamse stadsecoloog Martin Melchers een boek over de eigenaardige natuur in de hoofdstad: *Haring in 't IJ*. Niemand kijkt meer op van een reiger die langs een Amsterdamse gracht op het dak van een auto op een hapje

staat te wachten, of van ringslangen die broeden in de afvalhopen van de grootstedelijke volkstuinjtes. Zelfs vossen zijn in het Westerpark gesignaleerd. Ruim zestig soorten vissen zwemmen rond in de havens en grachten, en diverse soorten krabben en kreeften kruipen over de bodem, sommige meegekomen uit verre oorden als verstekeling op een schip of ontsnapt uit een restaurant hebben in de stad een nieuw thuis gevonden. Inmiddels hebben meer Nederlandse steden een stadsecoloog in dienst en komen er steeds meer voorbeelden van, soms zeldzame, natuur die welig tiert binnen de stedelijke gemeentegrenzen, ook dankzij specifieke

beheersmaatregelen. Zo neemt de ooit zo talrijke, maar op sommige plaatsen gedecimeerde huismus weer in aantallen toe. Door renovaties en nieuwbouw in bijvoorbeeld delen van Amsterdam zijn in de afgelopen decennia heel wat broeden rustplaatsen verdwenen. Maar in Almere is bij de stadsontwikkeling rekening gehouden met veel groen en het

aanbrengen van holtes onder dakpannen, wat het nestelen van huismussen, maar ook van zwaluwen bevordert. Stadsbewoners kunnen zelf ook maatregelen nemen: zet liever een heg om je tuin dan een schutting, en hang wat nestkastjes op. Het uitsterven van de kuifleeuwerik zal daarmee niet meer te voorkomen zijn, maar merels en mussen zijn er blij mee.

→ **Steden bevatten meer natuur dan velen denken. Hier is een vos opgerukt naar de buitenwijken van de stad.**

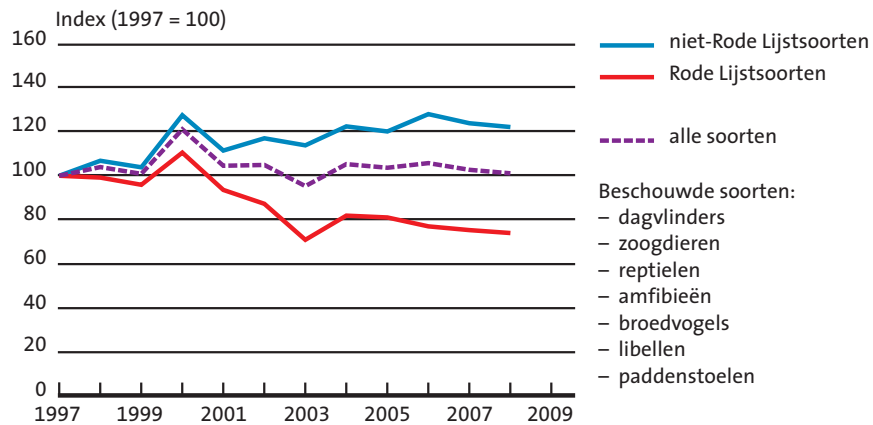




Om de stikstofvervuiling door mest terug te dringen, mogen boeren hun mest niet meer uitrijden op het land, maar moeten ze deze in de bodem injecteren.



### Populatieomvang soorten

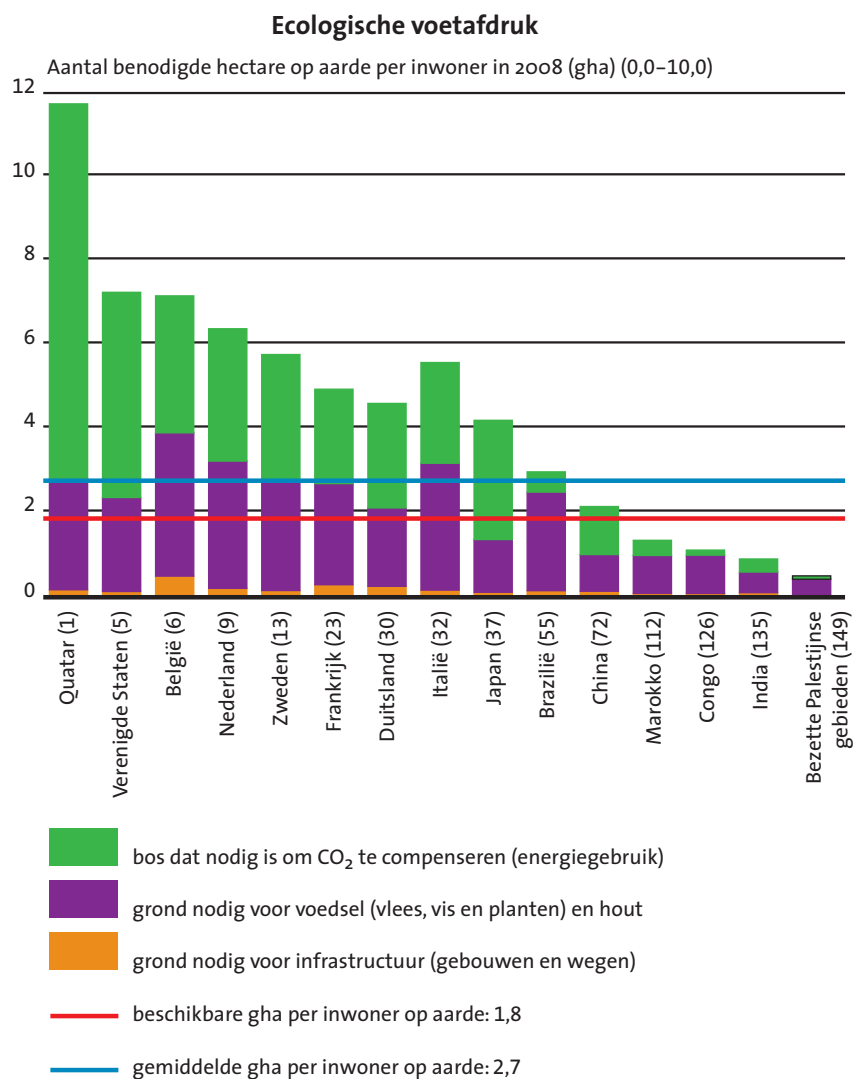


De ontwikkeling van de omvang van diverse soorten. Sinds 1997 is de omvang van het aantal individuen van alle soorten in Nederland ongeveer gelijk gebleven (niveau 100). Het aantal planten en dieren van de meer zeldzame soorten (de Rode Lijstsoorten) is sindsdien echter afgenomen, dat van de minder zeldzame soorten is juist gestegen.

nodig, gebaseerd op maatschappelijke en politieke keuzes. Dat er iets te doen is aan de verbetering van natuur en milieu bewijzen de voorbeelden van twee milieuproblemen van enkele decennia geleden: de zure regen door de uitstoot van stikstof- en zwaveloxiden door fabrieken en vervoer, en de aantasting van de ozonlaag door drijfgassen

in spuitbussen en koelmiddelen. Beide problemen strekten zich over vele landen en zeer grote gebieden uit, zodat lokale oplossingen niet veel zouden helpen. In beide gevallen kon het probleem bij de bron worden aangepakt: door drijfgassen in spuitbussen te verbieden en door de uitstoot van stikstof- en zwaveloxiden aan banden te leggen. Een

**Ecologische voetafdruk voor diverse landen in 2008. Het Wereld Natuur Fonds heeft uitgerekend welk beslag de gemiddelde inwoner van elk land legt op de beschikbare bronnen op aarde. Die voetafdruk is weergegeven in benodigde hectaren aarde (land en water), global hectare (gha) genoemd. Nederland behoort met 6,31 gha tot de top tien van landen die het meeste beslag leggen op aarde. Qatar staat met 11,64 gha op de eerste plaats, de bezette Palestijnse gebieden op de laatste plaats met 0,44 gha. Het gemiddelde aantal gha per wereldburger is 2,7, terwijl voor iedere aardbewoner 1,8 gha beschikbaar is. Feitelijk is nu al anderhalf keer het nuttige oppervlak van de aarde nodig om te kunnen voldoen aan de behoefte aan ruimte voor iedereen. CO<sub>2</sub> is het aantal hectare bos dat nodig is om de CO<sub>2</sub> afkomstig van de energieconsumptie te compenseren.**



Bron: Living Planet Report, Wereld Natuur Fonds. WWF/ZSL/GFN

internationale aanpak heeft geleid tot het oplossen van deze milieuproblemen, al blijven er landen die hun prioriteiten anders leggen, zoals China.

In Nederland is vooral ook zwaar ingezet op het probleem van de uitstoot van stikstof. Depositie van stikstof op de bodem, zoals door het uitrijden van mest, maakt de grond vruchtbaarder, wat vooral nadelig is voor planten die zijn gespecialiseerd in groeien op schrale grond. De afgelopen decennia is er duidelijk minder uitstoot van stikstof naar de lucht en het oppervlaktewater opgetreden, maar nog steeds is de depositie te hoog om de vele plantensoorten die juist floreren bij lage stikstofniveaus de mogelijkheid te geven zich te herstellen. Door te kiezen voor een land- en tuinbouw en een veeteelt die de nadruk leggen op goede milieuumstandigheden zou in Nederland nog veel gewonnen kunnen worden.

### **Fraai ogende iconen**

Het is niet altijd duidelijk dat de biodiversiteit onder druk staat, zeker niet bij een breed publiek. De meeste mensen hebben weinig belangstelling voor het verdwijnen van bodembacteriën, platwormen, slijmzwammen, distels of brandnetelsoorten. De aaibaarheidsfactor of icoonfunctie van een organisme moet groot zijn, wil het publiek geraakt worden door het verdwijnen ervan. Panda's, korenwolven en zeehonden zijn daarvan voorbeelden. Ook grutto's hebben een icoonfunctie als het gaat om het verdwijnende weiland. Omdat de grutto tot de 'algemeen voorkomende' soorten behoort en gevoelig is voor de veranderingen in weidebeheer, is deze vogel inderdaad een geschikte modelsoort. Maar de zeehond, die wordt geafficheerd als dé modelsoort voor de Waddenzee, is dat niet. Als deze zou verdwijnen, verandert er niets wezenlijks aan de samenstelling van het totaal der soorten in de Waddenzee. Bovendien zijn zeehonden niet gevoelig voor veel van de factoren die voor andere Waddensoorten wel nadelig zijn, zoals bevissing



en vertroebeling van het water. Het verdwijnen van bepaalde algen, mosselen en zeegrassen is een veel belangrijker indicator voor de achteruitgang van het Wad dan de grootogige zeehond.

Naast al die fraai gekleurde, bevederde en bevachte soorten zijn er nog veel meer zeer belangrijke soorten die onbekend en onbemind zijn. Er zijn slechts weinig mensen die zich druk maken om deze vrijwel onzichtbare organismen, zoals schimmels en bacteriën, zonder welke het gehele ecosysteem in de bodem stil zou komen te staan. Maar ook grotere soorten als pissebedden en regenwormen die hier een onontbeerlijke rol vervullen, ontberen een actiegroep. Daarom zou het goed zijn als we ter bescherming van de biodiversiteit in Nederland niet alleen kijken naar de fraai ogende organismen, maar ook naar de functioneel belangrijke soorten.

**Er zijn meer mensen die zich druk maken om het verdwijnen van aaibare dieren als zeehonden en pandaberen, dan om minder aaibare soorten als pissebedden en regenwormen.**

# Microbiële diversiteit

■ HANS VAN VEEN

**W**E LEVEN in een microbiële wereld. Deze planeet is levensvatbaar gemaakt door micro-organismen en wordt daardoor ook leefbaar gehouden door micro-organismen. Zij waren gedurende miljarden jaren zelfs de enige bewoners van de aarde. Het aantal micro-organismen is onvoorstelbaar groot, een schatting is dat er meer dan  $10^{30}$  bacteriën op aarde zijn; veel meer dan de hoogste schatting van het aantal sterren in het heelal. Om iets van de aantallen en diversiteit van micro-organismen te kunnen begrijpen, moet je je realiseren dat in één gram grond evenveel bacteriën zitten als er mensen op aarde leven, dat diezelfde gram grond meer dan 10.000 verschillende soorten bacteriën bevat en dat er 10 keer meer bacteriën op en in het menselijk lichaam zitten dan er lichaamscellen zijn.

Er zijn niet alleen onvoorstelbaar veel micro-organismen, de meerderheid is ook nog onbekend. Van alle in de darm levende bacteriën is ongeveer 30 procent ooit geïsoleerd en bestudeerd, van alle in de bodem levende bacteriën nog geen 1 procent. Dat weten we, omdat we onder de microscoop wel alle bacteriën kunnen zien door het kleuren van het DNA en de eiwitten die in de cel aanwezig zijn, en dat kunnen vergelijken met de aantallen die ooit geïsoleerd zijn. Maar we kunnen niet zien welke bacteriën er zijn, omdat bacteriën slechts 10 tot 20 verschillende vormen kunnen hebben en er miljoenen soorten zijn. Om toch een inzicht te krijgen in welke bacteriën er zijn en wat ze doen, maken we gebruik van het DNA en andere componenten die we uit de cellen kunnen isoleren en

verder bestuderen. Op deze manier weten we dat we zelfs van de meest voorkomende bacteriën nog nauwelijks iets weten. Bijvoorbeeld de soort *Acidobacterium* maakt in sommige bodems meer dan 30 procent van de totale populatie aan bacteriën uit. Toch zijn er pas enkele *Acidobacteria* geïsoleerd en in het laboratorium bestudeerd. Het is alsof we niets van vogels zouden weten. We zien ze wel, we kennen een paar mussen, maar voor de rest weten we er niets van. Dat is onvoorstelbaar, maar het is wel de situatie in de microbiële wereld.

## Metagenomics

Hoe kom je er achter hoeveel soorten bacteriën er in een bodem zitten? Dat is lange tijd een groot probleem geweest, en een reden waardoor bacteriën onderbelicht zijn gebleven bij het bepalen van de soortenrijkdom op aarde en het belang van biodiversiteit. De laatste 10 jaar is het echter mogelijk geworden gedetailleerd inzicht te krijgen in de microbiële wereld. Het sleutelwoord daarvoor was: DNA. Hoewel bacteriën geen celkern hebben, bevatten ze wel DNA. En het DNA van de ene bacteriesoort is anders dan dat van de andere.

De techniek is eenvoudig: neem een bodemonster, isoleer het DNA uit alle bodembacteriën en analyseer dat. Aanvankelijk werden delen van het geïsoleerde DNA vergeleken met bekende stukjes DNA uit bekende bacteriën. Zo konden de meest voorkomende bacteriën worden herkend. Later, toen de analysetechnieken sneller en nauwkeuriger werden, kon het totale DNA van een hele microbiële gemeenschap onder de loep worden genomen. Deze aanpak beschouwt een ecosysteem

Compost bevat onwaarschijnlijk veel bacteriën. Zoveel dat compost gaat roken van de warmte die deze bacteriën ontwikkelen.



als één super- of meta-organisme. Deze benadering wordt daarom *metagenomics* genoemd.

Via slimme technieken worden in stukken geknipte delen van dat metagenoom in bacteriën gezet, gekloneerd, opgekweekt en geanalyseerd. Zo ontstaat een verzameling bacteriën die elk een stukje DNA hebben uit de genenpoel van het onderzochte bodemonmonster. Men noemt dat

een *metagenomische bank*. Die bacteriën kunnen worden getest. Bijvoorbeeld op hun vermogen bepaalde antibiotica te overleven of chemische stoffen om te zetten. Zo zijn biochemische processen ontdekt waarvan onderzoekers het bestaan niet kenden, of waarvan ze niet wisten dat ook bacteriën ze konden uitvoeren. Zo vonden onderzoekers in één fragment van een metagenoom uit een oceaanmonster de DNA-sequentie van het lichtgevoelige eiwit *rhodopsine*, dat tot dan toe nog nooit in bacteriën was aangetroffen. Zij ontdekten ook de ervoor verantwoordelijke bacteriesoort, die overvloedig voorkomt in de oceaan. Zo toonden zij het bestaan aan van een nieuw mechanisme voor het vergaren en opslaan van energie in de oceaan.

Bij een andere techniek, waarbij het DNA van het metagenoom niet eerst wordt gekloneerd, maar zeer snel en zeer goedkoop rechtstreeks wordt uitgelezen (*gesequenced*), kunnen onderzoekers direct aan het DNA zien met welke bacteriesoorten ze te maken hebben. Zulke technieken genereren een onvoorstelbaar grote hoeveelheid gegevens. Het opslaan en analyseren daarvan vereisen niet alleen specialistische kennis, maar ook veel rekenkracht en opslagcapaciteit van computers. Omdat de analyse dikwijls honderduizenden elkaar overlappende kleine fragmenten behelst, is het een enorme puzzel voordat er ten slotte een beeld uit het metagenoom tevoorschijn komt. Deze fascinerende benaderingen maken het mogelijk de microbiële wereld en dus de diversiteit van onze biosfeer beter te leren kennen.

#### ANTWOORD 1

Dat is onbekend. Waarschijnlijk niet door de mens, omdat mammoeten feitelijk te groot waren voor mensen om op te jagen.

#### ANTWOORD 2

Vooraf doordat er nieuwe soorten worden gevonden door onderzoekers en vrijwilligers die de natuur bestuderen.

#### ANTWOORD 3

Nederland ligt in een delta van grote rivieren. Daardoor is het landschap afwisselend en zijn er veel overgangen, zoals tussen zout en zoet water, en tussen droge en natte grond.



**Er zijn minstens twaalf miljoen, misschien wel tachtig miljoen soorten op aarde. Is het wel de moeite waard die allemaal te beschermen? Kunnen we niet toe met wat minder?**

# Tachtig miljoen soorten beschermen

**O**M AL die miljoenen soorten op aarde te beschermen zouden draconische maatregelen nodig zijn. En dan nog is het onhaalbaar. Is het behoud van de biodiversiteit een morele plicht ten opzichte van onze bescheiden plaats in het universum, verrijken we ons leven ermee, of is het zonde van de inspanningen? Wie zijn wij om voorgoed te vernietigen wat zich in miljoenen, zelfs miljarden jaren heeft gevormd? Maar ook: wie zijn wij om andere wereldburgers die haast omkomen van de honger te dwingen tot natuurbehoud? Biodiversiteit als luxe of als noodzaak?

## Biodiversiteit als lust

■ HANNEKE MUILWIJK

Een blauwe vinvis weegt ongeveer 150 ton en is daarmee het grootste en zwaarste dier op aarde. De tong van de vinvis weegt alleen al 3000 kilo, zoveel als een Indische olifant. Deze reus eet een van de kleinste diertjes op aarde: plankton, dat maar 1 cm groot is. Toch maken de vinvis en het plankton deel uit van hetzelfde ecosysteem en zijn ze van elkaar afhankelijk. Veel mensen vinden dit prachtig; of ze nu meegaan met een walvisexcursie, naar *Planet*

*Earth* op televisie kijken, of alleen maar over de blauwe vinvis lezen. Ze genieten van de natuur en de biodiversiteit die daar te vinden is. Maar is dat ook een reden om biodiversiteit te beschermen? Waarom vinden mensen biodiversiteit belangrijk? En moet je de biodiversiteit ook beschermen als deze niet direct nuttig voor mensen is?

### Waarde

Als mensen iets belangrijk vinden, zeggen ze dat dit waarde heeft. Waarde is dus de eigenschap van een ding, die je vertelt welke betekenis het heeft. Maar welke waarde? Daarvoor zijn verschillende definities en zij worden op verschillende manieren ingevuld. Een nieuwe fiets is bijvoorbeeld 900 euro waard. Zo'n geldwaarde maakt het mogelijk de fiets te vergelijken met andere fietsen, of met een computerspel: de fiets is 18 computerspeltjes van 50 euro waard. Geld is niet de enige manier om waarde uit te drukken. Een fiets is ook een manier om je sneller te verplaatsen, zonder afhankelijk te zijn van iemand met een rijbewijs. In dat geval is de waarde van een fiets: de 'vrijheid om te gaan waar ik wil' of 'nodig om me snel te verplaatsen'. De waarden die bij deze betekenissen horen, zijn vrijheid en instrumentele waarde. Instrumentele waarde betekent dat iets belangrijk voor ons is,



**Hoeveel is de natuur waard als deze geen nut voor de mens heeft?**

omdat het nuttig is. Geld is een goed voorbeeld van iets wat instrumentele waarde heeft. Geld is goed of waardevol, omdat het tot goede dingen leidt. Je kunt er namelijk dingen mee kopen die je helpen te overleven, of die je plezier en geluk geven. Geld is dus een instrument in het bereiken van het goede, en daarmee van instrumentele waarde.

Ook aan biodiversiteit kunnen verschillende soorten waarde worden toegekend als reden om haar te beschermen. Zoals een instrumentele waarde. In de westerse geschiedenis is de natuur, en daarmee biodiversiteit vooral gezien als iets voor de mens om te gebruiken. Dat geldt ook voor dieren. Maar als bepaalde ecosystemen of soorten geen enkel nut hebben voor mensen, kunnen we die dan vernietigen of laten uitsterven?

### **Emmen en Nelson Mandela**

Veel mensen noemen de intrinsieke waarde van planten en dieren als reden de biodiversiteit te beschermen. De korte definitie van intrinsieke waarde is: het tegenovergestelde van instrumentele waarde. Het is de waarde die een ding heeft

omwille van zichzelf, dus zonder dat het jou ten goede komt. Zoals een vriend die je waardeert omwille van hemzelf, niet om er profijt van te trekken. Zo is het ook met natuur en milieu, bedachten in de vorige eeuw, toen bleek dat deze onder druk stonden. Als de natuur omwille van zichzelf waarde heeft, voorkom je dat zij aan het kortste eind trekt bij een conflict met menselijke belangen. De integriteit, stabiliteit en de schoonheid van een ecosysteem zijn zo belangrijk dat men ze niet mag vernietigen. Ze hebben intrinsieke waarde. 'Intrinsieke waarde betekent dat we niet veroveraars van de natuur zijn, maar medeburgers van de aarde, samen met alle andere planten en dieren,' zegt dr. Jozef Keulartz, toegepast filosoof van Wageningen UR.

Je kunt ook zeggen dat diversiteit zelf waarde heeft. De gigantische verscheidenheid aan soorten en ecosystemen is een vorm van rijkdom. Als een soort uitsterft, verdwijnt er een manier van leven en een perspectief op de wereld dat nooit meer terugkomt, vindt dr. Martin Drenthen van de Radboud Universiteit, die dit vergelijkt met het verdwijnen van de Drentse plaats Emmen uit Nederland. Als Emmen verdwijnt, zal er een manier van leven verdwijnen, namelijk 'leven als een Emmenaar'. 'Voor mij persoonlijk is dat misschien niet zo erg, omdat ik nog nooit in Emmen ben geweest. Ook vind ik Emmen niet heel bijzonder. Maar dat betekent niet dat ik niet het belang van Emmen kan erkennen, ook al ligt dit buiten mijn directe persoonlijke ervaring. Zo ken ik Nelson Mandela niet persoonlijk, toch vind ik hem een belangrijke persoon. De waarde en betekenis van Mandela of Emmen zijn misschien niet direct aan mijn persoonlijke beleving gekoppeld, maar ik kan wel het belang van beiden erkennen.'

