

De eenvoudigste verklaring is het elegantst

MAX RIETKERK,
STEFAN C. DEKKER
& JOHAN VAN DE
KOPPEL

Dr. M. Rietkerk
Universiteit Utrecht,
Environmental Sciences,
Copernicus Instituut
Postbus 80115, 3508 TC
Utrecht
m.rietkerk@geo.uu.nl
Dr. S.C. Dekker
Universiteit Utrecht
Dr. J. van de Koppel
Instituut voor Ecologie,
NIOO-KNAW, Centrum
voor Estuaria en Marine
Ecology

Foto **Harry van Oosterhout**,
www.bvbeeld.nl. Detail van
groene bloemkool.

Weerwoord Rietkerk et al.

Vermaat en de Roos (2008) plaatsen een aantal wetenschapsfilosofische kanttekeningen bij het bedrijven van wetenschap in het algemeen die wij in grote lijnen kunnen onderschrijven. Voor zover ze specifiek betrekking hebben op ons onderzoek naar zelforganiserende patronen in het landschap, zoals recent gepubliceerd in *LANDSCHAP* (Dekker *et al.*, 2007), geven we in dit artikel een weerwoord.

Ons onderzoek laat zien dat er een algemeen mechanisme aan de zelforganiserende patronen ten grondslag ligt, namelijk de schaalafhankelijke terugkoppeling. Turing beschreef dit mechanisme al in 1953 (Turing, 1990). In een artikel dat in maart in het tijdschrift *Trends in Ecology and Evolution* verschijnt (Rietkerk en Van de Koppel, 2008), geven wij een uitgebreidere documentatie van zelforganiserende patronen in ecosystemen en zetten wij uiteen hoe wij denken dat dit werkt.

Wij zijn het met Vermaat en de Roos (dit nummer) eens, dat modellen nooit een bewijs zijn voor het optreden van

een bepaald mechanisme. Anders dan wat Vermaat en de Roos suggereren, is het onderliggende proces van een aantal landschapspatronen overigens wel degelijk geïdentificeerd (Valentin *et al.*, 1999; Gascoigne *et al.*, 2005; Van de Koppel en Crain, 2006). Het gaat erom dat een model, indien geloofwaardig, moet worden gefalsificeerd, voordat we het kunnen vervangen door een nieuw model. Zolang dat niet het geval is houden we het oude model aan. In ons onderzoek zijn wij erop gericht onze modellen te falsificeren. Wij confronteren onze modellen voortdurend met nieuwe data en passen ze daarop aan (Eppinga *et al.*, in review; Kéfi *et al.*, 2007). Wij zullen de eersten zijn om onze modellen te verwerpen indien die worden gefalsificeerd. Tot nu toe is dat ons en anderen niet gelukt. Hoe moeilijker het is om een model te weerleggen en hoe meer onderbouwing ervoor is, hoe geloofwaardiger het model. Bij dit alles geldt het *principle of parsimony*: voor die verklaringen die nog niet kunnen worden uitgesloten geldt dat de eenvoudigste verklaring het elegantst is.

Het is altijd goed om met geloofwaardige alternatieve hypothesen te komen. Vervolgens dienen ook deze alternatieven te worden gefalsificeerd. De modellen die Vermaat en de Roos (dit nummer) als alternatieve modellen presenteren, namelijk die van Klausmeier (1999) en Von Hardenberg *et al.* (2001) zijn in werkelijkheid geen alternatieven, omdat hetzelfde mechanisme is gemodelleerd. Verder stellen Vermaat en de Roos dat de empirische ondersteuning voor het bestaan van alternatieve toestanden



en predator-prooi cycli mager is. Deze fenomenen zouden net zoals zelforganiserende patronen generieke uitkomsten van modellen zijn. Wij willen hierbij aantekenen dat altijd het principe geldt: *absence of proof is no proof of absence*. Maar interessanter is het nog om vast te stellen dat de empirische onderbouwing voor het bestaan van zelforganiserende patronen zeer snel toeneemt (*proof of presence*). Dit geldt niet alleen voor droge ecosystemen, hoogveengebieden en mosselbanken (Dekker et al., 2007), maar ook voor savannes, koraalriffen, alpine bossen, slikplaten en wetlands (Rietkerk en Van de Koppel, 2008).

