



# De stilte voor de storm

Een helder meertje kan opeens troebel worden. De beurs kan crashen. Ecoloog Marten Scheffer ziet patronen in zulke abrupte omslagen. **W4-5**



# De voortekenen van een omslag

**Ecologie** Marten Scheffer bestudeert abrupte omslagen in complexe systemen. In het klimaat, in samenlevingen, in meertjes. Ze zijn zeldzaam, maar hebben dramatische gevolgen.

Door **Marcel aan de Brugh**

W e zitten aan een ombost meertje, in het warme zand. „Dit is een van mijn lievelingsplekjes om te struinen en te mijmeren. Ideaal voor het krijgen van ideeën”, zegt de Wageningse ecooloog Marten Scheffer (56). Waarom besteden universiteiten niet meer aandacht aan dit deel van het denkproces, vraagt Scheffer zich af. „Studenten wordt vooral geleerd hoe je test of dingen kloppen. Dat is het rationele deel van het denkproces. Wat daaraan vooraf gaat, het creatieve associëren, daar wordt eigenlijk niet over gepraat.”

Over die creativiteit straks meer. We zijn vooral hier om het onderzoek van Scheffer te bespreken. Het meertje waaraan we zitten ligt op zo'n vijf minuten rijden van zijn dijkhuis in Echteld, een dorp aan de Waal.

Het onderzoek van Scheffer staat internationaal bekend als creatief, en verrassend. Hij bestudeert abrupte omslagen in complexe systemen. Omslagen in het klimaat, in samenlevingen, de menselijke hersenen, in meertjes. Kantelpunten worden ze ook wel genoemd, *tipping points*. Ze doen zich niet vaak voor, maar als dat zo is, dan vaak met dramatische gevolgen. De beurs crasht, het klimaat slaat om, een revolutie breekt uit, een helder meertje verandert opeens in een troebele plas.

Bij zijn onderzoek gaat Scheffer uit van de *dynamical systems theory*, een gebied van de wiskunde dat het gedrag van complexe, dynamische systemen beschrijft. Die theorie gebruikt hij de laatste jaren vooral om het voorstadium van kantelpunten, de aanloop ernaartoe, te bestuderen. „Als je die herkent, kun je de omslag wellicht vermijden, of juist bevorderen”, zegt Scheffer.

**Waarom zou je een omslag willen bevorderen?**

„Een depressie bijvoorbeeld, of armoedeval, daar wil je snel uit. Maar doorschieten naar een veel warmer klimaat, zonder poolkappen en met een veel, veel hogere zeespiegel, dat wil je vermijden.”

**Lukt dat, het voorspellen van omslagen?**

„Op steeds meer fronten. Wat we vaak zien is dat de veerkracht van een systeem afneemt in de aanloop naar een kantelpunt. Dat zien we bij ecosystemen, de financiële markten, gezondheid.”

**Veerkracht?**

„De systemen die ik bestudeer verkeren in een bepaalde evenwichtstoestand. Een meertje is helder, je humeur is goed. Maar er worden altijd duwtjes gegeven. Je krijgt een bekeuring, een vulkaan barst uit, noem maar op. Het systeem fluctueert daardoor, maar heeft wel de neiging terug te keren naar het evenwichtspunt. Als dat snel gaat, is de veerkracht groot. Als het herstel traag wordt, is dat een veeg teken. Het systeem gaat meer zwakken. Dat kan betekenen dat je in de buurt komt van een kantelpunt, wetsen we in-middelen. En dan kan het, floep, omslaan in een andere toestand. Waar het maar

moeilijk weer uitkomt.”

**U heeft die afnemende veerkracht onlangs aangetoond bij tropische bossen.**

„Die kunnen na aanhoudende droogte en hitte afsterven en omslaan in een hardnekkige savanne-toestand. Bij bossen die gevoelig zijn voor zo'n omslag lijkt het bladerdek zich na zware tijden trager te herstellen dan in veerkrachtige bossen. We hebben dat vorige maand in *Nature Climate Change* beschreven.”

