

“Ecosystemen kennen kantelpunten”

Aan de universiteit van Wageningen heeft het biologische wateronderzoek vanaf het begin jaren '60 deel uitgemaakt van de studie afvalwaterzuivering, later waterkwaliteitsbeheer. Gestart met één docent Hydrobiologie bij de vakgroep Natuurbeheer breidde dit kennisgebied zich uit tot de huidige afdeling Aquatische Ecologie en Waterkwaliteitsbeheer. Medio 2009 verscheen in de pers het bericht dat aan het hoofd van deze vakgroep, prof. dr. Marten Scheffer, de Spinozapremie was toegekend, de hoogste wetenschappelijke onderscheiding in Nederland, voor zijn onderzoek aan complexe systemen. Aanleiding tot een gesprek met hem dat begin februari kon plaatsvinden in zijn werkkamer in het gebouw Lumen in Wageningen.

Wat houdt uw leerstoel in?

“Ik ben hier hoogleraar aquatische ecologie en waterkwaliteitsbeheer. Het is de stoel die vroeger bezet werd door Bert Lyklema, in de jaren '80 en '90 een bekende naam in deze wereld. Lyklema was een chemicus en hij richtte zich vooral op de nutriënten-huishouding van het water en de effecten daarvan. Ik ben een bioloog, ik ben hier in 1998 benoemd en sindsdien kijken wij niet alleen naar de chemische en fysische samenstelling van het water, maar ook naar de biologie en de gehele samenhang tussen alle aspecten van waterkwaliteit. Naar de invloed van verontreinigde waterbodems bijvoorbeeld, het effect van *nanoparticles* als roetdeeltjes. We doen veel onderzoek naar blauwalgen, die giftige stoffen maken. Welke blauwalgen doen dat, wat voor stoffen zijn het, wanneer doen zij dat? Zelf verricht ik veel onderzoek buiten de aquatische ecologie. Kennis van watersystemen en stabiele kwaliteitssystemen zoals de zelfreinigende werking van sloten, kun je ook toepassen op bijvoorbeeld het klimaatstelsel of het ontstaan van migraine. Watersystemen vormen een inspiratiebron voor andere complexe systemen.”

Wat voor onderzoek doet u aan watersystemen?

“Dat werk is enorm breed; er duiken steeds nieuwe dingen op. Zo onderzoeken we de versturende werking van verontreinigende stoffen zoals hormoonstoffen en zeepachtige stoffen. We kijken ook naar het geurenlandschap onder water. Bekend was dat op het land geurstoffen van predatoren het gedrag van prooidieren beïnvloeden. Het verhaal dat op Prinsjesdag de paarden van de Gouden Koets wild werden toen er een keer leeuwenpoep op straat lag. Bij nachtvlinders zendt het vrouwtje een geurstof uit, die ze apart aanmaakt, zodat het mannetje haar kan vinden. Onder water zie je ook dergelijke gedragspatronen. Eencellige algen, die gegeten worden

door een watervlo, vormen als ze die watervlo ruiken, zodanig grote kolonies dat de watervlo ze niet meer kan opeten. Maar het gaat nog veel verder. Er vindt in de strijd om licht en voedsel een soort chemische oorlogsvoering plaats. De ene alg produceert giftige stoffen waar de andere alg niet tegen kan. Het gedragsrepertoire van zulke eencellige organismen is veel groter dan we ooit gedacht hadden. In de tijd van Lyklema dachten we: hoe meer nutriënten, hoe meer algen. Maar inmiddels blijkt dat er ook situaties zijn waarin je veel nutriënten hebt, maar geen algen. Je ontdekt dat die simpele eencellige algen hun gedrag kunnen aanpassen aan de omstandigheden.”

Hoe ontdek je zo iets?

“In zekere zin bij toeval. Maar je moet wel een *open mind* hebben, goed kijken en door wat je waarneemt aan het denken worden gezet. Hoe ontdekte Pasteur de penicilline? Doordat het feit dat er om bepaalde schimmels geen bacteriën groeiden, hem aan het denken zette. Miquel Lurling deed bij onze groep onderzoek naar het effect van de geur van watervlooien op algen. Hij volgde keurig het protocol en testte ook het effect van water zonder watervlooien. Daarop bleken de algen ook te reageren. De oorzaak van die reactie kon alleen liggen aan het filter dat gebruikt was. Van de fabrikant kreeg hij een lijst van de stoffen, die bij de productie van het filter gebruikt werden. Op één van die stoffen bleken de algen al in zeer lage concentraties te reageren. Zo kwam hij de invloed van een grote groep stoffen op het spoor. Doordat hij dus die onverwachte waarneming serieus nam en niet als een analysefout terzijde schoof.”

Kun je onder water ruiken?