De waarde van diversiteit geldt voor planten en dieren, maar ook voor bijvoorbeeld talen en culturen. De mens mag al die verschillen niet zomaar weggooien of kapot maken. Doodzonde als we





**De definitie van natuur is lastig. Zijn deze plantjes tussen straatklinkers ook natuur?**

alleen nog maar MacDonaldis en PizzaHut hebben en geen lokale gerechten meer. Mensen waarderen variatie. Dat is een reden om biodiversiteit te beschermen: de waarde van diversiteit.

### **Schoonheid en wildheid**

Een derde reden om biodiversiteit te beschermen is: schoonheid of esthetische waarde. Veel mensen vinden de natuur mooi. Maar wat dan precies? Uit onderzoek van de Amerikaanse Yale University blijkt dat Amerikanen een savanneachtig landschap het mooist vinden. Afwisselend bomen, struiken en open stukken, daar voelen ze zich het prettigst bij. Misschien wel

omdat de mens ooit in Afrika in zo'n landschap geëvolueerd is. 'Een landschap moet een beetje mysterieus zijn om mooi te wezen. Je moet niet alles in één oogopslag kunnen zien,' stelt Keulartz.

---

**De waarde van diversiteit geldt voor planten en dieren, maar ook voor bijvoorbeeld talen en culturen**

'Een monocultuur, zoals een veld met alleen maar aardappelen, wordt overwegend niet mooi gevonden. Tegelijkertijd moet een landschap voor een deel ook bekend of vertrouwd zijn.' Voor de biodiversiteit heeft deze visie weinig consequenties. Een landschap kan ook mooi zijn zonder het maximale aantal soorten. Maar er is wel een ondergrens om niet te vervallen tot een monocultuur. Sommige mensen zeggen dat ze wilde natuur belangrijk vinden. Bedoelen ze dat de natuur onaangeroerd, oorspronkelijk, zonder menselijke sporen moet zijn? Dan verliest de natuur automatisch haar morele waarde. Want iets kan alleen maar waarde of een betekenis hebben als het iets met jou te maken heeft, en hoe kan dat als het ongerept, misschien zelfs onbekend is? Dat maakt wildheid een lastig begrip.

Drenthen denkt dat alle aandacht voor biodiversiteit geen handige strategie is om de natuur te beschermen. 'Het is een erg technisch begrip, maar tegelijkertijd ook een moreel begrip geworden. Dat scheidt verwarring en het leidt af. Soortenrijkdom heeft zeker waarde, maar in de discussie van vandaag worden verschillende betekenissen van biodiversiteit met elkaar verward.'

### **Verdwijnen van biodiversiteit is geen drama**

Niet iedereen vindt biodiversiteit het beschermen waard. Filosoof Bas Haring, bijzonder hoogleraar Publiek Begrip van Wetenschap aan de Universiteit Leiden, bijvoorbeeld. Haring schreef het boek *Plastic Panda's*, waarin hij stelt dat het verdwijnen van biodiversiteit helemaal niet zo'n grote ramp is. 'Het verdwijnen van biodiversiteit is een logisch gevolg van onze huidige wereld. Biodiversiteit ontstaat door versnippering, maar de mens verbindt al die plekken met elkaar. Dus de biodiversiteit verdwijnt. Is dat erg? Ik vind van niet. Het gebeurt, en dat vind ik neutraal of hooguit jammer.' Of het erg is dat biodiversiteit verdwijnt, hangt natuurlijk af van je waarden. Haring meent dat iets alleen

## De dieren- tuin als oplossing

■ HANNEKE MUILWIJK

Als we soorten willen redden van uitsterven, lijkt een dierentuin een goede oplossing: alle soorten netjes bij elkaar, menselijke en medische hulp beschikbaar om te overleven en het kost weinig ruimte. Een perfecte oplossing om de biodiversiteit te beschermen? Dierentuinen zijn inderdaad een schakel in natuurbeschermingsprogramma's. Ze proberen zich meer en meer te richten op de dieren uit de eigen, lokale natuur en kunnen zo samenwerken met wildparken waar de dieren leven zoals ze altijd doen. Toch zijn er wel problemen. Allereerst omdat biodiversiteit niet alleen uit soorten

bestaat. Het beschermen van soorten in een dierentuin is geen oplossing voor het verdwijnen van ecosystemen of genetische diversiteit. Bovendien worden dieren in de dierentuin tam en zijn ze dus heel kwetsbaar voor roofdieren als ze worden teruggeplaatst in de natuur. Daarnaast kun je je afvragen of er niet iets wezenlijks verloren gaat als dieren alleen nog in dierentuinen leven.

Veel mensen vinden een roofvogel in de dierentuin iets triests hebben; die hoort als een machtig dier hoog in de lucht te zweven. Dat mis je in de dierentuin. Tenslotte waarderen mensen echtheid. Stel je voor dat



**Waarom zou je planten en dieren in het wild behouden als je ze veel beter kunt zien in een dierentuin?**

je in de bergen aan het wandelen bent en je ziet een grote adelaar vliegen. Het is een prachtig gezicht, je geniet ervan. Als je terug bent bij je reisorganisatie tamme adelaars daar speciaal

laat vliegen voor toeristen. Ben je dan teleurgesteld? Als dat inderdaad zo is, dan is een dierentuin als vervanging nooit een oplossing voor het beschermen van biodiversiteit.

waarde kan hebben als een mens dat ergens aan toekent. Dus een cactus is alleen van waarde als jij of ik die cactus leuk vinden. Alleen mensen kunnen dus iets waardevol vinden. 'Als mensen het hebben over intrinsieke waarde, dan vind ik dat onbegrijpelijk. Ik geloof niet dat intrinsieke waarde bestaat.' Haring staat hiermee in een lange traditie van filosofen die menen dat alle waarde die mensen ergens aan toekennen de projectie is van hun eigen gevoel op dat ding.

In Plastic Panda's schrijft Haring iets soortgelijks: 'Wat uiteindelijk, uiteindelijk, uiteindelijk van waarde is, is goed in je vel zitten.' Deze stelling

houdt in dat dingen zonder gevoel, zoals planten, geen waarde in zichzelf hebben. Mensen, of bijvoorbeeld ook varkens in de bio-industrie kunnen wel goed in hun vel zitten. Die ervaring telt, en dat geeft hen waarde. Maar voor soorten of ecosystemen geldt dat niet. Daarom gelooft Haring niet in intrinsieke waarde.

### Lelijke natuur

Hoe zit het met de andere waarden? Haring twijfelt. Dat mensen een zekere variatie waarderen, is wel een reden om de biodiversiteit te beschermen. Als veel mensen die belangrijk, mooi

### VRAAG 1

Is, volgens filosoof Haring lelijke natuur het beschermen waard en waarom?

of leuk vinden, wil je die beschermen. Maar, zegt hij, 'dat betekent nog niet dat je ook de biodiversiteit wil beschermen. Biodiversiteit is namelijk een nogal technisch begrip van wetenschappers. Het is een wiskundige maat voor variatie.' In zijn boek betoogt Haring dat ook het begrip 'soort' een verzonnen, menselijk begrip is. Als een soort verdwijnt, verdwijnt er dus feitelijk alleen een verzonnen categorie. En dat vindt hij niet zo erg. 'Er zijn grotere problemen. Ik denk dat er geen ramp gebeurt als het uitsterven van soorten doorgaat. Bij te veel afname van biodiversiteit wordt de natuur instabiel, maar daar merken we in Nederland weinig van. Op eilanden en in het regenwoud verandert wel veel; daar verdwijnen unieke soorten en er komen gewone soorten voor terug. Dat is geen drama. Of eigenlijk, er is geen wetenschappelijk bewijs voor zo'n drama.'

Haring ziet esthetische waarde of wildheid ook wel als reden om de natuur te beschermen. 'Ik zou wel de menselijke interpretatie van de kwaliteit van de natuur willen beschermen. Niet soorten.' Natuur die door mensen mooi wordt gevonden is wel het beschermen waard. Voor lelijke natuur geldt dat niet. En als mensen aangetrokken worden door wilde natuur, dan kan daar ook ruimte voor zijn. Wat Haring betreft, ziet de wereld er in de



**Sommigen menen dat alleen ongerepte natuur de moeite van het behoeden waard is, zoals dit Tibetaans landschap.**

toekomst uit als een groot park. De mens heeft de controle en heeft op sommige plekken de natuur zelfs verbeterd. Toch blijft de natuur altijd een beetje wild: dan groeit er zomaar gras tussen de stoeptegels.

**Dieren bezitten een waarde van zichzelf. Maar hoe groot is de intrinsieke waarde van deze duizendpoot?**

Dit artikel is gebaseerd op interviews met drie filosofen: dr. Martin Drenthen, Universitair Hoofd-docent Filosofie, afdeling Filosofie en Wetenschapstudie en het Centrum voor Genomics en Samenleving van de Radboud Universiteit Nijmegen; prof. dr. Bas Haring, hoogleraar Public Understanding of Science aan de Universiteit Leiden en publicist; en prof. dr. Jozef Keulartz, bijzonder hoogleraar Duurzaamheid & Levensbeschouwing aan de Radboud Universiteit Nijmegen en toegepast filosoof bij Wageningen UR.



## Een wetenschappelijk begrip met verborgen idealen

■ ESTHER TURNHOUT

Het begrip biodiversiteit is relatief jong. Het stamt uit 1985, toen het probleem van het uitsterven van soorten in de belangstelling kwam. Rond die tijd kwamen cijfers beschikbaar over de toenemende snelheid waarmee soorten uitsterven, vergezeld van een veelheid aan argumenten waarom dit een probleem is. Niet alleen vanwege de economische en maatschappelijke waarde van biodiversiteit, ook speelde de ethische vraag of soorten een intrinsiek recht op bestaan hebben. Toen ook ontstond de wetenschappelijke discipline *conservation biology*, de natuurbeschermingsbiologie, een subdiscipline van de ecologie. Wetenschappers gingen zich bezighouden met het in kaart brengen van de problemen rond biodiversiteit, het ontwerpen van oplossingen voor de duurzame instandhouding

Is het de variatie aan soorten of de schoonheid die het de moeite waard maakt dit stukje natuur te behouden?



van biodiversiteit, en het onder de aandacht brengen hiervan bij beheerders, beleidsmakers en politici. Het produceren van kennis over biodiversiteit is dus vanaf het begin onlosmakelijk verbonden geweest met het ideaal van de duurzame instandhouding van biodiversiteit.

Voordat het begrip biodiversiteit in zwang kwam, gebruikte men termen als ‘natuur’, ‘bedreigde soorten’ en ‘wildernis’ om vergelijkbare begrippen aan te geven. Het woord biodiversiteit is een samentrekking van biologische diversiteit. Het was bedoeld als een verkorte schrijfwijze voor de stukken voor een congres over het thema, maar bleef al snel hangen. Door het begrip ‘logisch’ weg te halen uit een wetenschappelijk concept ontstond ruimte voor emotie en waarden. Daarmee werd biodiversiteit een concept waarin zowel wetenschappelijke als maatschappelijke waardering en betekenis besloten liggen. Dit paste uitstekend bij het missiegedreven karakter van de wetenschappelijke discipline *conservation biology*, waarbinnen het begrip zou worden gehanteerd.

### Biodiversiteit bestaat niet

Tot nu toe is het niet gelukt tot één sluitende en geaccepteerde definitie van biodiversiteit te komen. De definitie die in 1992 is vastgesteld op de *Earth Summit* in Rio de Janeiro is enorm breed en omvat de totale diversiteit van al het leven op aarde. De diversiteit van alle organismen die op de grond en in het water leven, zowel binnen soorten als tussen soorten, en van diverse ecosystemen. Bovendien weten we niet eens hoeveel soorten, ecosystemen en genen er op aarde bestaan. Het gevolg daarvan is dat als je iets praktisch wilt doen met biodiversiteit, zoals het beschermen, beheren of meten, je altijd te maken hebt met een selectief en incompleet deel van de biodiversiteit. Het begrip wordt dus selectief gebruikt. Bovendien liggen aan de keuze van wat we onder biodiversiteit verstaan en hoe we het indelen en meten



Hoe zou je deze vitrine in het Natuurhistorisch Museum in Londen ordenen? Op het tekstbord staat: 'Sorteren in groepen. Er zijn verschillende manieren om dingen te ordenen. Hoewel het ene classificatiesysteem niet per se meer of minder correct is dan het andere, zijn sommige wel bruikbaar dan andere. Zou jij deze voorwerpen sorteren aan de hand van ouderdom? Vorm? Kleur? Schoonheid? Waarde?'

ordering en classificatie. Een wetenschapper in een natuurgebied zal de veelheid aan vormen en kleuren om hem heen willen omzetten in een geordend overzicht van wat is aangetroffen. Dit omzetten van chaos en complexiteit in ordening gaat niet vanzelf. De natuur vertelt niet zelf uit wat voor soort categorieën zij bestaat en hoe die zijn te herkennen. Classificatiesystemen zijn niet waar of onwaar, maar een product van een bepaalde wetenschappelijke en maatschappelijke context. Een goed classificatiesysteem is door mensen ontworpen en toont niet zomaar willekeurige eigenschappen en verschillen, maar reflecteert specifieke categorieën en eigenschappen die relevant worden geacht voor bepaalde doeleinden. Een illustratie daarvan is (zie de illustratie op deze bladzijde).

Voor de vitrine kunnen diverse classificatiesystemen gehanteerd worden. Afhankelijk van de gekozen criteria (bijvoorbeeld vorm, kleur, grootte, functie) ontstaan verschillende indelingen waarbij bepaalde voorwerpen soms wel en soms niet bij elkaar horen. De classificatie van biodiversiteit kent een vergelijkbare dynamiek. Verschillende systemen van ordening vormen de reflectie van een specifieke maatschappelijke en wetenschappelijke context. Recent is bijvoorbeeld de hele indeling van het planten- en dierenrijk veranderd op basis van inzichten over hun DNA. Planten en dieren die eerst bij elkaar hoorden, of veel op elkaar leken, zijn uit elkaar gehaald, terwijl planten en dieren waarvan we eerst dachten dat ze niets met elkaar te maken hadden nu worden gezien als nauw verwante

veronderstellingen en aannames ten grondslag die te maken hebben met de verschillende idealen die we nastreven in die praktijk van beschermen, beheren of meten. Van altijd al geliefde diergroepen, zoals vogels, is bijvoorbeeld veel meer kennis over taxonomie, ecologie en bescherming dan van pissebedden.

### De ordening van biodiversiteit

Wetenschappelijke activiteiten rond biodiversiteit hebben in belangrijke mate betrekking op

familieleden. De nieuwe indeling op basis van DNA is niet dichter bij de werkelijkheid dan de oude morfologische indeling, maar onderstreept dat wetenschappelijke classificaties door mensen worden gemaakt en dat ideeën over hoe biodiversiteit het beste kan worden ingedeeld sterk kunnen veranderen in de tijd. Dit staat niet los van de maatschappelijke en politieke context waarin de classificaties worden ontwikkeld en gebruikt.

### Missiegedreven discipline

Dat geldt bij uitstek de ontwikkeling van de ecologie en vooral van de conservation biology, die missiegedreven wetenschappelijke disciplines zijn. Dit is een belangrijke constatering, omdat we gewend zijn te denken over wetenschap als waardevrij en objectief. Vaak gaat dit ideaal niet op in de praktijk, omdat beleid en politiek invloed uitoefenen op de agenda en de financiering van het onderzoek, of omdat wetenschappers sterk gemotiveerd zijn om een bijdrage te leveren aan maatschappij, milieu en natuur. Wat betreft de biodiversiteit vinden wetenschappelijk gefundeerde classificatiesystemen hun weg naar beleidsdoelstellingen en prioriteiten en omgekeerd, worden beleidsdoelstellingen en prioriteiten onderwerp van wetenschappelijk onderzoek. Deze coproductie van wetenschap en beleid bewerkstelligt een nauwe afstemming tussen beide. Criteria en aspecten uit wetenschappelijke classificatiesystemen en meetmethoden zijn van invloed op wat we op dat moment verstaan onder biodiversiteit en krijgen een voorkeursbehandeling in beleid, beheer en bescherming. Omgekeerd krijgen de categorieën en criteria die worden gehanteerd in beleid, beheer en bescherming een voorkeursbehandeling in de financiering van wetenschappelijk onderzoek.

### Ideeën verweven met idealen

De schaduwkant van deze coproductie is uiteraard dat wat niet wordt geclassificeerd en gemeten

## Sterf virus, sterf!

Op 8 mei 1980 werd het pokkenvirus uitgestorven verklaard. Er was in 25 jaar tijd geen enkel ziektegeval gemeld, terwijl het virus tot halverwege de vorige eeuw jaarlijks miljoenen mensen de dood in dreef. Na het pokkenvirus heeft de Wereld Gezondheidsorganisatie de aanval ingezet op andere ziekteverwekkers. Op de lijst staan: *Dracunculus medinensis*, een nematode worm die zich ophoopt in lymfeknopen en onderhuids bindweefsel; het gele koortsvirus, dat wordt overgedragen door tropische muggen en een ernstige ziekte veroorzaakt die gepaard gaat met bloedingen; *Plasmodium falciparum*, de eencellige veroorzaker van malaria die overgedragen wordt door de malariamug; en het Poliovirus, de veroorzaker

van kinderverlamming, een ontsteking van de grijze stof in het ruggenmerg. De uitroeiing van *Dracunculus* lijkt op korte termijn de meeste kans te maken.

Weinig mensen zijn er rouwig om, maar de gerichte uitroeiing van het pokkenvirus en de plannen voor het laten uitsterven van andere ziekteverwekkers laat zien dat de waardering van biodiversiteit een mensgericht concept is. De afkeer begint bij virussen en parasieten, maar ook grotere organismen die veel slachtoffers maken kunnen niet rekenen op ons mededogen. Van giftige planten, gevaarlijke spinnen, schorpioenen en gifslangen tot tijgers. Waar ligt de grens? Het voor mensen meest schadelijke dier is overigens de mens zelf!

ook niet wordt meegenomen in het beleid en ook geen prioriteit krijgt in de onderzoekfinanciering. Zo kunnen wetenschappelijke ideeën over wat biodiversiteit is, waaruit het bestaat en waar het goed voor is, worden tot idealen over wat we moeten behouden en beschermen. Biodiversiteit als concept wordt gekenmerkt door deze verwe-

Bijen bestuiven bloemen en planten. Bestuiving wordt gezien als een systeemdienst die de natuur aan de mens levert en hem in staat stelt gewassen te telen.



## VRAAG 2

Waarom is het begrip biodiversiteit niet eenduidig?

venheid van idee en ideaal. Dat dit in de praktijk ook zo kan werken, laten onderstaande voorbeelden zien.

In Nederland is lange tijd het systeem van zogeheten natuurdoeltypen gebruikt. Dit systeem was gebaseerd op wetenschappelijke kennis over hoe de aanwezigheid van verschillende planten- en diersoorten met elkaar samenhangt. De natuurdoeltypen fungeerden ook als een systeem voor het beleid en beheer. Beheerders werden via vergoedingen aangemoedigd ambitieuze natuurdoeltypen te realiseren en te zorgen dat alle doelsoorten die bij het type hoorden ook aanwezig waren. Vervolgens werd via wetenschappelijk onderzoek vastgesteld of een bepaald gebied wel aan de doelstellingen voldeed en welke beheersmaatregelen genomen moesten worden, ofwel om dat zo te houden, ofwel om de doelen alsnog te halen. Zowel onderzoek als beleid richtten zich selectief op bepaalde typen natuur en de doelsoorten die

daarbij zijn geselecteerd. Andere typen en soorten krijgen minder aandacht.

De internationale natuurbeschermingsorganisatie Conservation International hanteert de term *biodiversity hotspot*. Gedetailleerde wetenschappelijke kennis over het voorkomen van soorten, waarbij in het bijzonder bedreigde en unieke soorten worden benadrukt en gewaardeerd, wordt gecombineerd met kennis over de mate waarin de gebieden en de soorten worden bedreigd. Dit leidt tot een lijst van prioritaire gebieden voor natuurbescherming: de *biodiversity hotspots*. Onderzoek en beleid richten zich bij uitstek op de geselecteerde hotspots, de soorten in die hotspots die als kenmerkend worden gezien, en de geïdentificeerde bedreigingen. Andere soorten en gebieden krijgen minder aandacht.

Recent is het begrip 'ecosysteemdiensten' in opkomst (zie kader blz. 60). Dit begrip legt de nadruk op het nut dat biodiversiteit oplevert.

Wetenschappelijke kennis over de bijdrage van ecosystemen en de biodiversiteit die ze herbergen aan diensten als CO<sub>2</sub>-opslag, houtproductie, schoon drinkwater, en recreatie en natuurbeleving wordt hierbij gekoppeld aan maatschappelijke idealen over het belang om biodiversiteit te beschermen. Hier richten onderzoek en beleid zich op de ecosystemen die voor mens en economie waardevolle diensten leveren. Andere waarden en functies van natuur verdwijnen buiten beeld.

Ondanks dominante ideeën over wetenschap als waardevrij en objectief, zijn wetenschappelijke ideeën over biodiversiteit vaak nauw verbonden met idealen over hoe we met biodiversiteit om moeten gaan in beleid, bescherming en beheer.

## Biodiversiteit in de landbouw: luxe of noodzaak?

■ ELISA DE LIJSTER

De moderne intensieve en op industriële leest geschoeide landbouwpraktijk heeft het aanzien van het agrarisch cultuurlandschap aanzienlijk veranderd. Kleinschalige landschapselementen zijn vaak verdwenen, de diversiteit aan gewassen is kleiner geworden en de biodiversiteit in het agrarische gebied is verminderd. Het aantal vogels op landbouwgronden bijvoorbeeld, is de afgelopen 30 jaar meer dan gehalveerd. Soms wordt het huidige agrarische cultuurlandschap wel een 'dood landschap' genoemd. Deze uitspraak lijkt te stellig. Het huidige agrarische natuurbeheer zet zich in voor

## Liefdesverklaring aan een mijt

■ NICO VAN STRAALEN

Ik ken een mijt met de mooie naam *Platynothrus peltifer*, waar ik helemaal verkikkerd op ben. Hij ziet er heel schattig uit. Eigenlijk moet ik zeggen 'zij', want het zijn allemaal vrouwtjes. Ze lopen heel koddig, namelijk erg langzaam. Het lijkt wel of ze

bij elke beweging van een poot (ze hebben er acht) eerst vijf minuten moeten nadenken. Dit beestje is niet eens een millimeter groot en alleen te zien onder een microscoop. Zelfs de meeste biologen kennen haar niet en bijna niemand kan de naam

goed uitspreken. Nu ben ik bang dat mijn mijtje geen enkele functie in het ecosysteem heeft. Ze scharrelt gewoon rond, zoals al dat andere kleine grut, vreet schimmels en dode bladeren en legt her en der een ei. Maar als mijn mijt geen duidelijke functie heeft, mag ze dan uitsterven?

De evolutietheorie laat zien dat wij in zeker mate verwant zijn aan die mijt. Wij zijn ontstaan uit een mensaapachtige voorouder, die weer is ontstaan uit een zoogdier, dat zijn wortels heeft in de reptielen, enzovoort. Alle dieren

in de dierentuin hebben een evolutionaire relatie met ons, en als je wat verder teruggaat vind je zelfs in een mijt onderdelen die ook in ons eigen lichaam voorkomen. De Amerikaanse ecooloog E.O. Wilson noemde het *biofilie*: de neiging die in elk mens aanwezig is om zich aangetrokken te voelen tot de natuur, in een mate die sterker wordt naarmate de evolutionaire afstand tussen ons en het dier kleiner is. Dat je iets voelt voor een mijt is de beste garantie voor behoud van de biodiversiteit.