**Zijn er meer voorbeelden?**

„Bij depressie hebben we iets heel vergelijkbaars twee jaar geleden aangetoond, samen met psychologen en psychiaters. Als jij een onaangenaam telefoontje krijgt, of er poept een vogel op je hoofd, en even later loop je weer fluitend rond, dan zit je humeur waarschijnlijk stevig in het zadel. Maar als je daar de volgende dag nog mee zit, of misschien zelfs een week later, dan is die hersteltijd trager. Dat is een slecht teken. „Zo zoeken we in allerlei systemen naar *early warning signals*.”

**Er is kritiek op het gebruik van die early warning signals. Ze zouden te onbetrouwbaar zijn om er kantelpunten mee te voorspellen.**

„Je kunt nooit exact voorspellen wanneer een systeem gaat kantelen, omdat er altijd een element van toeval bijzit. Dat zeggen we er al sinds ons eerste artikel

●●

De veerkracht van een systeem neemt dikwijls af in de aanloop naar een kantelpunt

hierover bij, als *disclaimer*. Maar het is blijkbaar iets anders om het tussen de oren te krijgen. We noemen ze tegenwoordig liever indicatoren van veerkracht. Als je de goede indicatoren hebt, kun je de veerkracht proberen te vergroten of verkleinen. En zo de kans op een omslag beïnvloeden.”

Plotseling springt Scheffer overeind. „Hé, kijk, een mooie kever, daar in het zand.” Even later keert hij terug met een groen iriserende boktor. Het insect kruipt via zijn hand naar de rand van zijn donkergroene blouse en verder, over zijn arm, over zijn rug. Onze plek in het zand ligt inmiddels in de schaduw. „Zullen we weer in de zon gaan zitten”, stelt Scheffer voor. Hij zet de boktor terug in het zand, en we verhuizen een paar meter.

**Waarom zijn kantelpunten vaak zo moeilijk te voorspellen?**

„Als je in een grote verandering zit, zie je de patronen minder goed. Hadden mensen als de vooravond van de Tweede Wereldoorlog door dat er een heel belangrijke verandering aan het plaatsvinden was! Ik denk het niet. Ze waren met normale dingen bezig. Met hun kinderen. Ze hoorden flarden nieuws. Allelei details in een warrige wereld.”

**Zitten we nu in een grote verandering?**

„Ik denk het wel. Maar het is heel moeilijk te zeggen. In andere tijden dachten mensen dat ook, terwijl de veranderingen uiteindelijk wel meevielen. Ik denk niet dat de wereld in één klap verandert of niet. Het zijn elementen die veranderen. En die tellen samen op tot iets groters.”

**Uw werk is op wiskunde gestoeld. Is dat uw uitgangspunt?**

„Nee, niet helemaal. We zitten niet voor niks bij een meertje, en ik pak niet voor niks die boktor op. Ik ben in de eerste plaats bioloog. Ik neem gefascineerd de wereld waar. Ik zie patronen, en vraag me af hoe dingen zitten. De wiskunde helpt me daarbij. Die is heel clean. Zo is het in het echt meestal niet. Maar de theorie kan me helpen toch een vinger achter de vaak rommelige werkelijkheid te krijgen. Want het zijn fundamentele wetmatigheden waar je niet omheen kunt.”

**Voor de biologie?**

„Nee, ze gelden voor alles. Voor de wereld.”

**U heeft wel eens gezegd dat u wiskunde helemaal niet leuk vond op de middelbare school.**

„Ik vond er nooit iets aan. Ik zag er het nut niet van in. Tot ongeveer halverwege mijn biologie-studie. Toen zag ik opeens: oh jee ja, dat is hartstikke spannend. Het is een krachtig hulpmiddel om de wereld te begrijpen.”

De groene boktor is teruggekeerd. „Hij houdt van me”, zegt Scheffer. „Ik had hem heel liefdeloos in het zand gezet, en nu zit ie in mijn haar.”

**Na uw biologiestudie in Utrecht begon u het onderzoek aan ondiepe meertjes, waarmee u naam heeft gemaakt. Waarom was dit zo invloedrijk?**

„Het idee dat de theorie over kantelpunten van toepassing zou kunnen zijn op grote complexe systemen heeft door ons onderzoek een enorme push gekregen. Het voordeel van meertjes is dat je er allerlei experimenten in en aan kunt doen. Dat is met bijvoorbeeld samenlevingen, of met de aarde niet mogelijk.”