“Ruiken is inderdaad meer gebonden aan de lucht. In water kun je waarschijnlijk beter over signaalstoffen spreken. Stoffen die in zeer lage concentraties effecten



Marten Scheffer

hebben, die nooit iemand had vermoed. Overigens speelde dit onderzoek al zo'n vijf jaar geleden. We zijn nu weer met nieuwe zaken bezig, zoals effecten van klimaatverandering op de waterkwaliteit en onderzoek naar blauwalgen. Vroeger dacht men dat blauwalgen een paar cyanotoxinen produceerden. Inmiddels weten we dat het om heel veel stoffen gaat, die in een breed spectrum werkzaam zijn. Men vermoedde bijvoorbeeld dat een relatie bestaat met hersenziekten zoals Alzheimer. Wellicht zijn er onvermoede wegen waardoor we aan zulke stoffen worden blootgesteld. Koeien drinken bijvoorbeeld water waarin deze toxines kunnen zitten, via de melk komen deze dan misschien in de mens terecht. Oorzaak- en gevolgrelaties blijken

moeilijk vast te stellen. In China is veel kanker geconstateerd rond een meer met blauwalgen, waaruit drinkwater bereid wordt. Op een bepaald eiland komt veel Alzheimer voor door de werking van een blauwalg-gerelateerde stof in de hersenen. Hoe komt die stof daar in de hoge concentraties die waargenomen zijn? Deze mensen eten vliegende honden, een grote vleermuis. Deze dieren leven van de vruchten van een palm, waarvan de wortels een symbiose met blauwalgen hebben. Dat bleek de route te zijn. Zo komen we als aquatische ecologen in samenwerkingsverbanden met medici en chemici terecht."

Hoe groot is uw vakgroep?

"Wat vroeger een vakgroep heette, is tegenwoordig een leerstoelgroep. Deze bestaat bij ons uit zes hoogleraren, twee fulltime en vier in deeltijd. Zelf ben ik leerstoelhouder, de andere fulltime hoogleraar is Bart Koelmans. Hij is chemicus en doet op het ogenblik bijvoorbeeld onderzoek aan fijne deeltjes in water en bodem. Hij heeft onlangs laten zien dat roetdeeltjes chemische stoffen absorberen, net als actieve kool, en daarmee het risico van bepaalde stoffen verlagen. Onze gehele groep telt 30 mensen, waarvan meer dan de helft promovendi en wetenschappelijk onderzoekers. De grootste groep op dit gebied aan de Nederlandse universiteiten."

Is de waterkwaliteit in Nederland op voldoende niveau?

"Vanaf de tijd van Jac. P. Thijsse was Nederland ver afgeleden. Sinds de invoering van de Wet verontreiniging oppervlaktewateren in 1970 is er veel verbeterd, dankzij de inzet van veel mensen. Maar we zijn nog niet terug op het niveau van de waterkwaliteit die Thijsse beschrijft. 'Wat heb je ervoor over', maar ook de vraag naar kennis van het gedrag van ecosystemen. Als je kijkt naar het IJsselmeer, het grootste aquatische ecosysteem dat Nederland bezit, dan zie je een autonome neerwaartse trend, vooral bij de vogelpopulatie. Hoe komt dat? In het IJsselmeer heb je twee belangrijke voedselbronnen voor vogels: kleine vissen en driehoeksmosselen. Beide zijn enorm achteruitgegaan. Het visbestand is bovendien verschoven van de spiering naar de pos, die meer bij de bodem leeft. We onderzoeken samen met Rijkswaterstaat, Deltares en het NIOO wat de oorzaken zijn en wat je hieraan kunt doen. Een soortgelijk project hebben we in Afrika in het Victoriameer."

Dat is wel een meer van een andere orde van grootte.

"Bovendien een onrustig gebied met allerlei tegenstellingen tussen de landen die aan het meer grenzen. Daar speelt het volgende. Vroeger leefden er honderden soorten cichliden in het meer, kleinere vissen. Toen heeft men de Nijlbaars geïntroduceerd, een grote roofvis. Eerst gebeurde er niets, toen nam deze de macht over en zijn vele soorten verdwenen. Nu vangt men grote vissen voor de export, maar is er geen kleine vis voor eigen consumptie door de lokale bevolking. We onderzoeken hoe je daar een duurzame visserij en voldoende biodiversiteit terug

kunt krijgen. Een ander voorbeeld is het onderzoek dat we verrichten bij het Great Barrier Rif, 4000 kilometer langs de noordoostkust van Australië. Hoe kun je de veerkracht van dat rif op peil houden terwijl er toch van alles verandert: het klimaat, de zuurgraad van het water, de bevissing, verontreiniging door water dat vanaf het land de zee in stroomt? Is die veerkracht te meten, wat bepaalt hem, zijn er factoren die je in de hand hebt?"