Sommige mensen voelen zich aangetrokken tot de mijt *Platynothrus peltifer*.



Sommigen betitelen het moderne agrarische landschap als een dood landschap.



het behoud en de ontwikkeling van een diversiteit aan planten- en diersoorten die passen bij het oude cultuurlandschap. Daarbij herbergt het agrarisch cultuurlandschap veel meer biodiversiteit dan alleen de soorten uit het agrarisch natuurbeheer. Toch worden biodiversiteit en landbouw vaak als een tegenstelling ervaren. Ze lijken alleen samen te gaan als boeren worden gecompenseerd voor het verlies van hun opbrengst.

De intensieve landbouw loopt de laatste decennia steeds meer tegen zijn eigen grenzen aan. Dierziekten zoals Q-koorts en resistente bacteriën veroorzaken paniek, en het vertrouwen van consumenten in de veiligheid van hun voedsel vermindert. Boeren zijn zich daarvan steeds meer bewust en zoeken vernieuwde productiewijzen die meer in balans zijn met hun omgeving. Dit doen ze omdat de markt daar soms om vraagt, voor het creëren van een toekomstgericht bedrijf, maar ook omdat ze dit belangrijk vinden voor een gezonde

voedselproductie en leefomgeving. Landbouw gaat inmiddels ook om een vitale bodem, een gezonde leefomgeving en een grotere genetische variatie binnen vee en gewassen.

### **Agrobiodiversiteit**

Jarenlang is in Nederland onderzocht welke biodiversiteit nuttig kan zijn voor de landbouw: de zogeheten functionele agrobiodiversiteit. Die functionele diversiteit zit zowel in de gewassen en dieren die worden gehouden als in de bodem. Dat bodemleven is uiterst belangrijk als basis voor de productie. Het ontsluit mineralen en nutriënten die van belang zijn voor de productie van de gewassen, en het kan ziekten en plagen onderdrukken. In die zin zijn de voedselproductie en de biodiversiteit onlosmakelijk met elkaar verbonden. Dat geldt ook voor een grotere genetische variatie in dieren en gewassen. Zo worden koeien van het standaardtype Holstein gekruist met andere rassen, zodat

ze fysiek sterker, vruchtbaarder en weerbaarder tegen ziekten worden, en tegelijkertijd een goede melkproductie leveren.

Boeren zijn zich niet alleen bewust van het belang van diversiteit in cultuurrassen, maar ook van het belang van de variatie in de planten- en diersoorten in het omringende landschap. Biodiversiteit en landbouw kunnen hier veel voor elkaar betekenen. Uitgekiende akkerranden, samen met een netwerk van hagen en houtwallen, huisvesten natuurlijke vijanden die plagen in de landbouw te lijf gaan. Wormen verbeteren de bodemstructuur, bijen en hommels bestuiven fruitbomen en sluipwespen bestrijden bladluizen. Landschapselementen zoals houtwallen kunnen worden omgevormd tot struweelhagen zodat boeren minder last hebben van schaduw op hun velden. Tegelijkertijd ontstaan er door de heterogene structuur meer niches voor allerlei planten- en diersoorten. Zo krijgt het landschap een productie- en een natuurfunctie. In Nederland zijn inmiddels talloze initiatieven om de biodiversiteit binnen de landbouw te vergroten. Van innovatieve methoden om vee te houden, tot aandacht voor minder gebruik van fossiele grondstoffen in landbouw en veeteelt.

De vergroening van het Europees landbouwbeleid, de Kaderrichtlijn Water, signalen uit de markt en de drive van boeren om hun bedrijf te verduurzamen leiden tot nieuwe coalities en samenwerkingsverbanden tussen boeren, waterschappen, overheden, natuurorganisaties en andere partijen. Er ontstaan kansen op een aaneengesloten groene (hagen, akkerranden) en blauwe (natuurvriendelijke oevers) dooradering van het agrarisch cultuurlandschap, wat functioneel is voor productie, biodiversiteit, milieu en beleving van een mooi landschap. Meer aandacht voor biodiversiteit hoeft niet ten koste te gaan van de productie, zoals vaak wordt aangenomen, en een betere benutting ervan kan zelfs een belangrijke rol in de voedselproductie

## Maak de woestijn groen

■ ELISA DE LIJSTER

Twee Australische biologen bedachten 40 jaar geleden permacultuur, als reactie op de ongewenste problemen met het toenmalige landbouwsysteem in Australië. Men maakt zoveel mogelijk gebruik van meerjarige gewassen, past geen grondbewerking toe en gaat uit van kleinschalige productie die 'permanent' kan worden volgehouden. Op basis van belangrijke ecologische principes ontwikkelden zij een methode om een functioneel ecosysteem na te bouwen. Permacultuur kan overal worden toegepast. De lokale omstandigheden bepalen op welke ecologische hoofdfactoren het systeem de nadruk moet leggen. Ontwerp je op de zon, of juist op regenopvang? Welke lokale planten zijn aanwezig en welke functies hebben deze? Denk daarbij aan fruitbomen of planten

die stikstof in de bodem fixeren, beschermen tegen wind of grond vasthouden. Zelfs vernielde ecosystemen en gedegradeerde landbouwgrond kunnen zo opnieuw worden opgebouwd. Om bijvoorbeeld een woestijn weer groen te krijgen is een goed permacultuursysteem nodig dat zich concentreert op wateropvang. Tijdelijk kan watertoevoeging nodig zijn om het systeem op gang te brengen. Planten die teruggroeien zorgen dat water weer wordt opgenomen, en ze bieden schaduw, waardoor het vocht minder snel verdampt. Als het systeem eenmaal draait, is de watertoevoeging niet meer nodig en is de woestijn ontwikkeld tot een productief ecosysteem.

Op You Tube is een film beschikbaar: *Greening the Desert*.

vervullen. Tegelijkertijd kan landbouw veel voor de biodiversiteit betekenen.

### Input fossiele grondstoffen

Maar zijn deze veranderingen genoeg voor een goede en gezonde voedselvoorziening in de toe-



**Extensieve landbouw, zoals in grote delen van Afrika, is wel duurzaam, maar de vraag is of zij genoeg opbrengt om 9 miljard magen te vullen.**

komst? Voor een wereldwijde duurzame voedselproductie en voedselzekerheid is het nodig internationaal te kijken. De huidige landbouw is afhankelijk van externe input die is gebaseerd op fossiele grondstoffen zoals olie. De olievoorraad wordt echter wereldwijd steeds kleiner, en wereldwijd stijgen de kosten voor de inzet van agrarische productiemiddelen als kunstmest, krachtvoer, pesticiden en mechanisatie. In veel landen is de agro-industrie zo geïntensiveerd dat grote hoeveelheden veevoer, voornamelijk sojaschroot vanuit Zuid-Amerika moeten worden geïmporteerd. Elk jaar importeert Europa daarvoor zo'n 34 miljoen ton. Dat vereist grootschalig transport, wat fossiele brandstoffen kost, het brengt verlies van biodiversiteit door het kapen van regenwouden met zich mee, en het leidt

tot een grootschalig gebruik van kunstmest en pesticiden voor het verbouwen van soja. Om 1 kilo varkensvlees te produceren is zo'n 5 kilo soja nodig, bovendien kost dit een enorme hoeveelheid water. Een derde van de landbouwgrond ter wereld wordt nu gebruikt voor de productie van vlees, terwijl het huidige landbouwareaal voldoende plantaardig voedsel zou kunnen leveren voor de huidige en toekomstige wereldbevolking in deze eeuw. Dit op voorwaarde dat we het accent van de voedselconsumptie kunnen verschuiven van dierlijke naar plantaardige eiwitten. Een toekomstbestendig boerenbedrijf is onafhankelijk van fossiele brandstoffen en maakt gebruik van de ecosystemendiensten en biodiversiteit in de omgeving. Bijvoorbeeld door niet te ploegen, zodat het bodemleven niet wordt verstoord.

### **VRAAG 3**

Waarom is het behoud van biodiversiteit geen luxe in de landbouw?

Biodiversiteit is wezenlijk voor de toekomstige voedselproductie.



### Grenzen van het aanvaardbare en toelaatbare

Al langere tijd constateren vooraanstaande wetenschappers en politici dat de westerse veehouderij in het algemeen en de Nederlandse in het bijzonder 'de grenzen van het aanvaardbare en toelaatbare hebben overschreden' en een 'systeem van georganiseerde onverantwoordelijkheid' zijn geworden. De vraag is of gebruikmaken van (functionele) biodiversiteit ertoe kan leiden dat ons landbouwsysteem een minder grote ecologische voetafdruk op aarde achterlaat. Misschien wordt de omvang van die voetafdruk alleen aanvaardbaar als we ons landbouwsysteem wijzigen en meer plantaardige eiwitten eten. Niet alleen vanwege de beperkte beschikbaarheid van fossiele brandstoffen of de teloorgang van biodiversiteit

is verandering noodzakelijk, ook omdat we in de toekomst gezond voedsel nodig hebben. Een derde van het huidige wereldlandbouwareaal kampt nu al met een tekort aan zink en seleen. Dat beperkt de landbouwproductie en leidt tot gebreksziekten bij mensen en vee. De komende decennia zal deze schaarste aan minerale micronutriënten naar verwachting wereldwijd toenemen. Dat tekort aan voedingsstoffen uit de bodem zal zijn weerslag hebben op de voedselproductie. Het is evident dat maatregelen nodig zijn, zoals goed voor de grond zorgen, de grond het hele jaar groen houden, voldoende organische mest gebruiken, en waar nodig extra bemesten met micronutriënten. Alternatieve gewassen zoals lupine en klaver in het gras voegen nitraat toe en stimuleren het bodemleven.

### Grotere productie per hectare

Een andere manier van duurzame landbouw behelst het sluiten van kringlopen van mineralen door gebruik te maken van biologische interacties tussen planten en dieren, en de biodiversiteit. Dit wordt overal ter wereld toegepast. Een voorbeeld daarvan zijn agro-ecologische modellen die zijn gebaseerd op permacultuur, waarmee gedegradeerde landbouwsystemen opnieuw kunnen worden ontwikkeld tot een vitaal ecosysteem (zie kader blz. 40). Zo zijn er tal van traditionele en moderne landbouwsystemen die expliciet gebruikmaken van biodiversiteit voor voedselproductie,

denk aan systemen met diverse gewassen die elkaar faciliteren, zoals met *intercropping* en *agroforestry*.

Een rapport van de Verenigde Naties laat zien dat kleine boeren in de derde wereld hun productie de komende 10 jaar kunnen verdub-

belen als zij meer gebruikmaken van functionele biodiversiteit. Huidige agro-ecologische projecten in de derde wereld laten zien dat in 57 landen de opbrengsten met 80 procent zijn toegenomen. In de Afrikaanse projecten steeg de opbrengst zelfs met 116 procent. De voedselproductie kan dus stijgen door de inzet van agrobiodiversiteit. Ook in de westerse wereld leidt het gebruik van biodiversiteit niet noodzakelijkerwijs tot een productiedaling. Integendeel: door bijvoorbeeld een beter bodembeheer, waarbij het bodemleven wordt gestimuleerd en de bodemstructuur wordt verbeterd, kan de productie juist toenemen. Biodiversiteit is dus juist een belangrijke productiefactor en is essentieel voor een duurzame landbouwproductie.

---

## Een toekomstbestendig boerenbedrijf maakt gebruik van de ecosystemendiensten en biodiversiteit in de omgeving

### Fundamentele veranderingen nodig

De discussie of deze methoden ook kunnen bijdragen aan een mondiale voedselvoorziening valt niet los te zien van de vraag of we op dezelfde voet als nu kunnen doorgaan in de moderne en op industriële leest geschoeide landbouw. Als we het hebben over voedselproductie voor de voorspelde 9 miljard magen in 2050, moeten we eerst eens goed kijken naar de huidige voedselverspilling, ons dieet en naar het mondiale voedseldistributiesysteem. Wellicht vallen er door hieraan te sleutelen al vele slagen te maken wat betreft een betere voedselvoorziening in de toekomst. Duidelijk is wel dat de natuur veel te bieden heeft aan de versterking van onze landbouw en voedselproductie, maar ook dat de landbouw belangrijk is voor natuur. Diverse initiatieven vanuit de agrarische sector, de maatschappij, de markt en de overheid laten dit ook zien. Zo zijn er in Nederland verschillende voorbeelden, waarbij geen aanvoer van soja en krachtvoer meer nodig is in de veeteelt. Bij *PureGraze* bijvoorbeeld staan de koeien in de wei en grazen ze in lang en gevarieerd grasland. Doordat de diverse plantensoorten op verschillende diepten wortelen, halen ze elk andere micronutriënten naar boven. Dit komt de gezondheid van de koeien ten goede. De melkproductie neemt weliswaar iets af, maar dit wordt gecompenseerd door lagere voerkosten (nauwelijks krachtvoer), minder gebruik van fossiele brandstof, en minder arbeid (minder inkuilen, mest uitrijden en actief voeren in de stal). Kortom, biodiversiteit is wezenlijk voor onze toekomstige voedselproductie.

# Wat valt er nog te leren?

■ HERMAN EIJSACKERS  
■ NICO VAN STRAALEN

De State of Observed Species (SOS), een telling die bijgehouden wordt door de universiteit van Colorado, schreef in 2009 bijna twintigduizend nieuwe soorten in. Daaronder deze juist ontdekte gigantische rat (Silky Cuscus).

**W**ETEN WE al genoeg over biodiversiteit en is dat voldoende om de betekenis ervan 'volledig' te kunnen beoordelen, zodat we de biodiversiteit goed kunnen beheren? Hebben we wel een goed idee van de omvang van het aantal soorten op aarde en de wijze waarop soorten met elkaar samenwerken? En kennen we de functies van biodiversiteit, de wijze waarop de rijke schakering aan soorten bijdraagt aan een levenswaardige en mooie wereld?

Het korte antwoord is: nee, we weten nog onvoldoende over de biodiversiteit. Zoals eerder in dit

cahier is gezegd: we kennen slechts een deel van de groepen en soorten planten en dieren. Er zijn nog veel plaatsen op aarde, zoals in oerwouden, waar nog niet alle planten en dieren zijn verzameld en geïdentificeerd. Een recente expeditie naar het Fojagebergte van Nieuw Guinea leverde tientallen nieuwe soorten op. Naar verwachting zullen ook elders in de wereld nieuwe goed georganiseerde expedities met nieuwe soorten thuiskomen, al gaat het dan steeds om hooguit enkele tientallen. Veruit de meeste nieuw gevonden soorten behoren tot de ongewervelde dieren, vooral insecten. Toch worden met enige regelmaat nieuwe vogelsoorten ontdekt, en af en toe zelfs een nieuw zoogdier. Nog zeer recent, in september 2012, meldden onderzoekers de vondst van een nieuwe apensoort in de Democratische Republiek Congo. Ze noemden hem Lesula (*Cercopithecus lomamiensis*).

Er zijn ook ecosystemen waar onderzoekers nog nauwelijks toegang toe hebben gehad. De eerste expedities in de kruinen van de woudreuzen in de Amazone en in het water van de diepzee leverden veel nieuwe, soms zelfs spectaculair ogende soorten op, vooral geleedpotigen.

Zo blijken in de omgeving van hydrothermale uitlaten op de oceanbodembodem – openingen waaruit gloeiend heet water stroomt – verschillende onbekende diersoorten met zeer bijzondere eigenschappen te leven. De druk is er zeer hoog, het is er pikkedonker en er is nauwelijks zuurstof. Toch overleven bepaalde kokerwormen in dit extreme milieu, doordat ze een symbiose aangaan met bacteriën die gebruikmaken van de hoge concentraties kooldioxide en zwavel in het hete water. Ook



zijn op camerabeelden van onbemande duikboten diverse kreeftachtigen zichtbaar. In de zuidelijke poolzee zijn ook hydrothermale omgevingen met een zeer diverse fauna. Dat roept de vraag op hoe zulke levensgemeenschappen kunnen voortbestaan in extreme isolatie.

Expedities in grotten, diepe meren en grondwatermonsters van honderden meters diep in de aardbodem zullen ongetwijfeld nieuwe soorten opleveren. Hoe kleiner de soort is, hoe groter de kans dat deze nog niet eerder is beschreven en dus nieuw is. Dat geschiedt nu bij het onderzoek naar micro-organismen, waar de laatste paar jaar allerlei nieuwe processen en bacteriesoorten, die deze processen uitvoeren, zijn ontdekt.

### **Sterk verbeterde opsporing van nieuwe soorten**

Er worden ook nieuwe soorten gevonden doordat de onderzoeksmethoden zijn verbeterd. Omdat het mogelijk is zeer kleine hoeveelheden erfelijk materiaal te analyseren in een monster organisch materiaal, is ontdekt dat het bacterierijk vele malen gevarieerder is dan gedacht. Het genetisch onderzoek heeft hele nieuwe takken toegevoegd aan de 'boom des levens', zoals bijvoorbeeld de *Acidobacteria*, een bacteriegroep die 10 jaar geleden praktisch onbekend was, maar waarvan nu blijkt dat 20 tot 40 procent van alle bodembacteriën er toe behoren. Ook is gebleken dat deze groep een enorme soortenrijkdom kent. Voor het indelen van dieren gebruikt men tegenwoordig een 'DNA-streepjescode', een barcode (zie kader blz. 26). Men onderzoekt daarbij een afgesproken stukje DNA van 658 baseparen uit een gen dat in de *mitochon-*

*driën* (de energiefabriekjes in cellen) betrokken is bij de productie van energie. Dit stukje DNA is gemakkelijk te isoleren en te analyseren, en is kenmerkend voor een soort. Op deze manier kunnen genetici gemakkelijk soorten herkennen en nieuwe soorten opsporen. De uitwerpselen van een dier of een enkele vogelvoer leveren tegenwoordig al voldoende materiaal voor zo'n analyse.

Dat we niet precies weten hoeveel soorten er op aarde zijn en dat er nog steeds nieuwe soorten worden ontdekt, betekent niet dat we niet kunnen vaststellen dat de biodiversiteit achteruitgaat. De gemeten achteruitgang betreft de soorten en groepen organismen die al wel eerder beschreven zijn en deze achteruitgang is onmiskenbaar. Hoewel we weten dat er ook nieuwe soorten worden gevormd en dat dit sneller gaat dan we vroeger dachten (zoals blijkt uit onderzoek van vissen in het Victoriameer in Centraal Afrika en het Tanameer in Ethiopië), is die biodiversiteitswinst veel kleiner dan de achteruitgang van de biodiversiteit.

### ANTWOORD 1

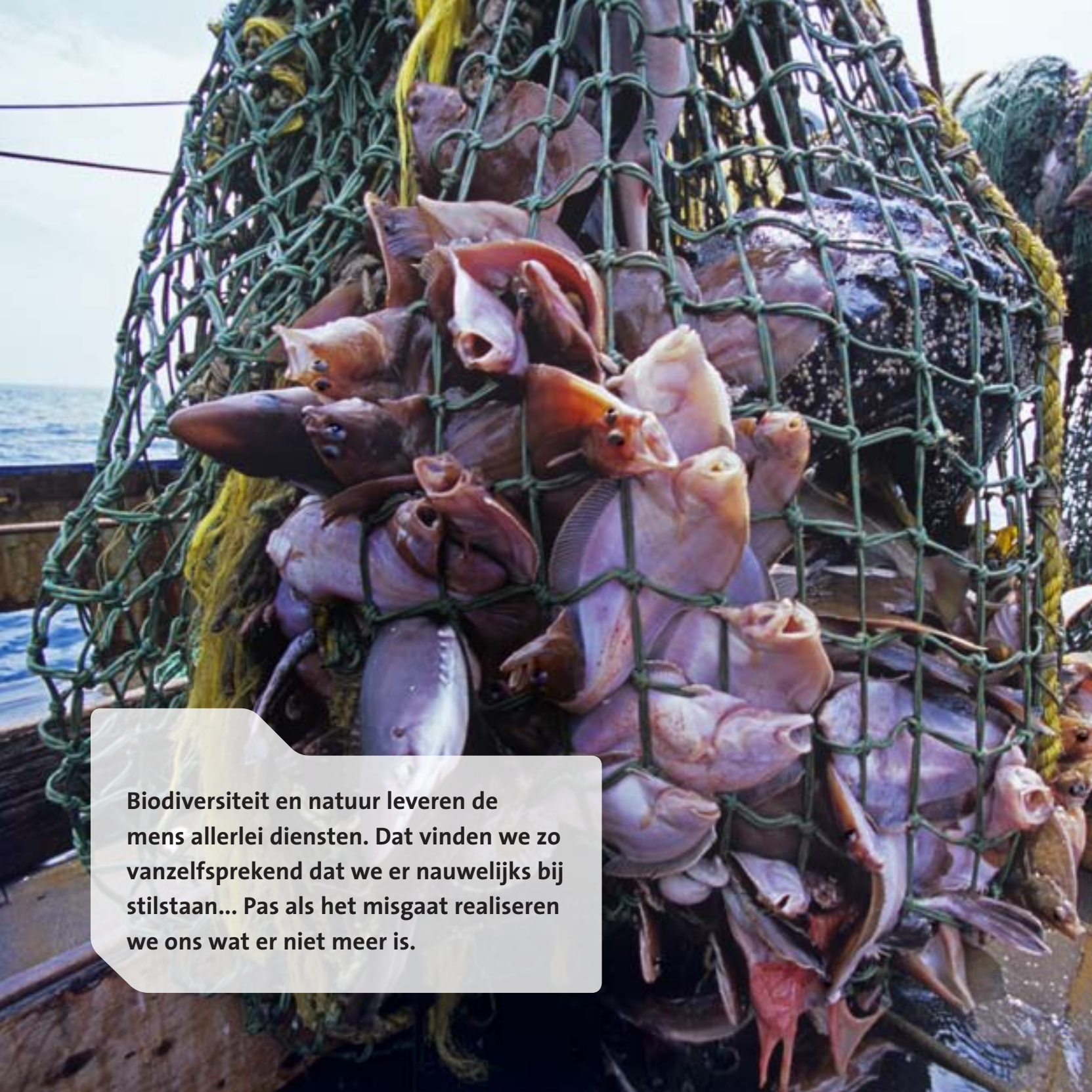
Haring wil vooral de menselijke interpretatie van de kwaliteit van de natuur de doorslag laten geven, niet soorten. Natuur die mensen mooi vinden, is dan het beschermen waard, lelijke natuur is dat niet.

### ANTWOORD 2

Omdat we niet weten hoeveel soorten, ecosystemen en genen er op aarde bestaan, betekent beschermen, beheren of meten altijd een incomplete selectie van biodiversiteit.

### ANTWOORD 3

Biodiversiteit levert de landbouw diensten, zoals bestuiving en biologische bestrijding. Door kracht te halen uit biodiversiteit, in plaats van deze te bedreigen, wordt op den duur waarschijnlijk ook hogere productie mogelijk.



