

door Hans van Maanen

David Tilman wint Dr. A.H. Heinekenprijs voor de Milieuwetenschappen

De Universele Wet van Geven en Nemen

Op het hoe en waarom van de soortenrijkdom in de natuur kun je berekeningen loslaten, liet zoöloog David Tilman zien.



‘Je zou toch, na drie miljard jaar evolutie van het leven op aarde, verwachten dat er ten minste één soort, bijvoorbeeld een plant, zou zijn ontstaan die *overall* goed in is – in het efficiënt gebruik van water en zonlicht, het onttrekken van voedingsstoffen uit de bodem, het afweeren van insecten en rovers, het voortplanten, wat niet al. Toch is dat er niet van gekomen. Integendeel: we zien de soortenrijkdom in de loop van de evolutionaire geschiedenis alleen maar toenemen – er komt veel bij, er gaat weinig af. Nieuwe soorten komen altijd naast de bestaande, nooit in plaats van de oude. Terwijl als er een plant zou zijn die alles kan, zou dat een ‘supersoort’ zijn, die alomtegenwoordig is. Dat is niet wat we zien – vandaar dat ik nu de Universele Wet van Geven en Nemen heb opgesteld.’

vraat

‘Ik ben er nog druk over aan het denken, hoor, het is nog wat onrijp, maar het is het strak wiskundige antwoord op de vraag hoe het kan dat de evolutie geleid heeft tot zo’n enorme soortenrijkdom, hoe het kan dat er op aarde drie miljoen soorten naast elkaar kunnen bestaan. Dat komt door dat “geven en nemen”: een soort kan talloze

G. David Tilman

1949

Ecoloog

Directeur van Cedar Creek Ecosystem Science Reserve in Minnesota

Regent’s Professor en McKnight Presidential Chair in Ecology aan de Universiteit van Minnesota

Ontvangt de prijs voor zijn fundamentele bijdrage aan de ecologie

strategieën kiezen om te overleven, maar zodra hij energie investeert om het ene probleem op te lossen – bijvoorbeeld afweer tegen vraat – heeft hij minder energie voor het andere, en zal hij ruimte aan andere soorten moeten laten om daar beter in te worden. Het leven, zou je kunnen zeggen, is een multidimensionale ruimte, en er zijn vrijwel oneindig veel punten waar zo'n "trade-off"

Het leven is een multidimensionale ruimte

mogelijk is. Hiermee kun je ook voorspellen welke punten in die ruimte door een soort bezet kunnen worden, dus welke soorten het in een bepaalde habitat – de prairie, de diepzee – goed zullen doen, en welke naast elkaar kunnen bestaan.'

David Tilman mag graag de zaak wat opschudden – vrijwel geen artikel van hem leidde niet tot enige commotie – en ook hier zoekt hij de confrontatie. 'Ik heb opzettelijk het woord 'universeel' gebruikt, want dat is iets waar wetenschappers helemaal niet van houden – zodra je zegt dat iets universeel is, gaan ze tegenvoorbeelden bedenken. En dat is natuurlijk ook de bedoeling, dat het onderzocht gaat worden. Het is een beetje om te plagen, en het is heel goed mogelijk dat er allemaal artikelen komen met de boodschap dat die Tilman ongelijk heeft, maar het is een toetsbare hypothese, en uiteindelijk komt de waarheid dan wel boven tafel. Daar gaat het ten slotte om in de wetenschap.'

weinig exact

Tilman heeft zijn naam in de ecologie gevestigd in de jaren zeventig van de vorige eeuw, met zijn onderzoek naar wieren: welke soorten winnen de strijd om het bestaan, en onder welke voorwaarden is er vreedzame coëxistentie mogelijk?

'Ik ben opgegroeid aan de rand van het Michiganmeer, dat in de jaren zeventig ernstig vervuild was, en waar ecologen veel onderzoek deden. Maar de ecologie was in die tijd erg beschrijvend, en weinig exact – men zag wel dat soorten elkaar konden verdringen en dat sommige soorten het moeilijker hadden dan andere, maar een goed model was er niet, het was allemaal erg kwalitatief.'

