

# LEVEN is organisatie



Gerard Jagers op Akkerhuis formuleerde een nieuwe theorie over wat leven behelst. Voortplanting en stofwisseling bieden daarbij volgens hem onvoldoende houvast. ‘Van mij krijg je net zo’n zware celstraf als je een intelligente robot neerschiet of een politieagent.’

tekst: Roelof Kleis / foto's: Guy Ackermans

**M**isschien is het wel de moeilijkste vraag die we kunnen bedenken: wat is leven? Ecotoxicoloog dr. Gerard Jagers op Akkerhuis van Alterra heeft een simpel antwoord. De definitie van leven en dood volgt rechtstreeks uit zijn Operator Hiërarchie, een theorie waarop hij binnenkort in Nijmegen gaat promoveren. Leven is een kwestie van de juiste organisatie.

De theorie die Gerard Jagers op Akkerhuis bedacht, is niet zomaar op een achternamiddag ontstaan. Hij werkt er al vijftien jaar min of meer intensief aan. De kiem werd gelegd toen hij voor zijn toenmalige werk nadacht over de werking van gif in het milieu. ‘Gif kan op allerlei niveaus werken, op de cel, het organisme, een populatie of op een heel ecosysteem. Als je een heldere theorie wilt, moet je eerst een heldere ordening van die niveaus hebben. Pas dan kun je het hebben over effecten door al die niveaus heen.’ Die zoektocht leidde tot de kiem van de ordening die nu de Operator Hiërarchie heet. ‘Mazzel’, noemt Jagers op Akkerhuis zijn ingeving. ‘Als je tegen zoiets oploopt, dan heb je gewoon mazzel. Zo voelde dat ook: dit is echt iets bijzonders.’

De Operator Hiërarchie plaatst alle fysische en biologische ‘deeltjes’ in een strikte en logisch samenhangende ordening in één schema. De term ‘deeltje’ tussen aanhalingstekens: daaronder vallen niet alleen fundamentele deeltjes, atomen of moleculen, maar ook organismen als bacteriën, de mens en intelligente, zelfbewuste robots. Jagers op Akkerhuis gebruikt voor al deze deeltjes de verzamelnaam *operator*. Elke volgende stap in het schema leidt naar een complexer deeltje, een hogere graad van organisatie. Voor zo’n stap op de organisatieladder introduceert hij het wat lastige begrip *closure* (zie kader). Het resultaat van die ordening is een schema dat sterk doet denken aan het Periodiek Systeem der Elementen.

*Bent u de nieuwe Mendelejev?*

‘Dat weet ik niet. Ik ben in ieder geval niet geïnspireerd door het Periodiek Systeem. Ik was een ecologische hiërarchie aan het herordenen en pas achteraf leek het heel erg op een periodiek systeem, maar dan voor deeltjescomplexiteit. Ik zet de fysische en biologische deeltjes in één schema. En die deeltjes noem ik operatoren, want anders gaan biologen sputteren dat een koe geen deeltje is. Dat

was een van de communicatieproblemen bij het ontwikkelen van deze theorie. Ik moest nieuwe begrippen en deelverzamelingen een naam geven. Zo noem ik alle dieren met een zenuwstelsel *memons*. Dat onderscheid is wettelijk. In de gangbare stambomen van het leven wordt dit onderscheid binnen de meercellige eukaryoten niet gemaakt. Hersenen worden gezien als een orgaan en niet als een nieuw niveau van organisatie.’

Op basis van de Operator Hiërarchie is de definitie van leven bijna triviaal. Alle operatoren vanaf en met inbegrip van de prokaryote cel zijn leven. Een eencellige leeft dus. Dieren en planten uiteraard ook. Maar ook een zelfbewus-

### ‘Ik hoop dat er over honderd jaar nog aan de Operator Hiërarchie wordt gerefereerd’

te robot leeft. Daarmee brengt Jagers op Akkerhuis de definitie van leven terug tot de definitie van organisatie. ‘Ja, dat klopt. Ik koppel de systeemkundige definitie van leven aan alle operatoren vanaf een bepaald niveau. En dood is dan het verlies van de hoogste organisatie, de hoogste closure, van het deeltje waar je het over hebt. Als je het bijvoorbeeld over een dier hebt, is die hoogste closure het zenuwstelsel, het neurale netwerk. Als een dier dat verliest is het geen dier meer maar een meercellige, zoals bijvoorbeeld een plant. Als bij een mens de hersenen niet meer werken en hij kan alleen nog met beademing blijven bestaan, dan is hij een plant geworden. Hij leeft nog wel, maar is geen mens meer. Zo denken doktoren er overigens ook over.’

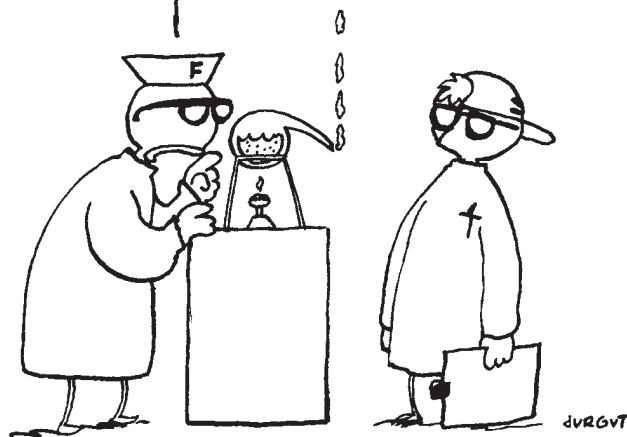
*Leven komt dus tevoorschijn, is emergent, bij een bepaalde basisorganisatie?*

