

Op zoek naar goede verklaringen in de keuken van de wetenschapsfilosofie

Wat is een goede verklaring? Dat is een moeilijk vraagstuk waar de wetenschapsfilosofie zich al tijden mee bezighoudt. Een kijkje in de theoretische keuken van de wetenschapsfilosofie lijkt antwoorden te bieden. Maar niet zonder eerst het een en ander over de evolutietheorie en het kankeronderzoek te weten te komen.

In de voortreffelijke essaybundel *Einsteins poppenhuis* bespreekt de bekende Nederlandse filosoof Rudy Kousbroek een boek van twee astrologen die de astrologie tegen kritiek proberen te verdedigen. Kousbroek bespreekt hun meest overtuigende argumenten en levert stevige kritiek. Hij vraagt zich af in hoeverre de astrologie geldig is, aangezien het sterrenbeeld *Leo*, dat symbool staat voor 'de rijping van het plantaardige in de natuur, de oogst etc.' natuurlijk alleen op het noordelijk halfrond van toepassing kan zijn. Ook is het zo dat twee-eiige tweelingen, die natuurlijk hetzelfde sterrenbeeld, en met een marge van enkele minuten of uren dezelfde geboortetijd hebben, hele andere levens leiden, wat in tegenspraak is met de astrologie. Kousbroek vergeet echter een zeer belangrijke kritische vraag, een vraag die van astrologen nog nooit een bevredigend antwoord heeft gekregen. Dat is de vraag naar het *Hoe?* Hoe verklaart de astrologie dat verzamelingen van sterren invloed uitoefenen op de gang van zaken op Aarde? Of moet er eerder worden gevraagd via welk mechanisme 'sterrenstraling' ervoor kan zorgen dat bepaalde dingen wel of niet gebeuren, of meer of minder waarschijnlijk worden?

Deze vraag wordt natuurlijk niet alleen over astrologie gesteld, maar is een belangrijke vraag in alle takken van de wetenschap. Neem bijvoorbeeld de vraag hoe het kan dat sommige dingen leven en andere dingen niet. De 19^e eeuwse Franse filosoof Henri Bergson (1859-1941)

introduceerde het begrip *élan vital*, een soort van 'levenskracht' die moest verklaren hoe zowel de evolutie als de ontwikkeling van levende wezens tot stand had kunnen komen. Dat idee werd echter bekritiseerd omdat het een verklaring van het vraagstuk wat leven mogelijk maakt veronderstelt, alsof je, om een paar bekende voorbeelden te gebruiken, de slaapverwekkende kracht van opium toeschrijft aan een slaapverwekkend bestanddeel, of zegt dat een locomotief zich kan voortbewegen dankzij zijn *élan locomotif*.

Eén van de problemen bij de speurtocht naar de essentie van leven was juist dat er naar een essentie werd gezocht. Zelfs in de hedendaagse biologie is er nog geen algemeen aangehangen definitie van leven, maar er zijn wel een reeks eigenschappen die levende wezens gemeen hebben, zoals bijvoorbeeld samenstelling, de mogelijkheid tot groei, de mogelijkheid om te reageren op zowel interne als externe omstandigheden, en natuurlijk de voortplanting. Elk van deze eigenschappen bleek een eigen specifieke verklaring te hebben. Levende wezens bestaan uit een goed georganiseerd aantal cellen, cellen die zich stuk voor stuk kunnen verdubbelen, waardoor groei mogelijk is. En het kunnen reageren op interne en externe omstandigheden kan weer verklaard worden doordat de vele verschillende soorten cellen elk een eigen specifieke taak uitvoeren. De ontdekking van de structuur van het DNA leidde dan weer tot een verklaring van voortplanting en erfelijkheid.

Het vraagstuk naar de verklaring van het verschijnsel 'levende wezens' bleek dus eigenlijk te bestaan uit meerdere, kleinere problemen. Problemen die stuk voor stuk oplosbaar bleken. Maar de vraag die vervolgens gesteld moet worden, is waarom dat een 'verklaring' van leven is? Want wat is een goede verklaring nou eigenlijk?

De tak van de filosofie die zich van oudsher bezig houdt met het nadenken en reflecteren op dergelijke vragen heet 'wetenschapsfilosofie'. In de wetenschapsfilosofie zijn er in de loop der decennia vele verschillende beschrijvingen van 'goede verklaringen' gegeven, elk met zijn eigen voor- en nadelen. Eén van die ideeën werd in 1948 gepubliceerd door Carl Hempel en Paul Oppenheim. Zij zeggen dat goede verklaringen een bepaald patroon moeten volgen, een bepaalde *structuur* moeten hebben. Een verklaring moet volgens hen uit twee delen bestaan, een beschrijving van het fenomeen dat verklaard moet worden en uitspraken die dat fenomeen verklaren. Een verklaring die binnen die structuur past is bijvoorbeeld de evolutietheorie.