'Omdat ik tijdens mijn studie wiskunde en natuurkunde erg leuk vond, wilde ik kijken of ik die meer in de ecologie kon toepassen en het probleem van de verontreiniging kon oplossen. Het was hoe dan ook een heel interessante

tijd om wieren te bestuderen, en de wierenpopulatie in het Michiganmeer was inmiddels heel goed in kaart gebracht. Mijn idee was, dat je aan de behoefte aan voedingsstoffen kon voorspellen welke wieren zich konden handhaven.'

'Er blijken voor de wieren twee beperkende factoren in de nutriënten: fosfor en silicium. Dicht aan de kust is veel fosfor in het water, door sediment en riolering, maar die neemt in een strook van ongeveer vijftig kilometer snel af. Dicht bij de oevers is weinig silicium, maar dat is er in overvloed verder uit de kust. In feite is dat voldoende om te voorspellen welke wieren winnen. Aan de kust wint degenen die het minst silicium nodig heeft, verderop wint degenen die het minst fosfor nodig heeft. Anders gezegd, de soort die in staat is de nutriëntenvoorraad uit te putten tot een niveau onder de behoefte van de concurrentie, wint de slag.'

verjagen

'Het mooie was, dat ik in het laboratorium kon aantonen dat het inderdaad zo werkte. Mijn artikel hierover in *Science*, in 1974, liet dus voor het eerst zien hoe ecologie een kwantitatieve, puur mechanistische wetenschap kon zijn. Het idee is sindsdien talloze malen bevestigd – niet alleen bij wieren, maar ook bij andere soorten – dat de interactie tussen soorten eigenlijk niet ingewikkelder is

Alleen mensen zijn een soort 'supersoort'

dan dat: wie het best de voedingsstoffen kan gebruiken, en in staat is de voorraad uit te putten, verjaagt de anderen.'

'Een heel simpel idee, inderdaad. Zo simpel dat ik, toen ik eraan begon voor mijn dissertatie, wel dacht dat het makkelijk te weerleggen zou zijn, en dat ik al snel zou ontdekken dat het allemaal wel een stuk ingewikkelder lag, maar het blijkt werkelijk het enige mechanisme te zijn – een paar eenvoudige differentiaalvergelijkingen volstaan.'

'En sindsdien ben ik ook niet in staat geweest het idee te weerleggen, en goede tegenvoorbeelden te vinden – niet bij wieren, maar ook niet bij planten. Een simpel idee, met een grote voorspellende kracht. Het ingewikkelde zit erin, en dat is een observatie die de bekende limnoloog Hutchinson al in 1959 deed, dat zelfs de simpelste ecosystemen honderden soorten kunnen herbergen. Een ogenschijnlijk homogeen gebied als een meer of een stuk oceaan heeft een enorme soortenrijkdom. De vraag die hij

stelde was: hoe kunnen zoveel soorten bij elkaar bestaan? En dat is dus waar ik nu mee bezig ben: soorten kunnen alleen naast elkaar bestaan omdat geen enkele soort overal goed in kan zijn.'

kettingzagen

'Behalve de mens, ja. Alleen mensen zijn een soort "supersoort", omdat wij kunnen denken. Vroeger, honderd, driehonderd, duizend jaar geleden was het gebruikelijke beeld dat de mens tegen de natuur streed. Op de natuur moest de cultuur worden bevochten, roofdieren en insecten, en onkruid en ziekteverwekkers moesten worden bestreden. De mens heeft die gevechten eigenlijk allemaal gewonnen, overal zijn oplossingen en strategieën voor bedacht. We hebben tractors, kettingzagen, chemicaliën, kunstmest, we kunnen elk gevecht winnen. Maar: dat is ten koste gegaan van het ecosysteem, van de biodiversiteit. Gelukkig kan de mens zijn denkvermogen vervolgens aanwenden om dat probleem aan te pakken, maar veel tijd is daar niet meer voor. Als we op dezelfde voet verder gaan, moeten we, met de groeiende wereldbevolking, tegen 2050 een verdubbeling van de productie aan voedingsgewassen realiseren. Dat vereist meer dan een miljard hectare aan nieuwe landbouwgrond – en de enige plek waar die ruimte nog voorradig is, is in de tropen, waar juist de grootste soortenrijkdom is. Bovendien heeft de groeiende wereldbevolking niet alleen voedsel, maar ook energie nodig, en dat moet niet ten koste van het milieu gaan. Of van het voedsel: op het ogenblik wordt twintig procent van het Amerikaanse graan niet als voedsel gebruikt, maar als grondstof voor ethanol, voor biobrandstof. Dat kan zo niet doorgaan.'

