

Nieuw vak helpt de wereld begrijpen

# DE WETTEN VAN DE SCHAAAL

Zelfs de meest complexe systemen voldoen vaak aan eenvoudige wetten. Een duurzame samenleving doet er goed aan die wetten te bestuderen, zegt hoogleraar Erik van der Linden.

Een olifant heeft op het oog weinig van doen met een muis. Ze verschillen nogal in omvang. Toch is er een eenvoudig wiskundig verband tussen de snelheid van hun stofwisseling (de energieproductie in Watt) en hun massa (in kg). In wiskundige vorm: die snelheid =  $70 \times \text{de massa}^{3/4}$ . De Zwitserse zoöloog Max Kleiber ontdekte het verband in 1945, zonder het overigens te kunnen verklaren.

Zo'n verband tussen twee grootheden heet een schalingswet. De Amerikaanse natuurkundige Geoffrey West en zijn team deden er vijf jaar over om dat verband te verklaren, vertelt hoogleraar Levensmiddelen natuurkunde Erik van der Linden. West ontdekte tal van schalingswetten in allerlei complexe systemen. In steden bijvoorbeeld is er een vast verband tussen het aantal benzinstations en het aantal inwoners. Die verbanden zijn wiskundig gezien machtsfuncties, zoals die hierboven omschreven. Het verband is niet lineair (de ene grootheid verdubbelt, dan de ander ook) maar exponentieel. En het maakt niet uit waar op de wereld je bent,

ze gelden overal. Van der Linden en zijn kompanen Jaap Molenaar (emeritus hoogleraar Wiskunde) en universitair hoofddocent Mehdi Habibi hebben er een cursus aan gewijd: *Unifying Concepts of Life Sciences*. Centraal in de cursus staat het boek van West.

## Voedselketen

'Ik liep al een jaar of tien met het idee rond iets met complexe systemen te doen. Voor een fysicus is zo'n systeem interessant. Ik ben prof van de groep levensmiddelen natuurkunde. Wij bestuderen fysische eigenschappen van levensmiddelen, op verschillende schalen van productie naar opslag en consumptie. Duurzaamheid is een belangrijk thema. Hoe maak je een voedselketen duurzamer? Ik kan als fysicus best aangeven welk proces thermodynamisch gezien het meest duurzaam is. Maar fysica is slechts een onderdeel in de keten.' Van der Linden verdiepte zich daarom in de materie van complexe systemen

en stuitte drie jaar geleden op het boek *Scales* van West. Zijn verklaringen voor de gevonden schaalwetten zijn in essentie terug te voeren op zelforganisatie en transport. 'Op de een of andere manier zal een systeem (bijvoorbeeld een stad) met een gegeven input (de omvang van de bevolking) zich zo organiseren dat de output (het aantal benzinstations) zo min mogelijk energie kost. De sociale, economische en infrastructurele netwerken blijken op een bijzondere manier interactie te hebben.'

Voor Van der Linden viel het kwartje. 'Als ik wil begrijpen hoe je een voedselketen duurzamer kunt inrichten, dan moet ik de afzonderlijke onderdelen van het net-



Tekst Roelof Kleis

werk en hun samenhang goed kunnen beschrijven. En het meest grofstoffelijke en eenvoudige zijn schalingsrelaties. Als ik die kan definiëren, kan ik voorspellingen doen over wat er gebeurt als je aan de knoppen draait en er iets meer van het een of het ander instopt. En of de schalen van de subsystemen in de keten wel op elkaar aansluiten. Ik realiseerde me dat je zo complexe systemen kunt analyseren.'

En het mooie zit 'm natuurlijk in de eenvoud. Als je de basis even uitlegt, zegt Van der Linden, kan een student er zo mee aan de slag. Sterker nog, dat is precies wat er gebeurt tijdens het vak Unifying Concepts of Life Sciences. En de studenten zijn enthousiast. 'Het eerste jaar had ik vier aanmeldingen, waarvan er drie af vielen. Het tweede jaar

trok 24 studenten, voornamelijk uit de voedingshoek. Afgelopen jaar hadden we er 34. Maar verdorie, weer alleen maar uit de Food Tech.'

### Datascience

En dat is jammer, vindt Van der Linden. Die cursus zou eigenlijk in het curriculum van elke WUR-student moeten zitten, zodat men beter in staat is om verbindingen te leggen tussen de vakgebieden. 'West heeft bijvoorbeeld ook gekeken naar wetmatigheden in het vaatstelsel van planten. En er is volgens mij zoveel meer waarop dit van toepassing is. Als je er maar naar zoekt.'

Het onderzoeksveld staat nog in de kinderschoenen, maar Van der Linden ziet volop kansen. Zeker met de ontwikkeling van het Data Competence Centre en de focus die WUR legt op datawetenschap.

'Wat West deed met zijn onderzoek naar steden is gewoon datascience; de analyse van *big data*. Iedereen moet beseffen dat je met de huidige datasets over complexe systemen toch iets nuttigs kunt zeggen door gewoon simpel te meten en te kwantificeren. Dat is toch geweldig! Wat is er mooier dan studenten opleiden die zich bewust zijn van deze simpele concepten en die data op die manier kunnen bekijken? Data aanvallen met kunstmatige intelligentie en *deeplearning* kan altijd nog. De waarheid is vaak simpel. Ik ben daar misschien ouderwets in, maar bij een schalingswet krijg ik houvast om iets te begrijpen. De werkelijkheid is een dynamische toestand met heel veel onderlinge synchronisatie. Dat is duurzaamheid. Zonder die synchronisatie zijn we een hoop energie aan het verspillen.' ■




---

'DE WAARHEID IS VAAK  
SIMPEL'

---

'JE KUNT ZO COMPLEXE  
SYSTEMEN ANALYSEREN'