Is er al zicht op een antwoord?

"Wat je ziet bij meren is dat ze als ecosysteem een kantelpunt hebben, bijvoorbeeld van helder naar troebel. Het systeem houdt allerlei beïnvloedingen lang vol, maar slaat ineens om. En dan is het heel moeilijk de oude toestand weer terug te krijgen. We hebben dat in Nederland bij de Veluwerandmeren gezien. Omlaag brengen van het nutriëntengehalte alleen helpt niet. Er is een extra duw nodig, bijvoorbeeld het tijdelijk reduceren van de visstand om de gewenste situatie weer terug te krijgen. Dat fenomeen van een stabiel stadium en een plotselinge overgang naar een ander, vaak ongewenst maar wel stabiel stadium zie je bij allerlei systemen. Bij chemische reacties, financiële stelsels, raffen, maar ook in de fysiologie bij migraine, het geheugen en het gedrag van mensen. Ook bij klimaatsystemen. Samen met Duitse en Engelse instituten onderzoeken we de stabiliteit van klimaatsystemen als de warme golfstroom, moessonssystemen en het poolijs. Samen met de universiteit van Leiden doen we onderzoek naar migraine. Maar ook een financieel stelsel kan zo'n kantelpunt hebben. Het zijn wiskundig gezien universele wetmatigheden."

Geldt het ook voor politieke systemen, zoals nu in de Arabische landen?

"Dat zou kunnen, en er kan daar ook vooral sprake zijn van een domino-effect. Systemen zijn met elkaar verbonden via netwerken. Denk maar aan het internet. Maar ook zo'n rif van 4000 kilometer lengte bestaat in feite uit duizenden kleine rifjes. Het kan zijn dat als er ergens iets gebeurt, de hele rest meegaat. Zo zijn we vanuit het werken aan sloten en plasjes terechtgekomen bij fundamentele theorieën over de werking van complexe systemen en komen er hier allerlei vreemde vogels over de vloer. Met de Universiteit van Amsterdam werken we aan *mood-disorders*, zoals manische depressiviteit, maar ook aan parodontitis: tandvleesontsteking die tot gebitsverlies kan leiden."

Wat onderzoekt u aan klimaatsystemen?

"Heel lang was de vraag of klimaatsystemen ook kantelpunten hebben. In de geschiedenis van de aarde zie je een aantal radicale veranderingen van het klimaat. Waren dat kantelpunten of was het een gevolg van beïnvloeding van buiten zoals

een meteorietinslag? Nu blijkt dat als je goed kijkt, je de nadering van een kantelpunt kunt zien aankomen. Het spectrum van de fluctuaties verschuift zo te zeggen langzaam naar rood. De klimaatsprong aan het einde van de trias, 34 miljoen jaar geleden, kon je zien aankomen. Ervoor was de aarde vrijwel ijsvrij, de tijd van de grote dinosaurussen e.d., erna waren er ineens ijskappen. Er kwamen generieke signalen die een omslag aankondigden. Wat precies de oorzaak van deze signalen was, is niet bekend. Daarvoor is het te lang geleden. De huidige Sahara is 5000 jaar geleden plotseling ontstaan. Het was een gebied met meren, savannes en bossen. De moessoncirculatie bracht regen uit vochtige lucht die van de oceanen kwam.

"Watersystemen inspiratiebron voor andere complexe systemen"

Door de asymmetrie in de baan van de aarde om de zon en door verandering in de stand van de aardas werd de circulatie minder, nam de vegetatie af en was er ineens de omslag naar de woestijn. Zo zit de aarde vol met terugkoppelmechanismen."

Hoe is uw loopbaan verlopen?

"Heel eenvoudig. Ik ben in 1958 in Amsterdam geboren, heb van 1975 tot 1983 biologie gestudeerd in Utrecht, ben daar ook gepromoveerd. Daarna heb ik als aquatisch bioloog bij het RIZA gewerkt en sinds 1998 ben ik hier hoogleraar."

Waarvoor hebt u de Spinozaprijs gekregen?

"Voor wat ik allemaal verteld heb. Het onderzoek aan stabiliteit van complexe systemen. Vanuit ons wateronderzoek hebben we daarbij de oversteek naar andere systemen gemaakt, waardoor het onderzoek heel breed werd. De Spinozaprijs was 2,5 miljoen euro groot. Dat bedrag gaan we besteden aan dit brede soort onderzoek. Nu is daar net een ERC *advanced grant* van weer 2,5 miljoen euro bijgekomen voor onderzoek aan universele waarschuwingssignalen. We kunnen de komende tijd op volle kracht verder."

Maarten Gast