**Biodiversiteit en natuur leveren de mens allerlei diensten. Dat vinden we zo vanzelfsprekend dat we er nauwelijks bij stilstaan... Pas als het misgaat realiseren we ons wat er niet meer is.**



# Biodiversiteit in dienst van de mens

**D**E NATUUR en de biodiversiteit hebben niet alleen een waarde van zichzelf, ze zijn ook nuttig voor de mens. Van de productie van hout, voedingsgewassen en drinkwater, tot het bieden van recreatie, inspiratie en schoonheid. Meestal liggen die zogeheten ecosysteemdiensten dicht bij huis voor het grijpen, soms moet men ervoor op expeditie. De moderne trend is deze diensten uit te drukken in een economische waarde en die te gebruiken als argument voor het noodzakelijke behoud van de biodiversiteit op aarde. Het is echter de vraag of hiermee het belang van biodiversiteit voor zowel het dierlijke en plantaardige leven als het menselijke bestaan niet tekort wordt gedaan.

## Ecologische waarde van biodiversiteit

■ HERMAN EIJSACKERS

■ NICO VAN STRAALEN

Diverse onderzoekers vragen zich af hoeveel biodiversiteit in een ecosysteem nodig is om bepaalde functies uit te kunnen voeren. Bijvoorbeeld recreatie, het creëren van voldoende genetische variatie, het produceren van voedsel en

drinkwater, het beschermen tegen overstroming en erosie en het robuust reageren op veranderingen in de omgeving. Als blijkt dat die functies ook met minder soorten goed verlopen, is het dan erg als de biodiversiteit afneemt? Deze visie staat haaks op het traditionele en nog steeds algemeen geaccepteerde standpunt, vooral onder natuurbeschermers, dat elke aantasting van de biodiversiteit onacceptabel is. Die houding is vooral gebaseerd op het principiële uitgangspunt dat het niet aan ons mensen is te bepalen welke andere soorten wel of niet mogen blijven leven. Ook weten we lang niet van alle soorten wat hun betekenis en nut zijn of zouden kunnen zijn, zoals we in dit cahier al hebben gezien. Dat laatste punt komt terug in de discussie over redundantie in ecosystemen: de redenering dat diverse soorten eenzelfde functie uitoefenen, waardoor ze voor de instandhouding van die functie lang niet allemaal nodig zijn, en dat sommige soorten dus overbodig zijn.

In de ecologie circuleren verschillende theorieën over de relatie tussen soortenrijkdom en functies. Meestal denkt men bij functie aan productie, zoals de hoeveelheid biomassa per jaar. Als er functionele redundantie in een ecosysteem is, zal de productie naarmate het aantal soorten stijgt toenemen tot een maximum. Neemt het aantal soorten verder



toe, dan stijgt de productie van het ecosysteem niet verder. Tegenover deze hypothese staat de 'klinknagel-hypothese'. Die stelt dat elke soort een unieke rol vervult en een bijdrage aan de functie levert, zoals de klinknagels in een vliegtuig doen. Dus kan elke soort die verdwijnt de productiviteit in gevaar brengen, zoals het verlies van een kritisch aantal klinknagels kan leiden tot het neerstorten van een vliegtuig.

### Stabiliteit van het ecosysteem

Behalve voor de productiviteit is biodiversiteit ook van belang voor de stabiliteit van een ecosysteem op langere termijn. Ergo, wat is de ecologische waarde van biodiversiteit? Ook over deze relatie is veel discussie, maar ecologen zijn het er wel over eens dat er een minimum aan soortenrijkdom nodig is om fluctuaties in het milieu op te vangen. Als de ene soort tijdelijk slecht functioneert vanwege een extreme klimaatgebeurtenis, zoals

**Is er een minimum aantal soorten nodig om een stabiel ecosysteem te kunnen handhaven?**

**De ene soort regenworm is de andere niet en kan een eigen en cruciale functie hebben in een ecosysteem.**

aanhoudende regen of droogte, kan een andere soort dat opvangen. Als een ecosysteem weinig soorten heeft, is de kans groot dat zo'n extreme gebeurtenis grote gevolgen heeft. Op deze manier is biodiversiteit voor het voortbestaan van ecosystemen op langere termijn een soort verzekering met risicospreiding.

De invloed van biodiversiteit op de productiviteit van ecosystemen wordt door ecologen experimenteel onderzocht in verschillende veldstations, die speciaal zijn ingericht voor langetermijn-onderzoek. Bekend zijn de sinds 1993 lopende veldexperimenten in het Amerikaanse Cedar Creek in Minnesota. Daarbij worden proefvelden met diverse aantallen soorten grassen en kruiden onderling vergeleken wat betreft hun gewasopbrengst. Analyse van die proefvelden heeft duidelijk uitgewezen dat soortenrijke vegetaties meer produceren dan minder soortenrijke vegetaties. Maar er zit een addertje onder het gras. Het blijkt dat 15 jaar na de start van het experiment de plantensoorten op de veldjes meer afhankelijk van elkaar zijn geworden, dat de redundantie is afgenomen en de ecosystemen gevoeliger zijn geworden voor het verlies van soorten. Dat is echter het omgekeerde van de stelling dat meer diversiteit leidt tot een productieverhoging. Wel is



nu geaccepteerd dat er een duidelijk verband is tussen een grotere diversiteit aan soorten en een beter functioneren van het ecosysteem. Dat maakt het argument van 'overbodigheid' discutabel, en rechtvaardigt het beschermen van de biodiversiteit om het functioneren van systemen, zoals de productie van biomassa, te verzekeren.

### Stikstofomzetting en regenwormen

Een ander argument voor het beschermen van biodiversiteit is dat we gewoon nog niet weten welke functie diverse soorten hebben, zoals eerder in dit cahier besproken. Een mooi voorbeeld is het onderzoek naar stikstofomzetting. Tot zo'n jaar of 20 geleden geloofden alle wetenschappers dat er maar een paar soorten uit de groep van de Bètaproteobacteria (*Nitrosomonas* en *Nitrobacter*) betrokken waren bij het nitrificatieproces. Nitrificatie is een cruciale omzetting in de stikstofcyclus, waarbij eerst ammonium wordt omgezet in nitriet, en nitriet vervolgens in nitraat. Nu blijken er meer bacteriën te zijn die deze truc kunnen uithalen, soms via een volkomen onverwachte route. Uit genetisch onderzoek blijkt dat ook verschillende archaea beschikken over de voor deze omzettingen benodigde enzymen. Wat eerst een typisch kwetsbaar proces leek vanwege de beperkte biodiversiteit, blijkt nu een vrij robuust proces vanwege een redelijke mate van redundantie.

Een ander voorbeeld is het graafgedrag van regenwormen. Dat is belangrijk, zodat strooisel-materiaal in de bodem wordt gemengd en lucht en water goed in de bodem kunnen doordringen. Er zijn drie typen graafgedrag: zeer oppervlakkig door de allerbovenste laag van de bodem en het strooisel; door de diepere bodemlaag daaronder; en via verticale gangen vanaf het oppervlak tot enkele meters diep. Voor het functioneren van het ecosysteem in de bodem hebben alle drie groepen een eigen specifieke betekenis, ook wel functionele biodiversiteit genoemd. Binnen elke groep zijn er



**De middelste bonte specht zou extra beschermd moeten worden aan de randen van zijn verspreidingsgebied.**

weer verschillende soorten regenwormen met elk een eigen voorkeur voor een bepaald bodemtype, bodemtemperatuur en zuurgraad. Je zult dus best weleens een bepaalde soort kunnen missen, maar alle soorten bij elkaar leveren de diversiteit, zodat de verschillende graaffuncties altijd vervuld kunnen worden.

### Soorten aan de rand van hun verspreidingsgebied

Behalve de discussie over overtolligheid, is er een tweede dispuut. Moeten we koste wat kost soorten proberen te handhaven die in ons land aan de rand van hun verspreidingsgebied leven? Dat wil zeggen dat individuen van zo'n soort in grote dichtheden voorkomen in het centrum van het verspreidingsgebied, bijvoorbeeld ten zuiden van Nederland, en dat ze bij ons alleen in geringe aantallen voorkomen. Zulke soorten hebben het hier per definitie moeilijk, omdat de milieuomstandigheden maar net voldoende zijn om zich te kunnen vestigen of

handhaven. Voorbeelden van zulke soorten zijn het korhoen en de hamster. Doordat deze soorten zich hier maar net redden, vormen ze een goede indicatie of de milieumstandigheden zich verbeteren of verder verslechteren. Als indicatorsoorten kunnen ze zeer waardevol zijn om de effectiviteit van allerlei beheersmaatregelen te beoordelen en te volgen. Maar als op allerlei kunstmatige manieren via kweekprogramma's en introducties dieren moeten worden aangevuld moet je je afvragen of de instandhouding van dergelijke soorten niet onder het kopje 'overbodig' moet vallen.

Dat laatste wordt extra duidelijk als we ons realiseren dat klimaatgrenzen opschuiven onder invloed van de mondiale temperatuurstijging. Daardoor kunnen de leefomstandigheden voor soorten sterk wijzigen. Dan is het de vraag of zo'n soort ook mee kan schuiven. Is een soort mobiel genoeg om de jaarlijkse klimaatverschuiving van enige tot tientallen kilometers per jaar bij te benen? Recent modelonderzoek van de Wageningse universiteit met bonte spechten heeft laten zien dat ter hoogte van de opschuivende randen de genetische diversiteit van een soort verdunt, doordat de individuen zich over een steeds groter gebied moeten verspreiden. Het zijn vooral de minder mobiele individuen, die zich hebben aangepast aan de omstandigheden ter plaatse, die blijven zitten achter het vooruitschuivende front van het verspreidingsgebied van de bonte specht. En die individuen zijn genetisch relatief homogeen. Dit fenomeen zou ervoor pleiten de exemplaren aan de rand van een veranderend verspreidingsgebied extra te beschermen.

Kortom, over de vraag welk deel van de soorten overtollig is, kunnen de onderzoekers nog lang discussiëren.

## Economische waarde van biodiversiteit en ecosystemen

■ KEES HENDRIKS, DICK MELMAN  
■ MARTIJN VAN DER HEIDE, LEON BRAAT

Zo'n 15 jaar geleden schatten onderzoekers in het gezaghebbende tijdschrift *Nature* de waarde van de diensten die de natuur wereldwijd levert op 33 biljoen (33.000.000.000.000) dollar per jaar. Tot op de dag van vandaag is er nog steeds veel discussie over de vraag of je de geldwaarde van natuur wel kunt bepalen en of het uitdrukken in geld goed of juist slecht is voor de natuur. Wat betekent zo'n geldbedrag eigenlijk en wat kun je ermee doen? Als een paal boven water staat dat de natuur niet alleen mooi is om te zien en te ervaren. Zij heeft ook, zoals in dit cahier al is aangetoond, veel andere, nuttige functies. We staan er niet altijd bij stil,

**In plaats van ploegen,  
kan de bodemfauna  
zorgdragen voor een goede  
grondstructuur.**



maar de lucht die we inademen, het water dat we drinken en het voedsel dat we eten zijn producten die worden geleverd door de natuur. Zonder deze eerste levensbehoeften zouden we niet overleven.

Mensen maken gebruik van biodiversiteit en ecosystemen via zogeheten ecosysteemdiensten. De natuur levert hun diensten. Daarbij is het wel van belang dat de mate van het gebruik van die diensten, zoals voedsel, brandstof en zuurstof in balans is met de levering van de diensten door het ecosysteem. Als het gebruik te intensief is, kunnen ecosystemen zich niet of onvoldoende herstellen en is het gebruik niet duurzaam. Een bekend voorbeeld daarvan is het kappen van tropisch regenwoud voor hout. Bij te rigoureuze kap kan het bos zich niet herstellen en is het voor langere tijd, of zelfs voor altijd verloren. Toekomstige generaties kunnen niet meer van dat bos genieten en er geen hout of andere producten meer oogsten.

### Technische hulpmiddelen

Onze ecosysteemdiensten komen voor een deel uit eigen land. We produceren bijvoorbeeld drinkwater, melk, vlees, appels en granen voor binnenlands gebruik. Maar een heel groot deel van wat we uit de natuur gebruiken komt uit het buitenland. We gebruiken meer diensten dan het ecosysteem waarvan wij deel uitmaken ons kan leveren. In feite is de eerder genoemde balans al uit evenwicht, en met de snel toenemende wereldbevolking zullen we ruimte tekortkomen om voor iedereen voldoende voedsel en voldoende schoon drinkwater te produceren. De uitdaging is om in de ruimte die beschikbaar is voldoende voedsel, water en andere grondstoffen te produceren én voldoende natuur te behouden (zie ook paragraaf 'Biodiversiteit onder druk' op blz. 19).

De productie van goederen en diensten wordt steeds verder opgevoerd door de inzet van grondstoffen en technische hulpmiddelen. Ook wordt in toenemende mate geïnvesteerd in technische

## Klimaatverandering en biodiversiteit

Britse onderzoekers ver-  
rasten in september 2012  
de wereld met een weten-  
schappelijk artikel in het  
tijdschrift *Nature* waaruit  
bleek dat een langzame  
opwarming van de aarde  
goed is voor de biodiver-  
siteit. Ze onderzochten de  
relatie tussen de hoeveel-  
heid families van bekende  
soorten ongewervelde  
zeedieren en de tempera-  
tuur van het water gedu-  
rende 540 miljoen jaar. Ze  
kwamen tot de conclusie  
dat hogere temperaturen  
meer soorten betekenen  
en lagere juist minder. De  
resultaten staan haaks  
op eerder onderzoek, dat  
aanwijzingen gaf voor  
juist het omgekeerde  
verband. Dat kwam door  
een verkeerde manier van

meten, zegt een van de  
onderzoekers die bij beide  
studies was betrokken.  
De nieuwe resultaten zijn  
in overeenstemming met  
de waarneming dat de  
huidige (warme) tropen-  
gebieden een enorme  
biodiversiteit kennen, die  
toeneemt tijdens war-  
mere perioden op aarde.  
De opwarming moet wel  
geleidelijk gaan, en een  
toename van de biodiver-  
siteit neemt duizenden  
tot miljoenen jaren in  
beslag. De onderzoekers  
wijzen erop dat de opwar-  
ming van de aarde nu  
sneller en heviger is dan  
ooit en dat het daardoor  
maar de vraag is of deze  
zal bijdragen aan een  
toename van de biodiver-  
siteit op aarde.

hulpmiddelen, om de schade die deze productie toebrengt aan de natuur en het milieu te beperken. Zulke technische hulpmiddelen zijn vaak kostbaar en vergen veel onderhoud. In plaats daarvan kan vaak de natuur zelf ook deze gewenste diensten leveren. Een voorbeeld daarvan is het gebruiken van natuurgebieden voor de berging van water in perioden met hoge rivierwaterstanden, in plaats van het bouwen van dure gemalen die het water wegpompen, of het ophogen van dijken. Daarbij is het voordeel dat dan ook minder fossiele brandstoffen nodig zijn, zodat een meer duurzame oplossing wordt bereikt.

## Het bepalen van de natuurwaarde

Iedereen is het er wel over eens dat de natuur een grote waarde vertegenwoordigt. Minder eenstemmigheid is er over hoe je die waarde bepaalt. Er zijn grofweg twee stromingen: een ecologische en een functionele. Natuur is *ecologisch* te waarderen door het ecosysteem en de biodiversiteit die erin voorkomt te beschrijven. Soms ligt daarbij de nadruk op bijzondere, zeldzame of bedreigde soorten, zoals ijsberen en zeldzame orchideeën. Ecosystemen waarin bedreigde soorten voorkomen – de zogenoemde Rode Lijstsoorten – worden als erg waardevol gezien. Om te bepalen hoe waardevol een ecosysteem is, gebruiken beleidsmakers de *itz-criteria*: internationaal bijzonder, dalende trend in aantallen, en zeldzaamheid. Bij de *functionele* waardering van natuur gebruikt men zowel methoden die de waarde in geld uitdrukken, als methoden die dat niet doen. Er zijn mensen die menen dat natuur zo complex is dat niet alle functies of relaties kunnen worden begrepen en dat de waarde ervan dus ook niet in geld kan worden

uitgedrukt. Ook zijn er natuurgebieden die niet of slechts beperkt worden gebruikt en daardoor op de economische markt geen of weinig waarde hebben. Daarom zou volgens deze stroming waardering per definitie tot onderwaardering van de ‘echte’ waarde leiden en zij kan daarom beter achterwege blijven.

De stroming die geldelijk waarden aanhangt, gaat ervan uit dat het meewegen van financiële informatie over de kosten en baten van natuur leidt tot evenwichtiger besluiten van overheden, bedrijven en burgers. Bepaalde partijen, zoals bedrijven, zijn immers gevoeliger voor financiële informatie dan andere. Een ander argument is het aantonen dat natuur niet alleen geld kost, maar ook baten oplevert. Een veelgebruikte methode om alternatieven voor de inrichting van een gebied tegen elkaar af te wegen, is de maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA). In deze MKBA's kunnen ook ecosysteemdiensten worden meegenomen, dan heten ze *natuurinclusieve* MKBA's.

**Huizen die mooi in het landschap zijn ingepast, verhogen niet alleen de belevingswaarde, maar zijn ook financieel meer waard.**



## Koraalriffen

De biodiversiteit van de koraalriffen in de Baai van Jakarta is de afgelopen 85 jaar flink achteruit gegaan. Gemiddeld is het aantal koraalsoorten in 2005 gehalveerd ten opzichte van 1920, blijkt uit een studie van een onderzoeksprogramma naar biodiversiteit van NWO. De onderzoekers reconstrueerden de toestand van het rif in 1920 uit biologische

verzamelingen uit die tijd. Langdurige natuurlijke en menselijke stress, zoals vervuiling vanuit de stad en veel meer scheepvaart door de toegenomen bevolking en het toerisme, hebben het aantal soorten in en om het koraal doen verminderen. Ook in het Caribisch gebied staan de koraalriffen ernstig onder druk. Volgens onderzoek van de International Union

for the Conservation of Nature (IUCN) resteert in het hele Caribische gebied gemiddeld nog slechts 8 procent van het oorspronkelijke levende koraal. In de jaren zeventig was dat nog ongeveer 50 procent. Met het koraal rond de Nederlandse Antillen gaat het iets beter, daarvan resteert nog zo'n 30 procent. Maar ook hier gaat het levende koraal al gedurende decennia

langzaam maar zeker achteruit, al heeft het iets minder last van vervuiling, overbevissing en tropische stormen dan elders. Wel lijkt het evenzeer onder de opwarming van de oceanen als gevolg van de klimaatverandering. De Noordzee kent ook zachte koralen die een bron zijn van biodiversiteit, en in de Oosterschelde groeit de Dodemansduim, de enige Nederlandse koraalsoort.

### Aantrekkelijker landschap verhoogt huizenprijs

Een voorbeeld van de waardering van een ecosystemedienst is het vergelijken van de productie van drinkwater uit door de natuur gezuiverd grondwater met op technische wijze gezuiverd oppervlaktewater. Regenwater dat in natuurgebieden valt, wordt deels gebruikt door de vegetatie om te kunnen groeien. Het overige deel zakt in de bodem en vult het grondwater aan. In de bodem wordt het regenwater gezuiverd door micro-organismen, en nutriënten worden gebonden aan bodemdeeltjes of benut door het bodemleven. Het water dat uiteindelijk de diepere bodemlagen bereikt, is schoon en hoeft niet verder gezuiverd te worden. Onderzoekers berekenden dat de zuiverende werking van de Veluwe jaarlijks ongeveer 40 miljoen op de zuiveringskosten bespaart.

Een ander voorbeeld is de Hoeksche Waard. In dit landbouwgebied heeft men gekeken naar de maatschappelijke effecten van een investering in natuurlijke en landschappelijke elementen, die de natuurlijke gewasbescherming ondersteunen en die tevens de belevingswaarde versterken.

#### VRAAG 2

Wat is het nadeel van het geven van een financiële waarde aan biodiversiteit?

Bloemrijke bermen en randen bevorderen de aanwezigheid van lieveheersbeestjes, spinnen en vogels, soorten die zich tegoed doen aan de voor landbouw schadelijke luizen en rupsen. Er hoeven minder bestrijdingsmiddelen te worden gebruikt, een ontlasting van het milieu in bodem en sloten. Dit bespaart boeren kosten van bestrijdingsmiddelen, al moeten ze wel goed opletten of plagen niet uit de hand lopen en steeds bepalen of aanvullende maatregelen nodig zijn. In de praktijk blijken de baten voor de boer (de besparing op bestrijdingsmiddelen) nog niet op te wegen tegen de kosten (de aanleg en het beheer van akkerlanden en de tijd die nodig is voor extra inspecties). In de MKBA voor de Hoeksche Waard is wel berekend dat de aanleg van bloemrijke randen per saldo gunstig uitpakt. Met de bloemrijke randen wordt namelijk de belevingswaarde van het landschap groter. Hiervan kunnen de recreatieondernemers en de horeca profiteren. De belangrijkste factor is de stijging van de huizenprijs (zie tabel blz. 54). De investeringen liggen dus bij de boeren en de overheid, de baten bij de recreatieonder-

nemers en de huizeigenaren. Dit zou beter verdeeld moeten worden.

### Inzichtelijk maken van kosten en baten

Het economisch waarderen van natuur helpt bij het inzichtelijk maken van de kosten en baten, en bij welke partijen deze terecht komen. Voor het daadwerkelijk realiseren van de plannen is het belangrijk uit te vinden hoe de kosten en baten het best onderling vereffend kunnen worden door de betrokken partijen. Daarbij kan gedacht worden aan het heffen van (toeristen)belasting en streekfondsen waarin baathebbers gelden storten waarmee kostenhebbers worden vergoed.

De studie in de Hoeksche Waard laat zien dat waarde en geld niet hetzelfde zijn. Een landschap wordt meer waard omdat het hoger gewaardeerd wordt. Hierdoor neemt de economische waarde van, bijvoorbeeld, huizen toe. Een huiseigenaar heeft dan niet meteen meer geld in zijn portemonnee, pas als hij het huis verkoopt. Als, in tijden van economische crisis, de huizenprijzen dalen, zal ook de verkoopprijs van mooi gelegen huizen dalen, terwijl de waarde van het landschap, in termen van beleving en genieten dezelfde blijft. Economisch waarderen van ecosystemendiensten is, naast ecologisch waarderen, belangrijk bij het aantonen dat natuur voor mensen een grote waarde heeft, die meer is dan een emotionele of intrinsieke waarde. Ook de gebruikswaarde draagt bij aan de kwaliteit van de leefomgeving, veiligheid en voedselvoorziening. Natuur krijgt daarmee een betekenis in de economie. Waardebepaling versterkt het belang dat aan biodiversiteit en ecosystemen wordt toegekend en vergroot het draagvlak voor de bescherming ervan.

Kosten- en batenposten	Contante waarde 2007 (in miljoenen euro)
<b>Kosten</b>	
Aanlegkosten	14,7
Beheerkosten	66,5
Inkomstenderving	7,9
<b>Totaal kosten</b>	<b>89,2</b>
<b>Netwerkbaten</b>	
Woongenot voor huizen met uitzicht op	39,4
Woongenot voor huizen in de radius van	22,4
Vereveningswaarde cultuurhistorie	57,9
Vereveningswaarde biodiversiteit	9,5
Uitgespaarde kosten insecticiden	1,4
Volksgezondheid: minder pesticiden in voedsel	pm
Schoon water: reductie insecticiden (reductie in gebruik)	pm
Bodemkwaliteit: uitgespaarde kosten kunstmest	pm
Recreatiebaten	2,6
<b>Totaal netwerkbaten</b>	<b>133,1 + pm</b>
<b>Baten losse elementen</b>	
Schoon water: reductie nutriënten (opname vegetaties + meemest-reductie)	6,2
Schoon water: reductie gewasbeschermingsmiddelen (drift-reductie)	pm
Vermeden baggerkosten door erosiebestrijding	2,1
Woongenot door behoud erfgoed	1,8
<b>Totaal baten losse elementen</b>	<b>10,2 + pm</b>
<b>Totaal baten</b>	<b>143,4 + pm</b>
<b>Saldo</b>	<b>54,2 + pm</b>

Voorbeeld van een berekening waarbij de kosten en baten van natuuraanleg en -behoud worden afgewogen. In dit geval voor de Hoeksche Waard. De kosten voor bijvoorbeeld de aanleg en het beheer van de natuur zijn 89,2 miljoen euro, de gezamenlijke baten – waaronder de stijging van de huizenprijzen en de cultuurhistorische waarde en de voordelen door schoner oppervlaktewater – zijn 143,3 miljoen euro. De voorgestelde natuurmaatregelen leveren hier dus geld op.