**Wat was er aan de hand met die meertjes?**

„Veel ervan waren omgeslagen in een troebele toestand, en bleven daarin hangen. Terwijl ze eerst helder waren.”

**Waardoor kwam die omslag?**

„Doordat er steeds meer stikstof en fosfaat in terecht kwam, vanuit de landbouw en door het gebruik van toen nog fosfaat-houdende wasmiddelen.”

**Hoe diep zijn die meertjes eigenlijk?**

„Hooguit een paar meter. De meeste meertjes in Nederland zijn zo diep.”

**Hoe zien de twee toestanden van zo'n ondiep meertje eruit?**

„In de heldere toestand zijn er waterplanten. Ze krijgen veel zonlicht. Die situatie bevorderen ze zelf. Want ze houden de bodem vast, zodat die niet omwoelt. En ze zijn een schuilplaats voor watervlooi-



**Marten Scheffer**

mijmert aan een meertje bij de Waal.

**cv**

Musiceren

**Naast wetenschap heeft Marten Scheffer, zoals hij het zelf zegt „één andere grote hobby”. De muziek.** Op de middelbare school twijfelde hij tussen biologie en het conservatorium. Het werd biologie, in Utrecht.

Maar hij is de wetenschap altijd blijven combineren met musiceren.

Na zijn promotie werkte Scheffer onder meer bij Rijkswaterstaat, waar hij de plotselinge omslag van heldere naar troebele

meertjes bestudeerde. In 1998 werd hij hoogleraar Aquatische Ecologie en Waterkwaliteitsbeheer aan de Wageningen Universiteit. In 2009 won hij de Spinozaprijs, de belangrijkste wetenschappelijke prijs in Nederland.

en, die het water filteren en zich met algen voeden. Maar door de hoge aanvoer van voedingsstoffen krijgen die algen toch een kans. Ze maken het water troebel. Dat houdt zonlicht tegen, en maakt het de planten lastiger. Op een bepaald moment zorgt een klein dingetje, een storm bijvoorbeeld, voor nog wat extra instroom van mest. Dat kan een piek in troebelheid geven waarvan het meer opeens niet meer herstelt. Het kantelpunt. De verandering versterkt zichzelf. Waterplanten sterven af. Dan worden watervlooiën een makkelijke prooi voor de vissen. Wat de algen vrij spel geeft. Trouwens de vissen, vooral de brasems, houden het water troebel omdat ze hun kostje bij elkaar zoeken op de bodem. Ze zuigen een hap modder op en blazen die door hun kieuwen weer naar buiten. Achter de kieuwbogen blijven de lekkere hapjes zitten. Het zijn een soort stofzuigers zonder zak.”

**Hoe krijg je het systeem weer terug in de heldere toestand? De voedingsstoffen weghalen?**

„Zeker, maar dat blijkt in de praktijk vaak niet genoeg. Het effectiefst is het als je dan ook de vissen er tijdelijk uithaalt. Alleen de vis er uit werkt meestal ook niet. Het gaat echt om de combinatie. Eerst de veerkracht van de troebele toestand ondermijnen door vermindering van meststoffen, pas dan werkt het laatste duwtje: de vis er uit. „Hetzelfde zie je bijvoorbeeld bij de armoedeval. We weten dat micro-kredieten helpen, als duwtje. Om bijvoorbeeld een bedrijfje te starten waarmee je geld genereert, en uit die fuik komt. Maar het werkt niet altijd. In heel arme landen bijvoorbeeld. Want wie koopt dan die spullen van je? In zo'n geval is de armoedeval heel veerkrachtig.”

**Bij armoede is duidelijk wat de ongewenste en de gewenste toestand is. Is dat bij de ondiepe meertjes ook zo?**

„Dat ligt eraan wie je het vraagt. Als je brasem wil vissen, is een troebel meer een walhalla. Maar je zou kunnen zeggen dat in Nederland de heldere toestand bij wet is vastgelegd. Want Rijkswaterstaat moet voldoen aan de normering voor helder water en voor goed zwemwater.”