verdrievoudigen

Vandaar dat Tilman zich de laatste jaren sterk heeft beziggehouden met het vraagstuk van de biobrandstoffen – in zekere zin komt daarin al zijn voorgaande onderzoek samen. In 2006 toonde hij aan dat sterk verarmde gronden, zoals prairies, met de juiste aanpak een enorm potentieel bieden voor de ontwikkeling van biobrandstoffen. Ook hier speelt biodiversiteit een sleutelrol.

'Alle gewassen die tegenwoordig worden gebruikt voor biobrandstoffen zijn bijna vanzelfsprekend monocultures. Wij konden laten zien dat biodiversiteit in de landbouw de opbrengst niet verlaagt, maar juist zeer sterk verhoogt. Door de juiste keuze van gewassen – bladgroente in de lente, grassen in de zomer bijvoorbeeld – kun je ervoor

zorgen dat de grond zichzelf verrijkt en tegelijkertijd de opbrengst aan biomassa ruimschoots verdrievoudigen. Verdrievoudigen! Terwijl graanboeren al blij zijn als ze door zorgvuldig beheer een paar procent meer opbrengst hebben dan het jaar daarvoor! En dat niet alleen: er is veel minder input nodig, niet alleen van kunstmest en irrigatie en pesticiden, maar ook van arbeidskracht. Het oogsten

Biodiversiteit in de landbouw verhoogt de opbrengst juist zeer sterk

beperkt zich tot hooien in de herfst, er komen minder vraatzuchtige insecten en minder ziekten – en er wordt ook nog eens erg veel kooldioxide in de grond vastgelegd.'

'We hebben de wetenschappelijke berekeningen gedaan, we begrijpen wat er gebeurt, en we hebben het kunnen aantonen in een experiment van vijftien jaar op een lapje grond. Landbouwdeskundigen vielen over ons heen dat het nog veel te vroeg was om hieruit conclusies te trekken, maar wat wij wilden laten zien was alleen dat biodiversiteit een verrassend sterk effect op de opbrengst heeft, en dat het hiermee in principe mogelijk moest zijn de opbrengsten zeer sterk te verhogen.'

'Inmiddels zijn de meesten van hen nu gelukkig bezig het idee verder uit te werken op andere gronden, en het lijkt inderdaad stand te houden. Het probleem van de huidige biobrandstoffen is immers, dat ze uiteindelijk niet zoveel opleveren en weinig broeikasgassen besparen. We hebben eens een levenscyclusanalyse gedaan, en dan blijkt dat het ongeveer net zoveel kost om ze te produceren als ze opleveren.'

gunstiger

'Ons idee levert een veel gunstiger beeld op. Door het ontwikkelen van arme gronden op onze manier, met een mengsel van gebladerte en grassen, wordt erg veel kooldioxide in de bodem vastgelegd – in de bodem zit twee tot drie keer zoveel koolstof als in alle vegetatie op aarde: de bodem is veruit de belangrijkste opslagplaats voor koolstof. Het zou dus uiteindelijk wel eens zo kunnen zijn dat het gebruik van dit soort biobrandstoffen meer kooldioxide kost dan het produceert. De planten nemen het kooldioxide uit de atmosfeer, slaan het grootste deel ervan op in hun wortels, en leveren bij verbranding netto minder kooldioxide. Hoe meer deze gewassen worden verbrand, hoe meer kooldioxide er uit de atmosfeer wordt gehaald...'