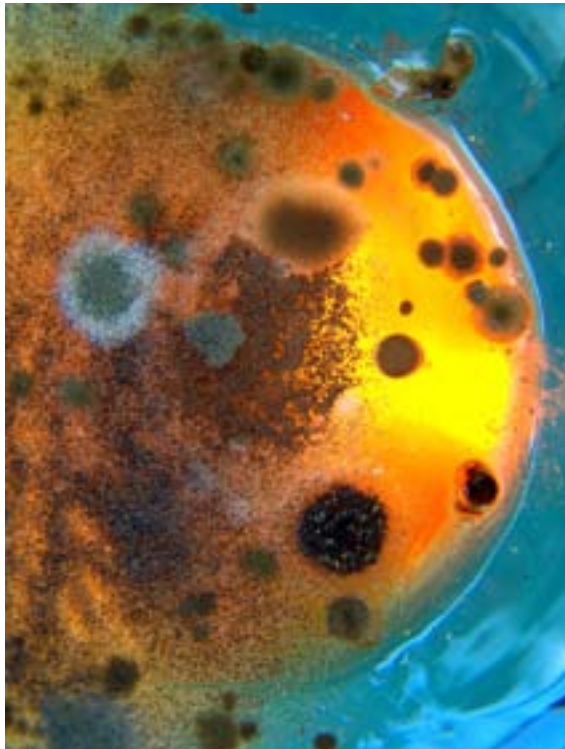


## Op expeditie naar nuttige soorten

■ MAARTEN EVENBLIJ

De Madagaskische maagdenpalm is een altijd groene plant met schattige roze bloemetjes. Hij groeit op het eiland Madagaskar en bevat tientallen chemische verbindingen, die farmaceutische eigenschappen hebben. Al in de jaren '20 begonnen onderzoekers de plant uiteen te rafelen omdat deze een medicinale werking zou hebben. Uiteindelijk zijn er stoffen (*vinblastine* en *vincristine*) in gevonden die in staat zijn de deling van cellen, en dus ook van kankercellen te remmen. Ruim 40 jaar later leverde een andere plant, de taxusboom *Taxus brevifolia*, een ander medicijn tegen kanker op: *plactitaxel*, beter bekend als Taxol. Dit na een

Schimmels zijn vaak een bron van medicijnen gebleken.



gerichte speurtocht naar medicijnen tegen kanker die uit de natuur komen. En nog weer later werd ontdekt dat de huid van een klein rood gifkikkertje in Ecuador de stof *epibatidine* bevat, die vele honderden keren sterker is dan morfine.

### Tallose geneesmiddelen uit de natuur

Het zijn tot de verbeelding sprekende voorbeelden van de natuur als basis voor geneesmiddelen. Een basis die dreigt te verdwijnen als de biodiversiteit vergaand wordt aangetast. En in één adem worden er dan nog veel oudere geneesmiddelen aan toegevoegd, als aspirine uit wilgenbladeren (tegen pijn), kinine uit de bast van de kinaboom (tegen koorts en malaria) en natuurlijk de pijnstillers morfine uit de papaverbol. En het is waar: er zijn tallose voorbeelden van geneeskrachtige planten en dieren. Al sinds de oudheid proberen artsen, of wie daarvoor doorgingen, de werkzaamheid van die planten te verbeteren. De opkomst van de chemie in de negentiende en twintigste eeuw heeft het mogelijk gemaakt om de werkzame stoffen uit die planten, dieren en micro-organismen (bijvoorbeeld de schimmel *Penicillium notatum*, de bron van het antibioticum penicilline) te isoleren en te verbeteren door hun structuur een klein beetje te veranderen.

Wetenschappers en vertegenwoordigers van de farmaceutische industrie hebben tallose expeditie gehouden naar ontoegankelijke streken, om de plaatselijke bevolking uit te horen over de medicinale toepassing van hun omgeving, en op zoek te gaan naar zulke geneeskrachtige organismen. Vooral het tropisch regenwoud was daarbij populair, vanwege zijn enorme rijkdom aan soorten. Toen duidelijk werd dat de natuur in de tropen in rap tempo werd aangetast, vreesden sommigen dat door het verlies van biodiversiteit unieke kansen op de genezing van ziekten en de verbetering van de gezondheid van mensen voorgoed verkeken waren. Er was haast geboden!

## Potentiële schatkist voor medicijnen

Onderzoekers en actiegroepen benadrukten dat waarschijnlijk slechts 1 procent van alle planten en bloemen met een medicinale werking onderzocht is, en dat het oerwoud een potentiële schatkist op – onder andere – medicinaal gebied is. Wellicht ligt hier een medicijn verborgen tegen kanker, aids, of willekeurig welke andere ziekte die tot op heden beperkt of niet is te behandelen, was de gedachte. Vernietiging van het regenwoud betekende de vernietiging van al die potentie. Dus was het van (levens)belang dat deze schatkist werd beschermd en dat de reusachtige hoeveelheid kennis van de lokale bevolking over dergelijke medicatie werd verzameld en geanalyseerd. Die opleving in medicinale expedities, die begon in de jaren '80 van de vorige eeuw, heeft niet lang geduurd.

Er ontstonden politieke strubbelingen omdat de landen die over zulke interessante flora en fauna beschikken geld wilden zien. Ze voelden zich opnieuw gekoloniseerd en beroofd, maar nu van hun genetische schatten. Als de rijke landen zo nodig gebruik wilden maken van de biodiversiteit in het armere deel van de wereld, en daarmee winstgevende producten wilden maken, die ook nog eens onbereikbaar zouden blijken voor het grootste gedeelte van de wereldbevolking, dan moesten ze daar ook maar voor betalen. Veel rijke landen stelden zich op het standpunt dat biodiversiteit en genen voor iedereen vrij toegankelijk moesten zijn, en dat ook de arme landen zouden profiteren van de gezondheidsvoordelen die eruit voortkomen. Het werd een principiële discussie die de animo voor dit soort expedities heeft doen afnemen.

## Laboratorium als belangrijkste bron

Voor de afgenomen interesse voor biodiversiteit was overigens nog een andere reden, namelijk de ontwikkeling van de biochemie, de moleculaire biologie, de medische wetenschap en de bio-infor-

## Bosbranden

Bosbranden zijn een ramp voor de biodiversiteit. Planten verbranden, bomen leggen het loodje, het bodemleven verschroeit en al wat kan bewegen maakt zich uit de voeten of sterft. Toch lijkt het regenwoud na hevige bosbranden in staat te herstellen, ontdekten Nederlandse onderzoekers van NWO die het herstel van het tropisch regenwoud na verstoringen onderzochten. Na een brand komen vrijwel alle plantensoorten nog voor, vooral in de laag gelegen gedeelten, rond beekjes en rivieren. De zaden die in hogere gedeelten nog in de bodem zitten, zijn bijna altijd afkomstig van zogeheten pioniersplanten, die van de vrijgekomen ruimte gebruik-

maken om razendsnel te groeien. Ze zijn heel belangrijk voor het behoud van de structuur van het bos en geven de zaailingen van de planten uit de laaggelegen gebieden de gelegenheid op te komen. Die combinatie is in theorie genoeg om weer een regenwoud met een hoge biodiversiteit te doen ontstaan. Daarom moeten de nieuw opgekomen bomen op een afgebrand stuk worden gekoesterd in plaats van gekapt. Helaas gaat dat vaak mis. Bomen worden gekapt en het bos opnieuw in brand gestoken. Overigens blijkt uit onderzoek in het Amerikaanse Yellowstone Park dat geregelde bosbranden op kleine schaal de biodiversiteit juist ten goede komen.

Na een flinke bosbrand kan de biodiversiteit zich herstellen.



matica. De wetenschap krijgt steeds meer greep op hoe stoffen ingrijpen op cellen en de stofwisseling van de mens. Steeds minder is een stof met een toevallige werking de basis van een medicijn, maar steeds vaker vormt kennis over de werking van biologische processen het fundament voor de ontwikkeling van nieuwe farmaceutica. Bovendien blijkt in de praktijk dat het soms vele decennia duurt voor een stof die in de natuur is gevonden op de markt kan komen als werkzaam en vooral veilig medicijn. Te vaak openbaren zich onverwachte bijwerkingen, omdat planten en dieren zich nu eenmaal niet hebben ontwikkeld met als doel te voorzien in pijnbestrijding, antibiotische werking of kankerremming bij mensen. Er zijn inmiddels andere technieken om bijna elk denkbaar molecuul te synthetiseren in het laboratorium en grote hoeveelheden van zulke stoffen snel te testen op hun mogelijke werkzaamheid. Dit alles is onafhankelijk van de mate van biodiversiteit op aarde.

### Fokken en veredelen

Anders ligt dat voor de veredeling van landbouwgewassen en het fokken van vee. Sinds de eerste mensen 7000 tot 10.000 jaar geleden begonnen met landbouw en veeteelt in het Midden-Oosten, Midden-Amerika en Oost-Azië, hebben ze wilde rassen veredeld door de zaden van de beste exemplaren te zaaien voor het volgend jaar en de beste dieren te gebruiken voor het fokken. Het uitgangsmateriaal daarvoor waren de planten- en dierrassen in de directe omgeving. Het is waarschijnlijk dat de domesticering – het telen of houden – van planten en dieren niet op toevallige plaatsen op aarde is begonnen, maar op plekken waar relatief veel wilde rassen voorkwamen. Door de geografische en klimatologische omstandigheden hebben bepaalde soorten planten en dieren er welig kunnen tieren. Voor diverse gewassen komt op aarde een aantal belangrijke van deze genencentra voor (ook wel centra van oorsprong of hotspots genoemd).



**Oude landrassen, zoals spelt, kunnen nuttige eigenschappen hebben voor het verbeteren van andere gewassen.**

#### VRAAG 3

Wat is het idee achter genenbanken?

Over de exacte oorspronggebieden en de vraag of bepaalde soorten niet op diverse plaatsen zijn ontstaan, is discussie. Met een slag om de arm kan gesteld worden dat bijvoorbeeld de aardappel van oorsprong uit de Chileense Andes komt, maïs uit Mexico, rijst uit India, tarwe uit het Midden-Oosten en Centraal-Azië, sla uit het Middellandse Zeegebied en druiven uit Centraal-Azië. Runderen komen uit het Midden-Oosten en India, paarden uit Noord- en Centraal-Azië, ezels uit Noordoost-Afrika en varkens uit het Midden-Oosten en Oost-Azië, net als geiten en schapen.

### Terug naar wilde en oude landrassen

Nog steeds beschikken dergelijke oorspronggebieden over een hoge variatie aan rassen van dezelfde soort, en zijn ze interessant voor veredelaars en fokkers. De moderne landbouw is immers voor een zeer groot gedeelte gestoeld op slechts enkele soorten gewassen, die dermate sterk zijn veredeld

**Excursies, zoals hier naar Griekenland waar veel inheemse uiensoorten voorkomen, kunnen veredelaars helpen bij het verbeteren van hun gewassen, zoals de aan uien verwante prei.**

en geselecteerd dat ze onder zoveel mogelijk omstandigheden een zo hoog mogelijke opbrengst leveren. Die veredeling heeft ertoe geleid dat de genetische basis van onze landbouwgewassen, en ook van het vee, nogal smal is. Op veel plaatsen met moderne akkerbouw en veeteelt zijn de oude landrassen, en zeker de wilde rassen verdwenen of in het museum terecht gekomen. Soms letterlijk. Want het is voor veredelaars en fokkers nodig om af en toe terug te kunnen grijpen op eigenschappen die niet meer in de commerciële gewassen zitten, maar nog wel in wilde of oude landrassen. Bijvoorbeeld de bestendigheid tegen droogte en zout van tarwe of rijst. Dan moet de veredelaar overstappen op andere rassen, die misschien niet zulke mooie korrels opleveren, maar wel goed tegen deze klimatologische stress kunnen. Hij

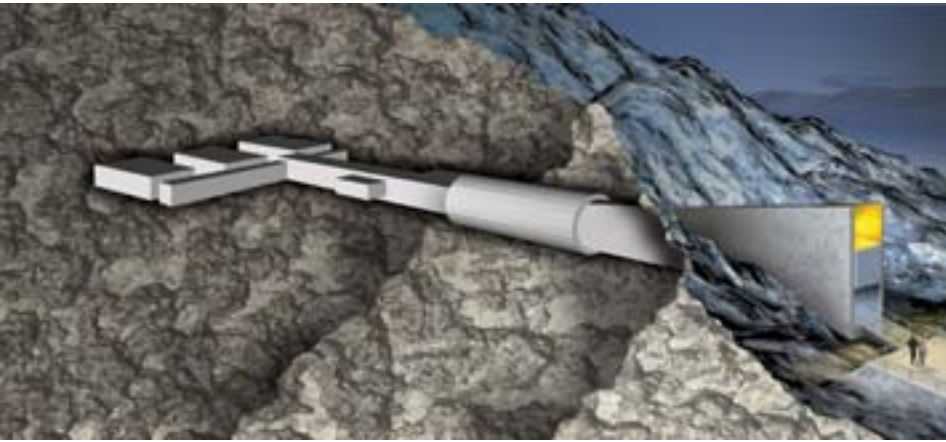
hoopt dan die eigenschappen te kunnen kruisen in zijn commerciële gewas. Rassen met zulke gewenste eigenschappen kunnen worden gevonden in de genencentra voor de betreffende soort.

Al sinds de jaren '50 worden daarom geregeld expedities gehouden naar zulke gebieden om wilde rassen en oude landrassen te verzamelen. Het Centrum voor Genetische Bronnen Nederland (CGN) van de Wageningen UR bijvoorbeeld, heeft sinds 1955 dertig van zulke expedities gehouden naar ondermeer de Andes, Peru, Pakistan, Bolivia, Spanje, Egypte, Turkije, Oezbekistan, Armenië en Tadzjikistan. De verzamelaars waren vooral geïnteresseerd in knollen, zaden en vruchten van aardappelen, tarwe, gerst, en groenten en fruit als tomaat, sla, komkommer, uien, kool, wortel en meloen.

### **Wageningen als hotspot biodiversiteit**

Wageningen heeft niet het enige instituut dat zulke missies uitvoert. Over de hele wereld wordt dit gedaan door talloze onderzoeksinstituten die zich bezighouden met veredeling. De verzamelde planten en zaden worden beheerd in zogeheten genenbanken of genetische collecties, zodat ze beschikbaar blijven voor veredelaars. Er zijn mondiale netwerken en uitwisseling tussen publieke genenbanken, naast de commerciële genetische collecties van veredelingsbedrijven. Zo ontstaan naast de natuurlijke ook kunstmatige hotspots. Wageningen is zo'n kunstmatige hotspot voor diverse soorten die wordt beheerd door het CGN. De gewascollectie telt in totaal ruim 23.000 verschillende genetische monsters. Daarnaast is sperma opgeslagen van ruim 50 verschillende rassen runderen, paarden, varkens, schapen en pluimvee. Er zijn elders op de wereld ook zulke instituten (dikwijls als onderdeel van de Wereldvoedselorganisatie FAO): zoals voor rijst in de Filipijnen en Ivoorkust, voor aardappelen in Lima en





Op Spitsbergen bevindt zich een enorme internationale genenbank van wel 200.000 gewassen, die is ingegraven in een ijskoude berg.

voor maïs en tarwe in Mexico. In Syrië is een grote VN-genenbank voor granen, groenten en veevoer. Wereldwijd zijn er ongeveer 1.300 genenbanken. De grootste internationale genenbank ligt op Spitsbergen ten noorden van Noorwegen. De opslagkuis bevindt zich aan het einde van een 125 meter diepe tunnel in de permanent bevroren bodem en bevat de zaden van zo'n 200.000 gewassen van over de hele wereld. Dankzij de koude zouden ze wel 10.000 jaar bewaard kunnen worden.

Dat deze kunstmatige hotspots bestaan, wil niet zeggen dat we de biodiversiteit in de natuurlijke hotspots maar kunnen laten verminderen. De kunstmatige hotspots zijn immers bijzonder kwetsbaar vergeleken met een hotspot van vele duizenden, zo niet honderdduizenden vierkante kilometers.

Een enkele brand kan ze volledig in de as leggen, en een burgeroorlog, zoals in Syrië waar een grote genenbank staat, betekent ook extra risico. Bovendien zijn genenbanken statisch. Het genetische



materiaal ligt er opgeslagen en wordt alleen af en toe gecontroleerd vermeerderd. In de natuur vindt voortdurend interactie plaats tussen honderdduizenden planten (en dieren), ontstaan nieuwe variëteiten en wordt de genetische basis van een gewas vaak juist breder. Door concurrentie loopt het natuurlijk ook het risico te verdwijnen. Niet alleen is een kunstmatige hotspot geen vervanging voor een natuurlijke hotspot, ook strekt de biodiversiteit in een hotspot zich aanzienlijk verder uit dan alleen die van de soorten die interessant zijn voor akkerbouwers, veetelers of andere commerciële gebruikers. Een extra argument om behoedzaam om te gaan met de natuurlijke biodiversiteit.

---

Veel rijke landen stellen zich op het standpunt dat biodiversiteit en genen voor iedereen vrij toegankelijk moeten zijn

# Ecosysteemdiensten

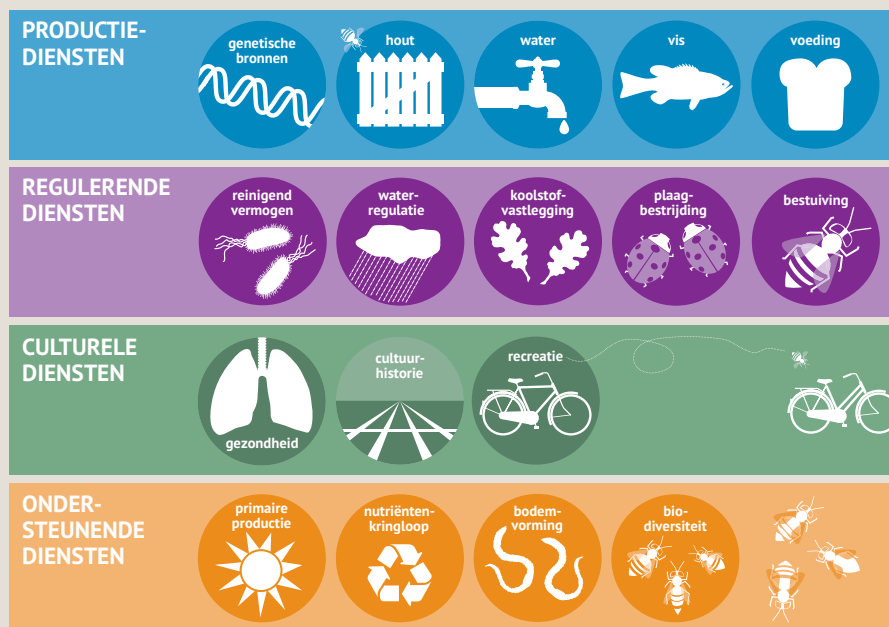
■ DICK MELMAN  
■ KEES HENDRIKS

**D**E DIENSTEN die de natuur de mens biedt, de ecosysteemdiensten, krijgen in het beleid steeds meer aandacht. Dat komt onder andere doordat dit concept ruimte biedt aan de maatschappelijke betekenis en waardering van natuur, en houvast geeft voor duurzaamheid. Economie en ecologie worden ermee aan elkaar verbonden. Het concept wordt sinds de *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) in 2005 wereldwijd gebruikt en maakt duidelijk dat natuur geen blok aan het been is dat ons handelen beperkt, maar dat we er juist veel profijt van hebben. De baten die natuur ons biedt zijn zeer uiteenlopend. De MEA onderscheidt: productie-

De natuur levert diverse typen ecosysteemdiensten. Zie voor een uitleg de tekst in dit kader.

diensten, regulerende diensten, culturele diensten en ondersteunende diensten (zie figuur).

Bij de productiediensten gaat het zowel om producten uit min of meer natuurlijke systemen, als om producten uit door de mens gereguleerde systemen. Dus vis uit zee, hout uit het woud en water uit de grond, maar ook gras, melk en graan uit de landbouw. Dat gaat dus verder dan alleen 'puur natuur'. Dat mensen actief zijn (investeren) in deze systemen doet niets af aan het feit dat het een ecosysteem is dat ons diensten levert. De menselijke investering is dan onderdeel van het ecosysteem. Maar een analyse van bijvoorbeeld de landbouw als ecosysteem laat zien dat deze vaak weinig duurzaam is. Zo wordt onder andere de waterkwaliteit sterk belast. Voor de productie van onze zuivel, ons vlees en onze eieren gezamenlijk is ongeveer 12.000 vierkante kilometer agrarische grond buiten Nederland nodig; dat is aanzienlijk meer dan we binnen Nederland daarvoor gebruiken (ongeveer 9.000 vierkante kilometer).



## Vastleggen van CO<sub>2</sub>

Regulerende diensten hebben betrekking op het reguleren van natuurlijke processen. Zoals biologische bestrijding in de landbouw (bijvoorbeeld het inzetten van lieveheersbeestjes tegen luizen), bestuiving van fruitbomen en bloemen door bijen, hommels en zweefvliegen, klimaatregulatie (zoals het temperen van de temperatuur in stedelijk gebied door begroeiing en het vastleggen van CO<sub>2</sub> in bossen en veenbodems), waterregulatie (opname van overvloed door moerasgebieden) en het reinigend vermogen (filteren van fijn stof

#### ANTWOORD 1

Van veel ecosystemen weten we niet hoe ze in elkaar zitten en welke organismen welke rol precies spelen. Ook kunnen soorten die ogenschijnlijk op elkaar lijken, zoals regenwormen, verschillende functies in de bodem hebben.

#### ANTWOORD 2

Het gevaar is dat het ontbreken van een financiële waarde ertoe leidt dat 'niet nuttige' biodiversiteit veronachtzaamd wordt ten opzichte van voor de mens 'nuttige' soorten.

#### ANTWOORD 3

Genenbanken kunnen soorten behoeden voor uitsterven door natuurlijke of menselijke oorzaken, doordat met bewaard genetisch materiaal soorten zich opnieuw kunnen vestigen. Bovendien is het genetisch materiaal gemakkelijk toegankelijk voor veredelaars.

door begroeiing). Culturele diensten bevorderen het geestelijk en sociaal welbevinden, zoals het bieden van recreatie, gezondheid, en voordelen die voortvloeien uit (natuur)educatie, artistieke en religieuze inspiratie en esthetische beleving. De ondersteunende diensten, ten slotte, behelzen de ecologische processen die nodig zijn voor het leveren van de bovengenoemde diensten. De nutriëntenkringlopen, bodemvorming en primaire productie (leveren van biomassa) behoren ertoe. Deze diensten maken de andere diensten mogelijk, door het creëren van voorwaarden.