**U doet ook onderzoek naar abrupte omslagen in het klimaat. Maakt u zich zorgen over de huidige opwarming van de aarde?**

„Ik ben een onverbetterlijke optimist. We hebben als natuurliefhebbers de neiging om te zeggen: alles gaat de verkeerde kant op. Met die doemdenkerij moet je oppassen. Mensen haken erdoor af. Ik denk dat je beter positief kunt zijn. Zeggen dat er iets aan te doen is. Het hoeft ook weer niet zó moeilijk te zijn. „Qua klimaat kent de aarde sinds een paar miljoen jaar twee elkaar afwisselende toestanden: ijstijd en niet-ijstijd. We zitten nu in die laatste, een interglaciaal. Eigenlijk waren we al weer flink op weg naar een nieuwe ijstijd. De kans op zo'n omslag hebben we net gemist.”

**Net gemist?**

„De kans op een kantelpunt is ongeveer

een eeuw geleden gepasseerd. Door de opwarming heeft de mens de volgende kans erop ver vooruit geschoven. Die doet zich pas weer over zo'n 50.000 jaar voor. Gelukkig, kun je zeggen, want een ijstijd willen we niet. Maar de vroegere, veel warmere aarde van miljoenen jaar geleden, zonder poolkappen en een veel hogere zeespiegel, daar willen we ook niet naartoe. Het is alsof we nu op een richel staan, met aan weerskanten een diep dal. Naar geen van die twee wil je afglijden.”

**Maar wat dan wel?**

„De uitdaging is het prachtige, huidige Holoceen-klimaat vast te houden. In deze stabiele periode is de landbouw ontstaan. En de beschavingen zoals we die nu kennen. We zijn aan dit klimaat gewend. Het is niet zo makkelijk om aan een nieuwe toestand te wennen. Dan zullen mensen massaal op andere plekken moeten gaan leven. Je ziet nu al dat het niet heel makkelijk gaat, zelfs als we kleine groepen mensen uit Syrië krijgen.”

Scheffer stelt nog een keer voor om te verplaatsen, terug de zon in. Hij ziet een ijsvogeltje wegduiken. In de verte schuiven een paar Rijnaken voorbij.

Hij zegt dat hij de laatste jaren meer nadenkt over denken. Ook dat is een complex, dynamisch proces. Hoe werkt dat, vraagt hij zich af? Hoe krijg je ideeën? Het boek van Nobelprijswinnaar Daniel Kahneman uit 2011, *Thinking fast and slow*, heeft hem erg geïnspireerd. „Het gaat over de twee modussen waarin je hersenen werken”, zegt hij. Dat is de associatieve en de rationele modus. „Op kunstacademies wordt aan die eerste veel aandacht besteed, aan het vinden van je eigen originaliteit. Op de universiteit doen we dat eigenlijk nooit”, zegt Scheffer.

**Wat stelt u voor?**

„Lees dingen die totaal niet nuttig lijken voor het onderwerp dat je bestudeert. Praat met mensen waar je op het eerste gezicht helemaal niet mee zou moeten praten als je rationeel efficiënt je tijd wilt indelen. Als je nieuwsgierig bent, en voor heel veel dingen openstaat, heb je een hele grote verzameling onderdeeltjes die je op nieuwe manieren kunt combineren. Dat is wat nieuwe ideeën zijn: rare combinaties van dingen die niet eerder gecombineerd zijn.

„En die associatieve modus werkt onder bepaalde omstandigheden beter. Iedereen weet dat je juist ideeën krijgt als je er niet aan denkt. Als je onder de douche staat, als je fietst, of wandelt. Darwin bijvoorbeeld had zijn *thinking path*, zijn denkpaadje bij zijn huis waar hij een paar keer per dag zijn rondje liep. Je kunt soms beter in een vuurtje zitten te poken, dan achter je computer zitten. Dus, werkgevers, stuur je werknemers naar buiten en laat ze een lekker een kampvuurtje maken. Helaas wordt dat soort dingen niet echt als werk gezien. Als ik hier langs de rivier loop te struinen, denk mijn werkgever waarschijnlijk: wat zit die Scheffer nou zijn duur betaalde tijd te verdoen. Laat hem iets nuttigs doen.”