Ons onderzoek laat niet alleen zien dat zelforganiserende patronen in ecosystemen een lust voor het oog zijn, maar wijst er ook op dat deze patronen voorspellende waarde hebben wat betreft plotselinge, onomkeerbare veranderingen in ecosystemen (Rietkerk et al., 2004, Kéfi et al.,

2007). Onze algemene hypothese is dat daarmee hysteresis in het landschap kan worden opgespoord. Het belang van dit idee wordt duidelijk steeds meer onderkend (Strange, 2007; Solé, 2007). Wij denken dat het nader bestuderen van de patronen meer inzicht en begrip zal opleveren aangaande het niet-lineaire gedrag van ecosystemen. Dat is van belang in het licht van klimaatverandering en de voortdurende invloed van de mens op ecosystemen. Daarmee hopen we bij te dragen aan het voorspellen van dergelijke veranderingen en aan de kennis over maatregelen om gewenste veranderingen in ecosystemen teweeg te brengen dan wel ongewenste tegen te gaan.

Literatuur

Dekker, S.C., J. van de Koppel & M. Rietkerk, 2007. Landschapspatronen door zelforganisatie. *Landschap* 24/3: 127-134.

Eppinga, M.B., M. Rietkerk, W. Borren, E.D. Lapshina, W. Bleuten & M.J. Wassen, in review. Regular surface patterning of peatlands: confronting theory with field data. *Ecosystems*.

Gascoigne, J.C., H.A. Beadman, C. Saurel & M.J. Kaiser, 2005. Density dependence, spatial scale and patterning in sessile biota. *Oecologia* 145(3): 371-381.

Kéfi, S., M. Rietkerk, C.L. Alados, Y. Pueyo, V.P. Papanastasis, A. ElAich & P.C. de Ruiter, 2007. Spatial vegetation patterns and imminent desertification in Mediterranean arid ecosystems. *Nature* 449: 213-217.

Klausmeier, C.A. 1999. Regular and irregular patterns in semi-arid vegetation. *Science* 284: 1826-1828.

Koppel, J. van de & C.M. Crain, 2006. Scale-dependent inhibition drives regular tussock spacing in a freshwater marsh. *American Naturalist* 168: E136-E147.

Rietkerk, M., S.C. Dekker, P.C. de Ruiter & J. van de Koppel, 2004. Self-organized patchiness and catastrophic shifts in ecosystems. *Science* 305: 1926-1929.

Rietkerk, M., & J. van de Koppel, 2008. Regular pattern formation in real ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution* 23(3), in press.

Solé, R., 2007. Scaling laws in the drier. *Nature* 449: 151-153.

Strange, C.J., 2007. Facing the brink without crossing it. *Bioscience* 57(11): 920-926.

Turing, A.M. 1990. The chemical basis of morphogenesis. *Bulletin Mathematical Biology* 52: 153-197. (Reprinted from *Philosophical Transactions of the Royal Society (Part B)*, Vol 237, p. 37-72, 1953).

Valentin, C., J.M. d'Herbes & J. Poesen, 1999. Soil and water components of banded vegetation patterns. *Catena* 37: 1-24.

Vermaat, J. & A. de Roos, 2008. Patronen geven niet persé uitsluitel over onderliggende mechanismen. Reactie op het artikel in *Landschap* 24/3: 127-134. *Landschap*, dit nummer.

Von Hardenberg, J., E. Meron, M. Shachak & Y. Zarmi, 2001. Diversity of vegetation patterns and desertification. *Physical Review Letters* 87:19.