Dit, misschien wat abstracte, concept maakt het mogelijk diverse diensten te kunnen herkennen en de omvang ervan te berekenen. Dat kan ons helpen ons handelen duurzaam te maken. Bijvoorbeeld bij het klimaatprobleem. Bossen leggen CO<sub>2</sub> vast. In Nederland is dat ongeveer twaalf ton CO<sub>2</sub> per hectare per jaar, voor heel Nederland is dat jaarlijks bijna 3 miljoen ton CO<sub>2</sub>. Dat is bescheiden vergeleken met de CO<sub>2</sub> die we uitstoten door het gebruik van fossiele brandstof: 1,3 procent. Als er geen fossiele brandstoffen zouden zijn, dan hadden we tachtig maal het huidige Nederlandse oppervlak aan bos nodig om dezelfde hoeveelheid energie te produceren. Om een en ander een beetje in evenwicht te kunnen houden, moeten we meer wind- en zonne-energie gaan gebruiken om tot een duurzamer energiegebruik te komen.

#### **Bestuiving van gewassen**

Bestuiving is essentieel voor de fruit- en vruchtproductie. Geschat wordt dat de waarde van de oogst die dankzij bestuiving wordt geproduceerd

in Nederland ongeveer 1 miljard euro per jaar bedraagt. Van al dat bestuivingswerk neemt de honingbij ruim tachtig procent voor haar rekening, de rest geschiedt door wilde bijen en zweefvliegen. Als de honingbij zou wegvallen, iets waarover steeds meer zorg is gezien de aanzienlijke sterfte die tegenwoordig soms optreedt, wordt de rol van de wilde soorten alleen maar belangrijker. Onlangs schatten Duitse onderzoekers de waarde van biologische bestuiving wereldwijd op 350 miljard US dollars in 2009. Zij onderzochten 60 landbouwgewassen, waaronder koffie, cacao, appels en soja die afhankelijk zijn van bestuiving door dieren, voornamelijk insecten als honingbijen en wilde bijen, vlinders en hommels.

Het aardige is dat een ecosysteem meer diensten tegelijkertijd kan leveren: stapeling van diensten. Een bos legt CO<sub>2</sub> vast, zorgt voor een mild klimaat, filtert fijn stof uit de lucht, herbergt veel soorten, draagt bij aan waterregulatie en biedt gelegenheid voor recreatie. Vooral natuurgebieden (duinen, de Veluwe) bieden gestapelde diensten. In landbouwgebieden wordt door toedoen van de mens één dienst gemaximaliseerd (voedselproductie) en nemen andere diensten in betekenis af, bijvoorbeeld biologische plaagonderdrukking of waterwinning. Een ander beheer en een andere inrichting van zulke gebieden kunnen het aantal ecosystemendiensten doen toenemen en leiden tot een duurzamer voedselproductie.

**De biodiversiteit verbetert niet vanzelf. Daar zijn talloze nationale afspraken en internationale verdragen voor nodig. En natuurlijk een goed beheer van natuur en landschap, waarbij ecologische en economische uitgangspunten met elkaar in evenwicht zijn.**





# 4

## De handen uit de mouwen

**E**R ZIJN talloze nationale en internationale afspraken die tot doel hebben de natuur te beschermen en de achteruitgang van de biodiversiteit te stoppen. Nederland heeft zich internationaal verplicht bepaalde soorten, ecosystemen en landschappen in stand te houden en uit te breiden, en ook Europese richtlijnen op dat terrein zijn dwingend. Dat gaat niet vanzelf, want er zijn veel, meer economisch georiënteerde krachten die zulke praktijken in de weg staan. Dat levert soms zeer bijzondere situaties op, bijvoorbeeld dat een huis niet gesloopt kan worden omdat er een mussenpaartje in broedt of vleermuizen in huizen, vanwege de zorgplicht ter bescherming van soorten. Langzaam maar zeker weten overheden en bedrijfsleven beter om te gaan met deze zorgplicht, en ontstaan er voorbeelden waarin ecologie en economie op creatieve wijze samenkomen.

### Nederlands biodiversiteitsbeleid

- LYDIA WESTEROUEN VAN MEETEREN
- CATHRIEN DE PATER

Nederland heeft een bijzondere natuur, met speciale, soms zeldzame planten en dieren. Op een

relatief kleine oppervlakte komen veel verschillende soorten natuur voor: duingebieden, bossen, polders, rivieren, heuvellandschap en zee. Hier is ook unieke natte natuur te vinden – bijvoorbeeld het Waddengebied – die in Europa en elders in de wereld zeldzaam is. De wereld kan niet zonder natuur. Soorten en ecosystemen – de biodiversiteit – zorgen bijvoorbeeld voor de productie van zuurstof, de afbraak van dode dieren en planten, de bestuiving van planten – waaronder landbouwgewassen, het zuiveren van water en het beheersen van plagen. Natuur betekent voor de mens voedsel, bouw materiaal, brandstof (hout), grondstoffen voor kleding (zoals katoen) en medicijnen.

Het behoud van ecosystemen en soorten is belangrijk voor de economie en het welzijn van mensen. Tegelijkertijd is Nederland een dichtbevolkt deltagebied met veel transportactiviteiten, maar ook met dure landbouwgrond, intensieve landbouw en stadsuitbreiding. Dit levert spanningen op tussen economische belangen en het natuurbelang. Hoe zorgen we ervoor dat we deze bijzondere en noodzakelijke natuur op ons eigen grondgebied in stand houden? En dat we dat ook elders in de wereld bevorderen? Hoe bereiken we een rechtvaardiger wereld, waarin natuurlijke



Nederland is, door zijn ligging op trekroutes, belangrijk voor trekvogels, zoals deze spreeuwen.

hulpbronnen van ontwikkelingslanden niet worden uitgeput; een wereld waarin iedereen voldoende te eten heeft en er voldoende welvaart is?

### Bijzondere verantwoordelijkheid

De achteruitgang van de biodiversiteit is een internationaal probleem dat niet bij de landsgrenzen

ophoudt. De natuur in Nederland is onlosmakelijk onderdeel van een groter geheel. Nederland ligt bijvoorbeeld op een knooppunt van vogeltrekroutes, waardoor onze natuurgebieden een essentiële en onmisbare schakel zijn in de mondiale bescherming van vogels. We zijn internationaal in het bijzonder verantwoordelijk voor behoud, herstel en ontwikkeling van natuur en landschap die kenmerkend zijn voor Nederland. De overheid speelt hierin een belangrijke rol. Nederland heeft hierover in de afgelopen jaren afspraken gemaakt op Europees en mondiaal niveau. Deze afspraken zijn vervolgens vertaald in nationaal beleid. De doelstelling daarvan is te zorgen dat er in 2020 duurzame condities zijn voor het voortbestaan van alle soorten en populaties die in 1982 van nature in Nederland voorkwamen.

### Ruggengraat van de Nederlandse natuur

Om de internationale afspraken over het behoud van de biodiversiteit in Nederland te realiseren, heeft de overheid nationaal natuurbeleid ontwikkeld. Het Natuurbeleidsplan (NBP) uit 1990 bevatte een plan voor het tot stand brengen van de zogeheten Ecologische Hoofdstructuur (EHS). De EHS is een netwerk van grote en kleine natuurgebie-

## Ecologische Hoofdstructuur en Natura 2000

- LYDIA WESTEROUEN VAN MEETEREN
- CATHRIEN DE PATER

De Ecologische Hoofdstructuur (EHS) bestaat uit natuurgebieden, landbouwgebieden met mogelijkheden voor agrarisch natuurbeheer, en grote wateren (IJsselmeer, Waddenzee en de kustzone van de Noordzee). De provincies hebben de taak de EHS te realiseren. De Neder-

landse EHS zou in 2018 klaar moeten zijn, maar dit is in overleg met de provincies uitgesteld tot 2021. De inrichting is nog gaande. Ongeveer 60 procent van de voor de EHS benodigde grond is aangekocht en ruim de helft daarvan is inmiddels ingericht. De oorspronkelijke omvang bedroeg

6,3 miljoen hectare in de grote wateren en ons deel van de Noordzee, en 725.500 hectare op land; het kabinet-Rutte heeft besloten dat de omvang van de EHS op land wordt teruggebracht tot circa 620.000 hectare. Nederland heeft 162 gebieden aangemeld die deel uit zullen maken van

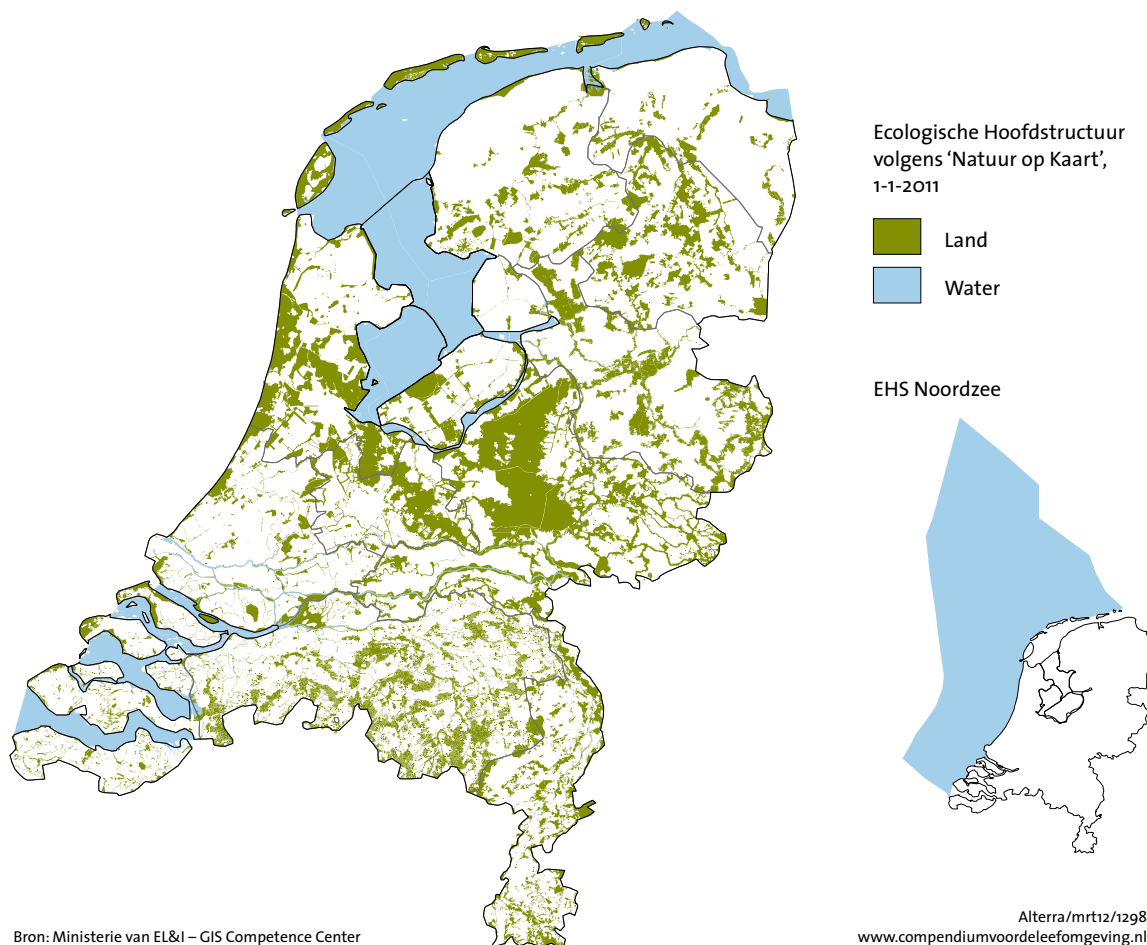
het Nederlandse aandeel van het Europese Natura 2000-netwerk. Inmiddels zijn daar vier gebieden op de Noordzee bij gekomen. Deze gebieden in Nederland hebben gezamenlijk een oppervlakte van ruim 1,1 miljoen hectare. Ongeveer 69 procent is water, de rest is land.

den waarin de natuur (planten en dieren) voorrang heeft en wordt beschermd. Daarmee wordt voorkomen dat natuurterreinen geïsoleerd komen te liggen, dieren en planten uitsterven, en natuurgebieden zo hun waarde verliezen. De EHS kan worden gezien als de ruggengraat van de Nederlandse natuur.

Natura 2000 is het Europese antwoord op de vraag: Hoe stoppen we de achteruitgang van de biodiversiteit? Natura 2000 is een Europees netwerk van natuurgebieden waarin belangrijke flora

en fauna voorkomen, gezien vanuit een Europees perspectief. Doel is deze flora en fauna duurzaam te beschermen en waar nodig te herstellen. In elke EU-lidstaat zijn beschermingsgebieden aangewezen. De Nederlandse onderdelen van dit Europese netwerk liggen nagenoeg geheel binnen de Ecologische Hoofdstructuur. Natura 2000-gebieden, en ook de Ecologische Hoofdstructuur, zijn geen natuurreservaten waar niemand mag komen. Vaak kan er worden gewandeld en gefietst, maar ook gewoond en gewerkt.

### Ecologische Hoofdstructuur (EHS), 2011



Bron: Ministerie van EL&I – GIS Competence Center

De Ecologische Hoofdstructuur van Nederland moet een aaneengesloten gebied vormen, zodat planten en dieren zich over grotere afstanden kunnen verspreiden en niet binnen één gebied geïsoleerd raken.

## VRAAG 1

Wat is de afgelopen jaren een belangrijke verandering in het natuurbeleid?

### Soortenbeleid

Uitsterven is een natuurlijk proces dat door de hele evolutie heen heeft plaatsgevonden. Doorgaans nemen andere planten en dieren de leefgebieden en ecologische functies van uitgestorven soorten weer in. Maar tegenwoordig verdwijnen niet alleen soorten, maar ook hele leefgebieden (biotopen). Daardoor kunnen nieuwkomers de vrijgekomen plaatsen niet gemakkelijk innemen en vallen hun functies, bijvoorbeeld de bestuiving, weg. Soms heeft dat zelfs een kettingreactie van uitsterven tot gevolg en wordt een heel ecosysteem uit balans geduwd. Parasieten, mijten, vlinders, kevers en wormpjes die voor hun bestaan afhankelijk zijn van de verdwenen soort, lopen het gevaar mee het graf in te worden gezogen. Voorbeelden zijn planten waarvan bepaalde soorten vlinders afhankelijk zijn. De vernietiging van biotopen wordt vaak veroorzaakt door menselijk handelen, zoals het kappen van bos, onduurzame landbouw, milieuvervuiling en overbevissing. De mens heeft hierdoor een 'natuurramp' veroorzaakt waarvan we de omvang nog niet kunnen overzien.

Met het beschermen van gebieden kunnen we

de instandhouding van een groot aantal planten- en diersoorten borgen, maar niet van allemaal. Voor sommige soorten zijn aanvullende maatregelen nodig in natuurgebieden en soms ook daarbuiten. Voor die categorieën van soorten kent het natuurbeleid een tweede spoor: het soortenbeleid. Dit bestaat uit een passieve en een actieve vorm van bescherming. Passieve bescherming betekent dat de Flora- en faunawet schadelijke activiteiten verbiedt. De actieve bescherming vindt plaats via maatregelen die zich richten op bescherming van de soort: de leefgebiedenbenadering.

### Flora- en faunawet

De Flora- en faunawet (2002) verbiedt activiteiten die schadelijk zijn voor beschermde soorten. Ook zijn op grond van de Flora- en faunawet de zogenoemde nationale Rode Lijsten van bedreigde en kwetsbare soortengroepen vastgesteld. De Rode Lijsten dragen bij aan de bescherming van soorten door het creëren van bewustwording over de status van dier- en plantensoorten wereldwijd. Die lijsten zijn belangrijk voor het stellen van prioriteiten in het natuurbeleid. Voorbeelden van Rode Lijstsoor-

## Internationale verdragen

- LYDIA WESTEROUEN VAN MEETEREN
- CATHRIEN DE PATER

Nederland ratificeerde de Conventie inzake Biologische Diversiteit (CBD, ofwel het VN-Biodiversiteitsverdrag van 1992) in 1993 en was sindsdien een actieve partner. De nieuwe CBD-strategie voor 2020 houdt in dat alle partijen de noodzakelijke acties in gang zetten om het netto verlies aan biodiversiteit volledig stop te zetten (*No Net*

*Loss*) en te bewerkstelligen dat in 2020 alle ecosystemen weer veerkrachtig zijn. Daartoe is een actieplan met 20 punten opgesteld. Nederland heeft de nieuwe EU-biodiversiteitsstrategie (2011) onderschreven. Doelstellingen zijn onder meer: No Net Loss; natuurbehouden -herstel; het in stand houden en stimuleren

van ecosysteemdiensten door het realiseren van een groene infrastructuur en het herstel van minstens 15 procent aan aangetaste ecosystemen; het bereiken van een duurzame landbouw en visserij, onder meer door biodiversiteitsgerichte maatregelen die vallen onder het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid en het Gemeenschappelijk

Visserijbeleid; bestrijding van invasieve exoten en de economische schade die zij veroorzaken; realiseren van het EU-aandeel in het bereiken van de wereldwijde biodiversiteitsdoelstellingen onder de CBD; de implementatie van EU milieuregelgeving en de bijdragen daaraan door de lidstaten en andere overheden.



Het tweekleurige hooibeestje is voor het laatst in 1988 in Nederland waargenomen (op de Veluwe) en komt voor op de Rode Lijst van beschermde soorten.

ten zijn diverse vlindersoorten, de zeehond, de bever, de egel en vissen zoals kabeljauw en paling.

Het tweede onderdeel van het soortenbeleid richt zich op groepen van soorten in hun leefgebieden (in totaal 434 soorten). Maatregelen die voor één bedreigde soort worden genomen, kunnen ook ten goede komen aan andere soorten. De nadruk ligt op kansrijke potentiële leefgebieden voor diverse (bedreigde) soorten tegelijkertijd. Op deze manier profiteren verschillende soorten van maatregelen die worden getroffen in een groter geheel. Door leefgebieden te beschermen, heeft een soort als geheel dikwijls meer kans op overleven dan door afzonderlijk elke plek te beschermen waar zich bijzondere populaties bevinden. Als de sleutelpopulaties worden beschermd, kan op andere mogelijke vindplaatsen van deze soorten voorrang

worden gegeven aan economische activiteiten, is de gedachte. Naast soortenbescherming kan de leefgebiedenbenadering ook positief uitpakken voor de economie.

### **No Net Loss en verkleining ecologische voetafdruk**

Overheidsbeleid voor internationale biodiversiteit dateert al van 1991. Toen trad het Regeringsstandpunt Tropisch Regenwoud (RTR) in werking. Daarin stelde het Rijk jaarlijks 150 miljoen gulden (90 miljoen euro) beschikbaar voor de bescherming en het duurzame beheer van tropisch regenbos. Al snel daarna is de Nederlandse inzet voor biodiversiteit verbreed in diverse beleidsprogramma's voor internationale samenwerking voor biodiversiteit.

Daarnaast heeft Nederland internationale afspraken gemaakt om zijn invloed op ecosyste-



men elders in de wereld en voor de generaties die na ons komen duurzaam te maken. De invloed van onze manier van leven op het buitenland is namelijk groot. Voorbeelden zijn mijnbouw, energiewinning, toerisme, en gebruik van grondstoffen zoals hout, soja, palmolie, vismeel en biomassa. Ze beïnvloeden allemaal het milieu negatief en leggen beslag op land- of zeegebieden. Onze ecologische voetafdruk – de ruimte die we per persoon innemen op aarde – wordt berekend op basis van onze levensstijl. Consumptie neemt bijvoorbeeld ruimte in beslag, omdat eten en drinken verbouwd en vervoerd moeten worden. Maar ook papiergebruik (denk aan het kappen van bomen) en energieverbruik (CO<sub>2</sub>-uitstoot) kosten veel ruimte. Nederland heeft de internationale en Europese doelstelling van *No Net Loss* onderschreven: vanaf 2020 willen we niet meer interen op onze biodiversiteitsvoorraad.

Een verkleining van onze ecologische voetafdruk vereist een verandering van de wijze waarop we in Nederland consumeren en produceren.

**De eerste Green Deal tussen de overheid en het bedrijfsleven werd afgesloten op 3 oktober 2011 en behelst het hergebruik van slib uit rioolwaterzuiveringsinstallaties tot groen gas.**

Vooral in sectoren die een grote negatieve invloed hebben op de biodiversiteit is het belangrijk dat productstromen kunnen worden verduurzaamd, zodat onze directe ecologische voetafdruk afneemt in de meest waardevolle gebieden op de wereld. Op de lange termijn moeten daarom alle grondstoffen uit natuurlijke hulpbronnen duurzaam zijn geproduceerd. Dat wil zeggen zonder of met minimale invloed op milieu of landgebruik, binnen én buiten Nederland. Daarbij is het natuurlijk wel belangrijk dat deze invloed goed kan worden gemeten. Voor bijvoorbeeld bos is al veel werk verzet, maar voor andere terreinen ligt dat minder eenvoudig. Internationaal en ook in Nederland worden studies uitgevoerd om dit helder te krijgen (de zogeheten TEEB-studies: *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*).

### Groene Groei Deals

De Nederlandse overheid kan deze doelen niet in haar eentje bereiken. Zij heeft daarbij bedrijfsleven, maatschappelijke organisaties, kennisinstellingen en burgers hard nodig. Gelukkig zijn veel partijen met biodiversiteit in de weer. Een groot aantal (inter)nationale bedrijven is zich bewust van het belang van het duurzaam omgaan met natuurlijke hulpbronnen. Het Nederlandse bedrijfsleven heeft met de rijksoverheid onlangs een zogeheten Groene Groei Deal gesloten. Dit is een afspraak waarbij een serie sector- en bedrijfsdeals zijn gemaakt die de komende jaren verder zullen worden uitgebreid. De bedrijven beloven in te zetten op duurzaamheid. En de overheid belooft met deze afspraak belemmeringen voor verduurzaming weg te nemen door wetgeving, vergunningen en financiering. Zo worden de regels voor afvalstoffen, toegestane emissies en meststoffen aangepast, zodat reststoffen gemakkelijker kunnen worden hergebruikt.

## Internationaal biodiversiteitsbeleid

■ JURGEN TACK

Internationale regelgeving en verdragen hebben de laatste decennia steeds meer invloed gekregen op het natuurbeleid van individuele landen. Dat begon al in 1971 met het in Iran gesloten Ramsar-Verdrag inzake watergebieden die van internationale betekenis zijn, in het bijzonder als woongebied voor watervogels. Ook andere internationale verdragen zijn cruciaal, zoals het Verdrag van Bonn inzake de bescherming van trekkende wilde diersoorten (1979), het verdrag van Bern inzake het behoud van wilde dieren en planten en hun natuurlijk leefmilieu in Europa (1979) en vooral

het Verdrag Biologische Diversiteit (1992). Hoewel geen enkel van deze verdragen juridisch afdwingbaar is, hebben ze de druk op individuele landen vergroot om te reageren op het verlies van biodiversiteit van de laatste tientallen jaren.