‘Ja, ik denk zuiver in organisatieniveaus. Leven definiëren is het trekken van een grens, ergens in het schema. Wij doen dat bij het bacteriële niveau. Dat had willekeurig ergens anders gekund, alleen hadden we dan een ander idee bij leven gehad. Je zou bijvoorbeeld de bovengrens kunnen trekken bij cellulaire memons (de mens en de meeste dieren) en dan al het kunstmatige leven anders noemen. Ik doe dat niet. Kunstmatig leven bestaat trouwens niet. Als de structuur goed is, is het leven. Van mij

## FOKKE & SUKKE WETEN WAAR HET IN DE WETENSCHAP OM DRAAIT

...ZEER INDRUKWEKKEND, COLLEGA...

MAAR WERKT  
HET OOK IN  
THEORIE?



[E]

### THE MEANING OF LIFE

Dr Gerard Jagers op Akkerhuis has taken on one of the most difficult challenges of all: giving a definition of life. His definition is based on the Operator Hierarchy, his new way of ordering living things. Operators can be fundamental components like atoms as well as organisms like animals or intelligent robots. He has put all operators in a hierarchy depending on their level of organization, for example whether or not they have a nervous system. The result is a chart a bit like the Periodic Table. Life for Jagers op Akkerhuis is not about reproduction or metabolism, it's about having a certain level of organization. Pretty fundamental stuff. At the moment the scientific world is not sure how to judge Operator Hierarchy but Jagers op Akkerhuis is focusing on the future. He hopes people will still be citing his work in a hundred years' time.

The full story?  
[resource.wur.nl/en](http://resource.wur.nl/en)

krijg je net zo'n zware celstraf als je een intelligente robot neerschiet of een politieagent.'

*U ontkoppelt leven dus van begrippen als reproductie en stofwisseling?*

'Ga een bacterie maar bevroren tot het punt waar er geen stofwisseling en geen voortplanting meer is. In mijn definitie is er dan nog steeds sprake van leven, want de structuur is intact en voldoet aan het schema. Ook al staat het organisme op 'uit'. Biologen koppelen evolutie vaak aan leven en leven aan evolutie. Maar beide zijn niet waar. Niet alle leven kan zich reproducen en dus evolueren, denk aan een muilddier. En niet alles wat zich reproduceert en evolueert is leven, denk aan prionen en virussen.'

### ONDERSCHEID MAKEN

Met de Engelse term closure duidt Jagers op Akkerhuis op datgene (een mechanisme, een structuur) wat operatoren van elkaar onderscheidt. Elke volgende operator volgt uit het vorige door een extra closure. De eukaryote cel volgt op de eencellige door de introductie van de kern. Het dier (memon) volgt uit meercellige eukaryoten door de introductie van het zenuwstelsel. Celkern en zenuwstelsel zijn voorbeelden van closures.

Closure betekent volgens Jagers op Akkerhuis 'geslotenheid'. Nog een voorbeeld. 'Een tweecellige is de kleinste eenheid van meercelligheid. De cellen zitten fysiek aan elkaar vast, dat is de structurele closure. Maar ze moeten inhoudelijk ook met elkaar 'praten', dus er moet ook een functionele koppeling zijn. De structurele closure is een vorm, de functionele een proces. In vorm en proces moet het deeltje gesloten zijn.'

Jagers op Akkerhuis is niet de eerste die zich aan een definitie van leven waagt. Er zijn inventarisaties gemaakt, met meer dan honderd definities. Maar die definities lopen volgens hem meestal spaak, omdat ze zich op levensprocessen richten. 'Zij proberen leven te definiëren door combinaties van facultatieve eigenschappen te maken, zoals stofwisseling en voortplanting. Maar welke combinatie je ook kiest, er is altijd wel weer een organisme dat er niet aan voldoet. Ik ben daarom fundamenteel overgestapt naar obligate eigenschappen: wat is het minste dat er nodig is voor leven op een bepaald niveau. Oftewel, wat is de minimaalste eigenschap die een deeltje moet hebben op een bepaald niveau om dat niveau van leven te hebben. Het gaat niet in eerste instantie om processen. Voor een indeling is de structuur belangrijker dan het proces dat ertoe leidt.'

*Hoe kijkt de wetenschappelijke wereld tegen uw werk aan?*

'Onwennig. De definitie van leven is voor veel mensen een erg theoretisch onderwerp. Ze hebben geen idee hoe ze de Operator Hiërarchie moeten beoordelen. Ik heb wel iets aparts verzonnen, maar andere mensen moeten de waarde er ook van inzien.'

*En?*

'Ik ben nog weinig gerefereerd. Mijn theorie is nogal fundamenteel en theoretisch, er zijn maar weinig mensen die hieraan werken. Er is juist wel veel aandacht voor toepassingen, zoals de definitie van leven of de voorspelling dat de robot de mens opvolgt in de evolutie. Maar ik hoop wel dat er over honderd jaar nog aan de Operator Hiërarchie wordt gerefereerd. Dat zou best kunnen, want het idee is erg fundamenteel. Of ik heb me verschrikkelijk vergist. Dan wordt het over twee jaar afgeschoten, omdat ik ergens een blunder heb gemaakt of omdat iemand anders een veel beter idee heeft. Dat kan. Dat is wetenschap.'