De laatste jaren krijgen ecosysteemdiensten en het (economisch) waarden van zulke systeemdiensten een steeds belangrijker plaats in de discussies en het beleid rond het behoud van biodiversiteit (zie hoofdstuk 3). Daarbij is TEEB (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*) een belangrijk internationaal initiatief dat tracht natuur en biodiversiteit te valideren, waarde te geven. Dit project vestigt de aandacht op de globale economische winst die voortvloeit uit biodiversiteit (zoals gratis aanleveren van tal van diensten, waaronder waterzuivering, filteren van vervuilende deeltjes



**Erosie is een belangrijke oorzaak van het verdwijnen van biodiversiteit.**

De Hertogin Hedwigepolder op de grens van Zeeuws-Vlaanderen en België, zou in het kader van een Belgisch-Nederlands verdrag onder water moeten worden gezet om eerder natuurverlies bij het uitdiepen van de Westerschelde te compenseren.



uit de lucht, productie van zuurstof en opslag van CO<sub>2</sub>), op de groeiende kosten van het verlies van biodiversiteit en op de noodzaak de wetenschappelijke, economische en politieke expertise samen te brengen om tot praktische oplossingen te komen opdat het verlies van biodiversiteit stopt.

Hoewel er heel wat kennis is over de mechanismen die aan de basis liggen van het biodiversiteitsverlies, blijft het bijzonder moeilijk om het effect hiervan op langere termijn in kaart te brengen. Omwille van het succes dat het IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) heeft gekend bij het wetenschappelijk onderbouwen van het klimaatvraagstuk, is er een toenemende vraag om een vergelijkbaar mechanisme op te zetten voor de biodiversiteit. Na vele jaren van internationale onderhandelingen werd op 21 april 2012 in Panama City door 90 landen het IPBES (*Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*) opgericht. Dit platform moet op termijn dezelfde rol gaan spelen voor de problematiek van

biodiversiteit als de rol die het IPCC speelt voor het klimaatvraagstuk.

### Het Europese biodiversiteitsbeleid

Hoewel internationale verdragen de problematiek van de verdwijnende biodiversiteit in de kijker plaatsten, was het toch wachten op Europese regelgeving om het beschermen en handhaven van natuurgebieden en bedreigde soorten een echt juridisch kader te geven. Europese regels zijn namelijk bindend, en de belangrijkste Europese richtlijnen zijn vervat in de Vogelrichtlijn (1979) en de Habitatrichtlijn (1992). In tegenstelling tot andere internationale verdragen heeft het niet naleven van deze Europese richtlijnen juridische en financiële gevolgen voor de lidstaten. Beide richtlijnen dienen ook in elke lidstaat omgezet te worden in nationale wetgeving.

De basis van beide richtlijnen is een lijst van soorten, die is vastgesteld door de Europese Commissie – onder meer op grond van de lijsten van



de verdragen van Bern en Bonn. Voor deze soorten draagt Europa een belangrijke verantwoordelijkheid ten aanzien van hun voortbestaan. Om deze soorten maximaal te beschermen moeten ook de leefgebieden van deze soorten voldoende worden beschermd. Daarom stelde de Europese Commissie ook een lijst op van verschillende habitats die binnen de Europese context beschermd moeten worden. De Europese lidstaten worden verplicht voor de genoemde soorten en ecosystemen die op hun grondgebied voorkomen gebieden aan te duiden die nodig zijn om ze maximaal te beschermen. Deze gebieden worden Speciale Beschermingszones genoemd (SBZ).

Alle Speciale Beschermingszones samen vormen een Europees ecologisch netwerk van beschermde natuurgebieden: het 'Natura 2000'-netwerk. Binnen dat netwerk dienen de vastgelegde habitattypen en soorten op een duurzame manier in stand te worden gehouden.

Liefst in harmonie met de traditionele vormen van landgebruik die vaak ten grondslag liggen aan hun aanwezigheid. Op deze wijze moet iedere Europese lidstaat zijn verantwoordelijkheid nemen bij het bescher-

men van streekeigen soorten en ecosystemen. Tegelijkertijd ontstaat over de landsgrenzen heen een aaneengeschakeld netwerk van beschermde gebieden, dat betere garanties moet bieden voor het voortbestaan van tal van soorten.

### **Instandhoudingsdoelstellingen**

De aanduiding van een gebied als Speciale Beschermingszone is niet vrijblijvend. Voor elk aangeduid gebied moet gestreefd worden naar een 'gunstige staat van instandhouding', dit geldt voor zowel de

aanwezige soorten als voor de habitats waarvoor het gebied werd aangeduid. Elk van de lidstaten moet wetenschappelijke criteria ontwikkelen om te bepalen wanneer die gunstige staat van elke soort of habitat is bereikt en welke maatregelen er nodig zijn om deze gunstige staat te bereiken. Voor elk gebied worden op basis hiervan 'instandhoudingsdoelstellingen' geformuleerd die gerealiseerd worden via 'instandhoudingsmaatregelen'. Hierbij kan ook rekening worden gehouden met de economische, sociale en culturele aspecten van het gebied en eventueel met lokale bijzonderheden. De instandhoudingsdoelstellingen dienden voor eind 2010 in nationale wetgeving te zijn vastgelegd.

Om te vermijden dat in de toekomst schade wordt aangericht aan de Speciale Beschermingszones dienen activiteiten of plannen die een negatief effect kunnen hebben, onderworpen te worden aan een 'passende beoordeling'. Mocht ecologische schade optreden, dan dienen de activiteiten of plannen bijgestuurd of geschrapt te worden. Alleen als een 'groot openbaar belang' kan worden aangetoond, zoals de menselijke gezondheid, de openbare veiligheid en voor het milieu wezenlijk gunstige effecten, kunnen bepaalde activiteiten toch worden toegestaan. Maar dan moeten alternatieven ontbreken. De voorwaarde is wel dat er compenserende maatregelen worden genomen. Hierbij dient elders een gebied ingericht te worden met het oog op de bescherming van dezelfde soorten en ecosystemen. De Hertogin Hedwigepolder, in het oostelijke puntje van Zeeuws-Vlaanderen, is een actueel, veelbesproken voorbeeld van zo'n compensatie. De polder moet door Nederland onder water worden gezet omdat de vaargeul in de Westerschelde is verbreed. Bij de baggerwerkzaamheden is een deel van de zandplaten ter weerszijden van de waterweg verdwenen. Omdat deze onderdeel zijn van Natura 2000, moet van de Europese Commissie de natuur die verloren is gegaan worden gecompenseerd.

---

## Om soorten maximaal te beschermen moeten ook hun leefgebieden voldoende worden beschermd

### **VRAAG 2**

Wat is de ruggengraat van het Europese natuur- en biodiversiteitsbeleid?



Het sluftergebied Het Zwin in West-Vlaanderen is een natuurgebied in het kader van Natura 2000.

Helaas is het beheer van kleine landschapselementen meestal niet toereikend en verdwijnen veel soorten hier geleidelijk

### Controle op naleving

Ook wordt van de lidstaten verwacht dat zij actief hun bevolking informeren over het belang van de aangeduide zones. Hoewel het niet verplicht is, wordt sterk aanbevolen om 'ecologische corridors' tussen Speciale Beschermingszones uit te bouwen, zodat soorten gemakkelijk kunnen migreren en genetisch materiaal kan worden uitgewisseld.

Uiteraard wil de Europese Commissie lidstaten ook kunnen controleren op de vooruitgang en de naleving van hun Natura 2000-verplichtingen. Daartoe dient elke lidstaat iedere 6 jaar (Habitatrichtlijn) of om de 3 jaar (Vogelrichtlijn) een verslag te maken voor de Europese Commissie. Om dit verslag

te voorzien van de nodige informatie dient elke lidstaat een monitoringprogramma voor de Natura 2000-gebieden op te stellen en uit te voeren.

Het realiseren van de Natura 2000-doelstellingen in elk van de lidstaten vraagt uiteraard ook een

serieuze financiële inspanning van de lidstaten. Maar ook de Europese Commissie draagt haar steentje bij. Speciaal voor de ondersteuning van Natura 2000 richtte de Europese Unie het LIFE-subsidieprogramma op.

### Natura 2000 in Vlaanderen

Het duurde in Vlaanderen tot 1988, 9 jaar na de uitvaardiging van de Vogelrichtlijn, vooraleer de speciale beschermingszones werden afgebakend. Momenteel zijn er in het kader van de Vogelrichtlijn 24 speciale beschermingsgebieden aangeduid, ter grootte van in totaal 98.240 hectare, oftewel 7,3 procent van Vlaanderen.

In 1996, 4 jaar na de inwerkingtreding van de Habitatrichtlijn, wees Vlaanderen een eerste reeks Speciale beschermingszones aan. In 1999 werd België door de Europese Commissie echter in gebreke gesteld, omdat niet alle nodige gebieden ook daadwerkelijk werden aangemeld. Op 24 mei 2001 keurde de Vlaamse Regering een nieuwe vervolledigde lijst goed met daarop 38 gebieden met een gezamenlijke oppervlakte van 101.900 hectare, dat wil zeggen 7,5 procent van Vlaanderen. De afbakening gebeurde ten behoeve van 44 habitattypen en 22 soorten. De Habitatrichtlijngebieden en de Vogelrichtlijngebieden overlappen elkaar gedeeltelijk waardoor de totale oppervlakte van het Natura 2000-netwerk in Vlaanderen 163.500 hectare groot is (12 procent van Vlaanderen).

Momenteel wordt in Vlaanderen werk gemaakt van het vastleggen van de instandhoudingsdoelstellingen. De voorziene deadline hiervoor (eind 2010) is intussen reeds flink overschreden. Dit is gedeeltelijk te wijten aan de ruime consultatie die rond elk van de speciale Beschermingsgebieden wordt gehouden. Bij deze consultatie worden telkens de vertegenwoordigers van het maatschappelijk middenveld betrokken: industrie, landbouw, midden- en kleinbedrijven, jacht, private grondeigenaars, natuurverenigingen en boseigenaars.

# Biodiversiteit en het natuurbeheer

■ BART VAN TOOREN

De ligging van Nederland aan de kust, in de delta van grote rivieren, is, zoals we ook hiervoor hebben gezien, de belangrijkste verklaring voor de rijke en gevarieerde natuur van kustlandschappen en laagveengebieden achter die kuststrook. In combinatie met de bossen, heide en beekdalen in de hogere delen van het land, en de invloed van de mens op deze natuur leidt dat tot een grote diversiteit aan flora en fauna. Nederland kent zes herkenbare hoofdtypen landschap die daarmee samenhangen: duinlandschap, heuvellandschap, rivierlandschap, veenlandschap, zandlandschap en zeekleilandschap. Door de bijzondere ligging in een delta is een groot deel van die natuur ook van internationale betekenis. Dat schept ook verplichtingen voor het beheer van die natuur.

Natuurbescherming richt zich vooral op het behoud en herstel van de voor Nederland karakteristieke landschappen met de daarbij behorende levensgemeenschappen en soorten. Natuurbescherming is lastig gezien de enorme achteruitgang van de natuur door de groei van steden, industrie en infrastructuur, en door de intensivering van de landbouw. Ook dragen de sterke verlaging van de grondwaterstand in grote delen van Nederland, de matige waterkwaliteit van veel grote en kleine wateren door overbemesting, en de nog steeds te hoge stikstofdepositie in Nederland bij aan die achteruitgang. Welke praktische mogelijkheden hebben de beheerders om de flora en fauna in Nederland te herstellen?

## Belang van natuurreservaten

Een flink deel van de Nederlandse soorten planten en dieren is nog – vrijwel – uitsluitend te vinden in natuurgebieden. Dat geldt bijvoorbeeld voor



veel kenmerkende soorten die zich thuis voelen in hoogvenen, natte heides, kalkgraslanden en blauwgraslanden. Bijvoorbeeld klokjesgentiaan, rozenkransje, het gentiaanblauwtje, diverse orchideeën en de zomp- en moerassprinkhanen. Maar het zijn niet alleen de soorten van deze zeldzaam geworden leefgemeenschappen die uitsluitend in natuurgebieden voorkomen. Vroeger waren veel soorten planten en dieren ook wel buiten de natuurreservaten te vinden, zoals in bermen, langs sloten en poelen of in houtwallen. Helaas zijn het beheer en het gebruik van al die kleine landschapselementen meestal niet toereikend en verdwijnen veel soorten hier geleidelijk. Veertig jaar geleden kon je ook in bermen nog blauwe knoop of valkruid tegenkomen, nu is dat slechts hoogst zelden het geval en zijn deze planten vrijwel alleen te vinden in natuurgebieden. Soorten die tot voor kort algemeen waren in Nederland, zoals de grote ratelaar (een plant) en

**Door inspanningen is in zuidelijk Flevoland een uniek nieuw natuurgebied ontstaan: de Oostvaardersplassen. Er zijn onder andere Koniksparden uitgezet.**

## Duurzaam bosbeheer en Green Deals

■ LYDIA WESTEROUEN  
VAN MEETEREN  
■ CATHRIEN DE PATER

Duurzaam bosbeheer is cruciaal om in 2050 een wereldbevolking van 9 miljard mensen te voeden zonder de aarde uit te putten. Het Nederlandse beleid richt zich daarbij in het bijzonder op: de verduurzaming van de houtketen door legale en duurzame houtoogst te stimuleren; de verduurzaming van handelsketens van grondstoffen die bijdragen aan ontbossing (zoals palmolie en soja); een meer productieve en efficiënte landbouw die bijdraagt aan de vermindering van de druk op het bosareaal; een goede en duurzame financiering van het bosbeheer, zodat de economische waarde van het bos de instandhouding ervan stimuleert. Nederlandse bedrijven kunnen de milieuschade in een ontwikkelingsland bijvoorbeeld compenseren door te



**Nederlandse bedrijven kunnen milieuschade compenseren door te zorgen dat gekapt bos wordt vervangen, zoals in Vietnam.**

zorgen dat gekapt bos wordt vervangen door nieuw bos.

Voorbeelden van de Green Deals tussen bedrijfsleven en overheid:

- KLM gaat vluchten van Amsterdam naar Parijs uitvoeren op biobrandstof (op basis van afgewerkt frituurvet).
- Desso en Van Ganzenwinkel gaan tapijtafval

opwaarderen naar secundaire brandstof en indien mogelijk recyclen tot hoogwaardige grondstof.

- Essent, de Nederlandse Groen Gas Maatschappij en FrieslandCampina gaan werken aan de productie van biogas via vergisting van mest bij zo'n 125 boerenbedrijven.
- Rond Schiphol worden proefvelden olifantsgras aangeplant om ganzen te

weren en zo de veiligheid te bevorderen.

- Bedrijven passen biomimicry toe: voorbeelden uit de natuur die in de technologie en het ontwerpen kunnen worden ingezet, zoals klittenband, de ventilatie van termietenheuvels en de aerodynamica van vogels bij HS-treinen.

het koevinkje (een vlinder) zijn steeds meer op natuurgebieden aangewezen. In landbouwgebieden zijn voor flora en fauna vrijwel geen mogelijkheden meer. Ook de bij boerderijen broedende zwaluwen krijgen het steeds moeilijker. Dat heeft er toe geleid dat de terreinbeherende organisaties in de praktijk ook steeds meer verantwoordelijk

zijn voor het behoud van 'algemene' soorten voor Nederland.

Het gevoerde en ingezette nationale en internationale natuurbeleid heeft deze achteruitgang niet kunnen stoppen. Door de uitbreiding van het areaal aan natuurgebied is er natuurlijk veel gewonnen, maar in die natuurgebieden zelf zijn

toch ook nog veel soorten die in slechts kleine, zeer kwetsbare, populaties voorkomen en daardoor het risico lopen geheel te verdwijnen. Om deze populaties meer ruimte te bieden, is het afmaken van de geplande Ecologische Hoofdstructuur essentieel, zodat natuurgebieden met elkaar worden verbonden en worden uitgebreid.

### Achteruitgang in landelijk gebied

Een belangrijke opgave voor het behoud van de variatie aan flora en fauna voor Nederland ligt dus buiten de natuurgebieden. Dit lijkt vechten tegen de bierkaai. Behalve in landbouwgebieden is de afgelopen 30 jaar ook een enorme afname in variatie van soorten te zien in bijvoorbeeld wegbermen. Inmiddels staat 15 procent van de plantensoorten die in wegbermen voorkomen op de Rode Lijst. Lange tijd vormden bermen nog een toevluchtsoord voor veel soorten, maar doordat het beheer van bermen vanwege kostenbesparing niet meer of verkeerd wordt uitgevoerd, zijn vooral

### VRAAG 3

Waarom zijn natuurbeschermingsorganisaties terughoudend met de (her)introductie van soorten?

**Biologisch beheer van akkerranden met veel plantensoorten stimuleert de aanwezigheid van insecten. Die kunnen de boer helpen door het bestrijden van plaagdieren, zoals luizen.**



gemeentelijke bermen gereduceerd tot groenstroken zonder enige variatie.

Het is voor het behoud van de biodiversiteit in Nederland onvoldoende om alleen een volwaardige Ecologische Hoofdstructuur (EHS) te realiseren. Een goede EHS kan alleen maar functioneren in een gezond en gevarieerd landelijk gebied. De opgaven voor de toekomst van de biodiversiteit liggen dus zowel binnen als buiten de natuurgebieden. Buiten de natuurgebieden betekent dat bijvoorbeeld een beter bermbeheer, een adequaat beheer van houtwallen en andere landschapselementen, en het herstel van de waterkwaliteit op diverse plekken. Ook veranderingen in de landbouw zijn daarbij onontbeerlijk. Dat zal niet vanzelf gaan, want essentieel daarvoor is een omwenteling in de richting van een duurzame landbouw. Als, door de toepassing van de zogeheten multifunctionele landbouw, boeren ook andere inkomstenbronnen vinden, neemt de druk op de landbouwpercelen af en wordt het wellicht mogelijk daar weer iets meer variatie aan kruiden en de bijbehorende (insecten)fauna te verkrijgen.

### Herstelbeheer heeft ander schaalniveau nodig

Het natuurbeheer was lange tijd alleen gericht op maatregelen in de natuurgebieden zelf. Pas vanaf de jaren '70 van de vorige eeuw is de ontwikkeling van kennis over de invloed van bijvoorbeeld de waterhuishouding en stikstofdepositie voortvarend opgepakt. Die kennis maakte het bijvoorbeeld mogelijk op bepaalde plaatsen zeer gericht de bovenlaag van de grond te verwijderen, of een specifieke waterhuishouding te herstellen. Dat heeft geleid tot de terugkeer van veel planten- en diersoorten. Zo heeft het verwijderen van de baggerlaag in vennen, in combinatie met het herstel van de waterhuishouding geleid tot de terugkeer van in Nederland vrijwel verdwenen plantensoorten als waterlobelia en oeverkruid. Een dergelijke aanpak bleek echter niet genoeg. De laatste 10 jaar

→  
Slimme manieren om de biodiversiteit te vergroten, richten zich op het combineren van verschillende landschapselementen.

is veel onderzoek gedaan naar de in Nederland aanwezige historische complete landschappen, zoals weide- en veengebieden. Informatie over bodem en waterhuishouding maken het steeds beter mogelijk aan te geven waar bepaalde maatregelen het meest effectief zullen zijn voor het herstel van zo'n landschap. Bijvoorbeeld condities die goed zijn voor het herstellen van een volledige overgang van natte en droge vegetatie, of de beïnvloeding van grondwaterstromen zodat een bijzondere vegetatie mogelijk is.

Deze aanpak biedt ook veel meer kansen aan een herstel van de fauna. Veel diersoorten hebben verschillende biotopen nodig om hun complete levenscyclus te volbrengen. Dagvlinders bijvoorbeeld hebben behoefte aan zowel bloemrijke graslanden om nectar te zoeken, als aan struwelen (struikgewas) om eieren af te zetten. Ook een vogel als de grauwe klauwier broedt in het struweel, maar heeft daarnaast kruidenrijk grasland of een gevarieerde heide nodig om voldoende insecten te

kunnen vangen. Voor de beheerder volstaat het niet bepaalde percelen op de juiste wijze te beheren; hij of zij zal vooral ook na moeten denken over het complete landschap, liefst gekoppeld aan de mogelijkheden van de

omgeving buiten het natuurgebied. Dat kan een boomgaard zijn waar een steenuil kan broeden, of een zandweg waar bijen zich in holletjes in het zand kunnen nestelen.

Een bijzondere vorm van natuurbeheer is natuurontwikkeling. Hierbij worden landbouwgronden weer omgevormd tot natuur. Bekende voorbeelden zijn plan Goudplevier (midden-Drenthe) en plan Tureluur (zuidkust Schouwen). Op de zandgronden is vaak sprake van een met



fosfaat verzadigde bodem. Door het afgraven van de bodem tot aan de onderrand van het 'fosfaat-front' ontstaan soms weer zeer voedselarme en tevens soortenrijke milieus, vooral als daar ook nog de zaden van vroeger aanwezige soorten in de bodem aanwezig zijn. In laagveengebieden kan het onder water zetten van cultuurgraslanden leiden tot spectaculaire toename van vogelsoorten als roerdomp of porseleinhoen.

---

## Naast oog voor het complete landschap is er meer aandacht voor de details in het beheer

## Herstelmaatregelen in natuurgebied

Het is opvallend dat, hoewel het Natuurbeleidsplan uit 1990 in hoge mate het accent legde op het behoud en herstel van complete landschappen en levensgemeenschappen, de overheid later veel accent heeft gelegd op het behoud van soorten. Dat komt doordat meer kennis beschikbaar is gekomen over de eisen die individuele soorten stellen aan hun leefomgeving. Groepen als dagvlinders, libellen, amfibieën en reptielen worden tegenwoordig volop betrokken bij het beheer, terwijl 30 jaar geleden het beleid zich vooral richtte op planten en broedvogels. Nu stimuleren beheerders de aanleg van broeihopen voor ringslangen of het ongemaaid laten van stroken hooiland, zodat meer insecten hun levenscyclus kunnen voltooien. Naast oog voor het complete landschap, is er meer aandacht gekomen voor de details in het beheer. Onvermijdelijk daarbij is dat planten- en diersoorten soms tegenstrijdige eisen aan hun omgeving en dus aan het beheer stellen. Beheren is ook kiezen.

Beheer is vaak duur. Zo is het voor een goed weidevogelgebied niet voldoende om laat (half juni of later) te maaien, ook de waterstand moet hoog zijn, wat maaien bemoeilijkt. Het beheer van moerassen lijkt goedkoop, maar is het niet. Om verdroging te voorkomen moet dikwijls water worden ingelaten, wat vaak eerst moet worden behandeld om de overmaat aan voedingsstoffen te verminderen. Dit 'defosfateren' gebeurt bijvoorbeeld bij het inlaten van water van het Naardermeer. Dat inlaten van water is noodzakelijk doordat de omringende landbouwgronden een laag waterpeil vereisen en de bodem steeds verder inklinkt, zodat de natuurgebieden relatief steeds hoger komen te liggen.

Een bijzondere vorm van soortgericht beheer is de (her)introductie, met als bekende voorbeelden bevers, otters en korhoenders. Natuurbeschermingsorganisaties zijn daarbij altijd zeer terughoudend geweest. Dit omdat het uitzetten alleen

## Taskforce Biodiversiteit

In 2009 heeft het kabinet de Taskforce Biodiversiteit & Natuurlijke Hulpbronnen in het leven geroepen ter ondersteuning van een ambitieus Nederlands beleid op het terrein van de biodiversiteit. De Taskforce was een initiatief van het bedrijfsleven en telde vertegenwoordigers uit het bedrijfsleven, maatschappelijke organisaties, wetenschap en overheden. Een belangrijke eindconclusie van de Taskforce, eind 2011, was dat aandacht voor biodiversiteit verder gaat dan alleen beschermen en ook vereist dat de huidige economische processen en afwegingen worden aangepast aan de draagkracht van de aarde. De biodiversiteit mag niet achteruitgaan (No Net Loss) en Nederland moet komen tot een halvering van zijn ecologische voetafdruk

in 2030. Een vergaande conclusie, die biodiversiteit beschouwt als ons natuurlijk kapitaal, een groene motor, in plaats van een belemmering. Dat vereist het herstel van balans, een vergroening van de economie en een samenhangend beleid. *Business as usual* staat een duurzaam economisch herstel in de weg en drijft mensen in ontwikkelingslanden (verder) in honger en armoede. Aan de ideeën van de Taskforce wordt nu uitvoering gegeven door het Platform Biodiversiteit, Ecosystemen & Economie, dat daarvoor een Green Deal met de overheid heeft gesloten. Als eerste stap kunnen bedrijven nu subsidie krijgen om biodiversiteit een plaats in hun bedrijfsvoering te geven.

[www.platformbee.ondernemendgroen.nl](http://www.platformbee.ondernemendgroen.nl)

acceptabel is als het milieu weer geheel op orde lijkt voor de betreffende soort, en de soort ons land niet op eigen kracht weer kan 'koloniseren' – zoals recent bij de zeearend is gebeurd. Die terughoudendheid is verminderd doordat wetenschappelijk onderzoek de noodzaak van herintroductie



De Amerikaanse zwaard-schede die in grote hoeveelheden aan het Nederlandse strand ligt, is feitelijk een exoot. In 1979 zijn larven meegekomen naar Hamburg met het ballastwater van een schip. Binnen tien jaar kwam het in Nederland terecht en nu komt het schelpdier voor aan de kusten van Denemarken tot Frankrijk.

voor het behoud van biodiversiteit nadrukkelijk aantoonst.

### **Herstel verbinding van mens met natuur**

Bijzondere aandacht verdienen de exoten. Deze soorten horen niet in ons land thuis, maar zijn hier terechtgekomen door toedoen van de mens. Door de sterk toegenomen internationale handel en verplaatsingen van mensen over de wereld, weten steeds meer soorten zich in Nederland te vestigen. Hun vestigingskansen nemen toe doordat het klimaat warmer wordt. Die nieuwkomers beïnvloeden tot nu toe vooral de diversiteit in watergebieden en stedelijke milieus. De snelle opkomst van de Japanse oester in Deltagebied en Waddenzee, van de Japanse duizendknoop in bermen, en van diverse soorten kreeften in sloten zijn daarvan voorbeelden.

Voor het herstellen van natuur, zowel binnen als buiten de natuurgebieden, is de inzet van veel partijen noodzakelijk. In de jaren '90 nam de belangstelling voor het natuurbeheer toe, nu zakt deze weer weg. Mede door de economische crisis en de toegenomen trek naar de steden. Voor de

inwoners van de grote steden is de afstand tot de natuur, zowel letterlijk als figuurlijk, vaak groot. Essentieel voor het slagen van het natuurbeleid is dat er weer een veel grotere verbondenheid van de mens met de natuur ontstaat en dat de huidige 'verbondenheids crisis' wordt opgelost. Daarbij verdient vooral de jeugd aandacht. Kinderen hebben recht op natuur en er zijn nog veel mogelijkheden om te zorgen dat kinderen weer meer in de natuur kunnen zijn, verwondering kunnen meemaken. Het dient vanzelfsprekend te zijn dat kinderen een veldboekje plukken voor hun moeder, met een schepnetje het leven in de sloot bekijken, en weten wanneer de bramen rijp zijn.



# Het introduceren van soorten

■ JINZE NOORDIJK

**G**ERICHT NATUURBEHEER en natuurontwikkeling moeten natuurgebieden weer geschikt maken voor soorten die er vroeger voorkwamen. Als de soort niet vanzelf terugkomt, wordt deze soms opnieuw geïntroduceerd. Het verslepen van planten en dieren is wettelijk niet zomaar toegestaan en ook introducties vinden pas plaats als ze voldoen aan wetten en de richtlijnen van de eerder genoemde IUCN.

Hierna volgen enkele voorbeelden van soorten die in Nederland zijn uitgezet.

## **Introductie van uit Nederland verdwenen soorten**

**Bever:** vanuit Polen uitgezet in de Biesbosch (vanaf 1988). Na een slechte start vanwege milieuvervuiling, gaat het nu heel goed met dit grote

knaagdier. De bever koloniseert Nederland vanuit de Maas en het Rijnbekken in rap tempo. Dit door natuurontwikkeling langs de rivieren.

**Otter:** vanuit Polen uitgezet in Noordoost-Overijssel (sinds 2002). Voor de otter is het gebied wat druk, vele sterven door autoverkeer. Het blijft een kwakkelende populatie, waar steeds nieuwe individuen bijgezet moeten worden.

**Raaf:** vanuit Duitsland uitgezet op de Hoge Veluwe (1969-1992). De vogel is goed aangeslagen en inmiddels ook in kleine aantallen te vinden op andere plekken in het oosten van Nederland. Na een aantal jaren van spectaculaire groei is de populatie nu stabiel.

**Ooievaar:** sinds 1969 zijn diverse ooievaarsdorpen ingericht om deze vogel te kweken en langzaam hun eigen weg te laten vinden in de omgeving. Het is een succes, maar de ooievaar is eigenlijk de ooievaar niet meer. Van de ongeveer 750 broedparen brengen er slechts 20 tot 50 hun jongen groot zonder menselijke hulp, zoals nestplaatsen, en slechts de helft van de populatie trekt in de winter weg naar Afrika.

**Steur:** vanuit de Gironde (Frankrijk) uitgezet in de Nederlandse rivieren (2012). Er volgen nog enkele aanvullingen. Het is afwachten of deze introductie aanslaat.

**Pimpernelblauwtje en donker pimperlblauwtje (dagvlinders):** vanuit Polen uitgezet in de Moerputten bij 's Hertogenbosch (beide in 1990). Het pimperlblauwtje is aangeslagen. Speciale natuurontwikkeling in het omliggende gebied moet het leefgebied vergroten, want deze geïsoleerde populatie blijft kwetsbaar. Het donker

Ooievaars zijn in 1969 opnieuw in Nederland geïntroduceerd, maar de vogels kunnen zich nauwelijks zonder hulp van mensen handhaven.



pimpernelblauwtje is niet aangeslagen, wel heeft de soort zich op eigen kracht vanuit Duitsland in Midden-Limburg gevestigd.

Een deel van de geïntroduceerde soorten slaat niet aan of gedraagt zich op onverwachte wijze. Sommige grote dieren, zoals de bever, zeearend, lynx en wolf, vinden van nature hun weg naar Nederland terug. Het scheppen van voorwaarden, zoals het afschaffen van de jacht en het ontwikkelen van

natuur en verbindingzones, is dan voldoende. De steur is een soort die uit een geheel stroomgebied was verdwenen en had nooit op eigen kracht terug kunnen komen. Andere, vooral kleine dieren hebben ook weinig kans zich op eigen kracht te verspreiden naar nieuwe gebieden.

#### **Verplaatsen van soorten binnen Nederland**

Zilveren maan (dagvlinder): uitgezet in de Mije (1993) en het Ilperveld (2001) omdat hij zeldzaam

**Zweedse korhoenders zijn uitgezet op de Hoge Veluwe, het is de vraag of ze zich daar zullen kunnen handhaven.**



geworden was. De aanvulling is niet aangeslagen en weer verdwenen.

**Korhoen:** vanuit Zweden is de populatie op de Sallandse Heuvelrug aangevuld (2012) en zijn gekweekte korhoenders uitgezet op de Hoge Veluwe (2007 en 2012). Van de laatste zijn er veel opgegeten door roofvogels, of het gebied uit gevlogen, maar enkele dieren houden stand. De vraag is of het korhoen zich duurzaam zal kunnen vestigen op de Hoge Veluwe.

Nogal eens wordt een soort onofficieel verplaatst, zoals ringslangen die zijn uitgezet in het Wormer- en Jisperveld en de Alpenwatersalamanders in de provincie Utrecht. Het zomaar uitzetten van reptielen en amfibieën komt veel voor, vanwege het grote aantal terrariumhouders in Nederland. De muurhagedis en vroedmeesterpad zijn in enkele steden aangeslagen na illegaal uitzetten in tuin of sloot. Al deze soorten vonden hun nieuwe woonplek geweldig. Maar alleen van de soorten die aanslaan komen we natuurlijk te weten dat dit is gebeurd. Het blijft de vraag hoe vaak illegale introducties geen succes hebben.

### **Is introduceren verantwoord?**

Is het introduceren van soorten wel een goede manier om onze soorten te beschermen? Voorstanders voeren vaak aan dat het hele Nederlandse landschap is gemaakt en beïnvloed door de mens. Door landgebruik, vervuiling, en natuurbeheer bepaalt de mens toch al welke soorten waar kunnen overleven. Nederland kent allang geen natuurlijke soortengemeenschappen meer, dus kun je

soorten die het nodig hebben gericht uitzetten.

Tegenstanders vinden dat het uitzetten van soorten een extreme vorm van tuinieren is en niet thuishoort in het natuurbeheer. Zit een soort ergens niet, dan past hij ook niet in dat gebied omdat het te geïsoleerd ligt of van onvoldoende kwaliteit is. Bovendien is de heersende mening dat er weinig te genieten valt aan een korhoen op de heide als je weet dat hij is opgegroeid in een kippenhok. Dan kun je de soort net zo goed bekijken in de dierentuin.

Introducties komen vaak voort uit de wensen van specifieke natuurorganisaties, of vanwege de publieke opinie. Objectief gezien hebben introducties niets te maken met het beschermen van onze biodiversiteit. In elk willekeurig gebied komen duizenden soorten voor, waarvan er jaarlijks zeker tientallen bijkomen én verdwijnen door natuurlijke oorzaken. De aanwezigheid van een enkele extra soort voegt daar ecologisch gezien niet veel aan toe. Bovendien is het gevaar van introducties dat ze een signaal geven dat we niet zo zuinig hoeven te zijn op onze resterende natuur, want we zetten gewenste soorten gewoon ergens terug waar we willen. Dat zou een verkeerde gedachte zijn.

### **ANTWOORD 1**

In plaats van het beschermen van soorten is het beschermen van land-schapstypen en gebieden centraal komen te staan.

### **ANTWOORD 2**

Natura 2000, het creëren van een aaneengesloten netwerk van (natuur) gebieden in Europa moet bewerkstelligen dat soorten niet geïsoleerd raken en kunnen blijven migreren.

### **ANTWOORD 3**

Omdat de introductie van verdwenen soorten alleen zin heeft als natuur en milieu geschikt zijn voor de behoeften van de te introduceren soort.

# Begrippenlijst

## **Agrobiodiversiteit**

Alle vormen van biodiversiteit die gerelateerd zijn aan de landbouw: genetische variatie binnen cultuurgewassen en landbouwhuisdieren; productieondersteunende biodiversiteit, zoals bodemleven en bestuivers; en de wilde flora en fauna van landbouwgebieden.

## **Archaea**

Een van de drie hoofdgroepen van het leven (naast bacteriën en eukaryoten). Net als bacteriën bezitten archaea geen celkern.

## **Biotoop**

Gebied met kenmerkend landschapstype waarin bepaalde organismen kunnen gedijen.

## **Cambrium**

Geologisch tijdvak 542 - 488 miljoen jaar geleden. Oudste periode waar goed herkenbare meercellige organismen zijn gevonden.

## **Domesticeren**

Door de mens aanpassen van planten en dieren, zodat deze dichtbij en in dienst van de mens kunnen leven.

## **(Ecologische) voetafdruk**

Aantal hectare aan biologisch productieve grond en water dat nodig is om een bepaald consumptieniveau te kunnen handhaven.

## **Ecosysteem**

Geheel van planten, dieren en micro-organismen in een afgebakend gebied met nadruk op wisselwerkingen tussen de organismen, kringlopen en interactie met de a-biotische omgeving.

## **Endeem**

Organisme dat van nature in een beperkt gebied voorkomt.

## **Eukaryoten, Eucarya**

Alle organismen waarvan de cellen een celkern en een intern membraan hebben. De andere twee domeinen waarin het leven kan worden verdeeld, zijn archaea en bacteria. Die behoren tot de prokaryoten en hebben een eenvoudiger celbouw waarbij het DNA vrij in het cytoplasma ligt.

## **Exoot**

Organisme dat zich heeft gevestigd in een gebied waar het van nature niet thuishoort.

## **Fauna**

Het geheel van in een gebied aanwezige dieren.

## **Flora**

Het geheel van in een gebied aanwezige planten.

## **Fossiel**

Rest van planten en dieren die zijn geconserveerd in gesteente.

## **Habitat**

Plaatsen waar een of meer bepaalde organismen kunnen overleven, groeien en voortplanten. Vergelijkbaar met leefomgeving of leefgebied.

## **Metagenomics**

De studie van zogeheten metagenomen, al het genetisch materiaal dat direct uit een milieumonster wordt geïsoleerd.

## **Populatie**

Een groep organismen van dezelfde soort die samen een bepaald gebied bevolken.

**Sleutelpopulatie, indicatorsoorten**

Groep organismen of soorten die kenmerkend en cruciaal zijn voor de kwaliteit van een ecosysteem.

**Symbiose**

Samenleven van twee levensvormen tot wederzijds voordeel. Bij endosymbiose leeft een organisme tussen of in de cellen van de gastheer.

**Taxonomie**

Het indelen van individuen of objecten; een hiërarchische ordening.

**Unikonta**

Een taxonomische supergroep van de eukaryoten naast de bikonta. Bikonta hebben een eenvoudiger celkern dan de Unikonta. Tot de Unikonta behoren dieren, slijmzwammen, schimmels, amoeben en eencellige micro-organismen met een staart.

## Meer informatie

### [www.biodiversiteit.nl](http://www.biodiversiteit.nl)

Biodiversiteit.nl is het centrale webportaal ter ontsluiting van zoveel mogelijk informatie over biodiversiteit en biodiversiteitsbeleid.

### [www.compendiumvoordeleefomgeving.nl](http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl)

Veel feiten en cijfers over milieu, natuur en ruimte in Nederland. Aantallen soorten in Nederland, natuurbeleid, herintroductie van soorten: het is allemaal te vinden.

### [www.eis-nederland.nl](http://www.eis-nederland.nl)

Zeer uitgebreide informatie en mooie plaatjes over insecten en andere ongewervelde dieren.

### [www.natuurmonumenten.nl](http://www.natuurmonumenten.nl)

Educatieve en geëngageerde site over natuur, natuurbeheer en natuurbeleid.

### [www.pbl.nl](http://www.pbl.nl)

Planbureau voor de leefomgeving is het overheidsorgaan rond ruimtelijke ordening, natuur en milieu.

### [www.alterra.wur.nl](http://www.alterra.wur.nl)

Veel wetenschappelijke achtergrond van het kennisinstituut voor de groene leefomgeving van Wageningen UR.

### [www.rijksoverheid.nl](http://www.rijksoverheid.nl)

Op de Nederlandse overheidsite levert zoeken op het onderwerp 'biodiversiteit' veel informatie over het biodiversiteitsbeleid.

### [www.naturalis.nl](http://www.naturalis.nl)

Naturalis Biodiversity Center werkt aan biodiversiteitsvraagstukken via collecties, wetenschappelijk onderzoek en voorlichting voor een breed publiek.

### [www.nwo.nl](http://www.nwo.nl)

Deze site levert bij zoeken op 'biodiversiteit' een caleidoscoop aan wetenschappelijke projecten rond dit thema.

### [www.iucn.nl](http://www.iucn.nl)

UCN NL draagt bij aan het behoud en verantwoord beheer van de natuur en de natuurlijke hulpbronnen. Biodiversiteit hoort daarbij.

### [www.natuurenbos.be](http://www.natuurenbos.be)

Agentschap voor Natuur en Bos van de Vlaamse overheid werkt aan het behoud, de bescherming en de ontwikkeling van natuurgebieden, bossen en parken.

### [www.teebweb.org](http://www.teebweb.org)

Internationale website geeft informatie over TEEB, de economische waarde van natuur en biodiversiteit.

### [www.cbd.int](http://www.cbd.int)

De website van de Convention on Biological Diversity geeft veel informatie over de mondiale bescherming van biodiversiteit.

## Auteurs

*Dit cahier is samengesteld door:*

Prof. dr. J. (Jos) M. van den Broek, hoogleraar  
Wetenschapscommunicatie, Universiteit  
Leiden

Prof. dr. H. (Herman) J.P. Eijsackers, emeritus  
buitengewoon hoogleraar Natuurbeheer en  
Milieukwaliteit, VU Amsterdam

Prof. dr. N. (Nico) M. van Straalen, hoogleraar  
Dierecologie, VU Amsterdam

M. (Maarten) H. Evenblij, freelance  
wetenschapsjournalist, eindredacteur cahier  
Biodiversiteit

*De volgende deskundigen hebben bijgedragen  
aan dit cahier:*

Dr. L. (Leon) C. Braat, ecologisch econoom, senior  
onderzoeker, Alterra Wageningen UR

Dr. ir. C. M. (Martijn) van der Heide,  
milieueconoom, senior onderzoeker, LEI  
Wageningen UR, en lector Geïntegreerd Natuur-  
en Landschapsbeheer, Van Hall Larenstein

Ir. C. (Kees) M.A. Hendriks, ecooloog, senior  
onderzoeker, Alterra Wageningen UR

Drs. R. (Roy) M.C.J. Kleukers, bioloog, EIS-  
Nederland, Naturalis Biodiversity Center

Ir. E. (Elisa) de Lijster, adviseur Landbouw  
en Natuur, Centrum Landbouw en Milieu  
Culemborg

Dr. Th. (Dick) C.P. Melman, ecooloog, senior  
onderzoeker, Alterra Wageningen UR

H. (Hanneke) Mulwijk, MSc., scheikundige en  
filosoof, rijkstrainee bij het ministerie van  
Infrastructuur en Milieu

Dr. J. (Jinze) Noordijk, bioloog, EIS-Nederland  
(European Invertebrate Survey)

Ir. C. (Cathrien) H. de Pater, bosbouwkundige,  
senior beleidsmedewerker, directie Natuur &  
Biodiversiteit, ministerie van Economische  
Zaken, Landbouw & Innovatie

Prof. dr. H.J. (Joop) Schaminée, vegetatiekundige,  
Alterra Wageningen UR en hoogleraar  
Vegetatiekunde Radboud Universiteit Nijmegen  
en Wageningen UR

Dr. J. (Jurgen) Tack, bioloog, Administrateur-  
generaal, Instituut voor Natuur- en Bos-  
onderzoek Brussel

Dr. B. (Bart) F. van Tooren, bioloog, hoofd afdeling  
Kwaliteitszorg Natuurbeheer, Vereniging  
Natuurmonumenten

Dr. E. (Esther) Turnhout, universitair hoofddocent,  
Leerstoelgroep Bos- en Natuurbeleid,  
Wageningen UR

Prof. dr. J. (Hans) A. van Veen, hoogleraar  
Microbiële Ecologie, Nederlands Instituut voor  
Ecologie Wageningen

Mr. L. (Lydia) A. Westerouen van Meeteren,  
jurist, coördinerend beleidsmedewerker,  
directie Natuur & Biodiversiteit, ministerie van  
Economische Zaken, Landbouw & Innovatie

Kaders zonder auteursnaam zijn geschreven  
door de redactie

# Illustratieverantwoording

Foto omslag: courtesy of the City of Chicago

Theo Pasveer BNO Cartographics, Deventer:  
vormgeving tabellen p. 21, 23, 24

Mirjam van het Groenewoud-Groot, NWO, Den  
Haag: p. 3, 10, 14 l, 32, 34, 75

Diederik van Goethem / B en U, Diemen: p. 5, 48 b

Shutterstock: p. 6, 15 o, 18, 20, 23 b, 27, 28, 30, 31, 33  
b, o, 37, 39, 42, 48 o, 49, 50, 55, 57, 64, 67, 69, 72,  
73, 76, 80

Jos van den Broek, Leiden: p. 8, 60, 78

Paul Schuurmans / B en U, Diemen: p. 13

Wikimedia Commons: p. 14 r, 15 b

ESA-ESTEC, Noordwijk: p. 17

De Nederlandse Gemalenstichting: p. 19

RIVM, Planbureau voor de Leefomgeving: p. 21

CBS, PGO's, NEM, Planbureau voor de  
Leefomgeving: p. 23 o

Hollandse Hoogte, Amsterdam: p. 22, 46, 62, 68

Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: p. 25

Dr. Esther Turnhout, Wageningen UR: p. 35

N.M. van Straalen, Vrije Universiteit, Amsterdam:  
p. 38

Loek Polders / B en U, Diemen: p. 41

Associated Press / Reporters, Haarlem: p. 44, 56

Bram van de Biezen / B en U, Diemen: p. 52, 79  
CGN, Wageningen UR: p. 58

Global Crop Diversity Trust, Rome: p. 59 l

Svalbard Global Seed Vault / Mari Tefre /  
Wikimedia Commons: p. 59 r

Ministerie van EL&I – GIS Competence Center /  
Planbureau voor de Leefomgeving: p. 65

Vildaphoto / Yves Adams: p. 70

Roel Burgler / B en U, Diemen: p. 74







Stichting Bio-Wetenschappen en Maatschappij  
werkt samen met:

Dit cahier is mede tot stand gekomen door:

**kennislink.nl**  
*maakt nieuwsgierig*



**NWO**

## In dit nummer:

- › **Het groene goud**
- › **Nederlands unieke locatie**
- › **Sterf virus, sterf!**
- › **De exoot rukt op**
- › **Meer dan beschermen alleen**
- › **Panda of pissebed?**

### Redactie:

Jos van den Broek

Herman Eijsackers

Nico van Straalen

Maarten Evenblij (eindredactie)

Met een voorwoord van Hans Alders

Biodiversiteit heeft vele kanten. De meeste mensen denken vooral aan het behoud van zoveel mogelijk soorten op aarde. Bij voorkeur van aai-bare dieren als zeehondjes, panda's en vlinders. Biodiversiteit is echter veel meer dan dat. Dankzij de biodiversiteit en de ermee samenhangende ecosystemen en landschappen, trof de mens zo'n 200.000 jaar geleden het leven op aarde zoals we het nu kennen.

In de vele miljoenen jaren dat op onze planeet leven bestaat, zijn talloze soorten uitgestorven, soms grote aantallen in relatief korte tijd, en ook ontstaan. Door de invloed van de mens verdwijnen de laatste 150 jaar soorten sneller dan ooit. Velen menen dat de rappe aantasting van de biodiversiteit uiteindelijk grote problemen zal veroorzaken. Ecosystemen zullen er zo door veranderen dat ze niet meer in staat zijn de diensten te leveren waar mensen afhankelijk van zijn, zoals schoon water, voedingsgewassen, bestuiving, vis en vee, en belangrijke biologische grondstoffen, zoals hout.

Dit cahier *Biodiversiteit* gaat in op de vraag wat biodiversiteit is, hoe belangrijk deze is voor het voortbestaan van de mens en of het daarvoor nodig is alle soorten te beschermen, dan wel dat we het ook met minder kunnen.

**Bio-Wetenschappen  
en Maatschappij**