Het verschijnsel dat de evolutietheorie wil verklaren is het feit dat er zo veel verschillende diersoorten zijn die ook nog eens precies zo zijn gebouwd dat ze perfect met hun omgeving om kunnen gaan, denk bijvoorbeeld aan de lange nek waardoor een giraffe bij blaadjes aan hoge bomen

kan komen. Volgens Hempel en Oppenheim moet het *tweede* deel van een goede verklaring, de uitspraken die een fenomeen verklaren, zowel bestaan uit uitspraken die algemeen geldig zijn alsook uit uitspraken die dat niet zijn. Volgens de evolutietheorie kan de variatie van de diersoorten en de specialiteiten van die diersoorten, als we ervan uitgaan dat niet alle monden gevoed kunnen worden, worden verklaard dankzij een mengsel van verschillende omstandigheden, namelijk variatie, erfelijkheid en daardoor verschillende voortplantingskansen. Daarvan zijn variatie (dus dat er *variatie* ontstaat, niet *welk soort* variatie) en erfelijkheid algemeen geldig, maar de wisselende voortplantingskansen niet. Laten we aldus kijken hoe de dieren die wij giraffen noemen hebben kunnen ontstaan.

Als een diertje een aantal kinderen baart, waarvan er eentje een nek heeft die langer is dan gemiddeld, dan zal het kind met de langste nek bij de hoogstgelegen blaadjes kunnen komen



zonder daarvoor halsbrekende toeren uit te hoeven halen. Dat kind zal dus over het algemeen meer te eten hebben, en dus beter doorvoed zijn, waardoor het sterker is en sneller voor roofdieren weg kan rennen. Uit de verschillende variaties van nek-lengte die er in de soort aanwezig zijn, zal degene met de langste nek dus de grootste kans hebben zich voort te kunnen planten. En omdat de lengte van

de nek een erfelijke eigenschap is, zal de kans dat er meer kinderen met een langere nek worden geboren daardoor groter worden. Zo zal de hele populatie op een gegeven moment over nekken beschikken die langer zijn dan die van de vroegere populatie. En als er in die latere generatie weer een kindje wordt geboren dat een langere nek dan gemiddeld heeft, zal de lengte van de nekken in volgende generaties weer toenemen. Zo kon een diersoort dat een 'normale' nek had, langzaam uitgroeien tot een soort dat zeer lange nekken heeft - de giraffe.

In de beschrijving van de verandering van niet-giraffe naar giraffe kwamen de net genoemde verschijnselen (variatie, erfelijkheid en wisselende voortplantingskansen) allemaal voor. De algemeen geldige verschijnselen variatie en erfelijkheid zorgen ervoor dat er verschillen ontstaan die erfelijk zijn (er is natuurlijk ook variatie die niet erfelijk is, maar daar kan de evolutie niets mee), en dus op volgende generaties overgedragen kunnen worden. Doordat de variatie voor verschillen in de voortplantingskansen zorgt, zullen de diertjes die het beste zijn aangepast aan de omstandigheden, bijvoorbeeld dus door een iets langere nek dan gemiddeld te hebben, hun handige eigenschappen aan hun kinderen door kunnen geven.

Dat er hoog hangende blaadjes aanwezig waren had natuurlijk niet per se zo hoeven te zijn. Het had toevallig ook zo kunnen zijn dat de voedbaarste vruchtjes in hele dikke schillen hadden gezeten, zodat de ontwikkeling er waarschijnlijk niet een van dieren met normale nekken naar dieren met lange nekken, maar van dieren met normale tanden naar dieren met scherpere tanden was geweest. Maar als variatie en erfelijkheid aanwezig zijn, zullen er, als er niet voldoende voedsel aanwezig is om alle monden te voeden, op den duur verschillende diersoorten ontstaan die elke goed aan hun omgeving zijn aangepast. De evolutietheorie past dus precies in de door Hempel en Oppenheim voorgestelde structuur, aangezien ze laat zien dat als toevallige omstandigheden samengaan met algemeen geldige verschijnselen, er verschillende goed aangepaste diersoorten zullen ontstaan, terwijl de theorie in het midden laat wat voor *soort* dieren er zullen ontstaan, omdat dat afhankelijk is van de toevallige omstandigheden.

Het tweedelige model van Hempel en Oppenheim lijkt dus een goed model van het verschijnsel 'verklaring' te bieden. Maar is dat werkelijk zo? Als we bijvoorbeeld naar roken en longkanker kijken, wordt dat wat minder vanzelfsprekend.

In 1912 werd er voor het eerst gesuggereerd dat er een verband tussen roken en longkanker bestaat. Dat verband werd in 1929 door statistische informatie bevestigd, maar daarmee was de zaak natuurlijk nog niet afgedaan. Zoals het *élan vital*-voorbeeld hierboven duidelijk maakt, kan men niet simpelweg stellen dat er kankerverwekkende stoffen in sigaretten zitten, en dat mensen daardoor longkanker ontwikkelen. De algemene wet dat roken longkanker veroorzaakt, plus de



toevallige omstandigheid dat iemand rookt, geeft inderdaad een verklaring volgens het model van Hempel en Oppenheimer. Maar weinigen zullen dat intuïtief gezien een goede verklaring vinden. Kan het niet ook zo zijn dat er een gen is dat er zowel voor zorgt dat iemand aanleg voor longkanker heeft, alsook

dat diegene een voorkeur voor het roken van sigaretten heeft? Dan zou dus niet het roken van sigaretten de longkanker verklaren, maar een gen de verklaring zijn van zowel het rookgedrag als de longkanker.

Om zo'n soort vraagstuk op te lossen is het volgens andere filosofen die zich met de wetenschapsfilosofie bezighouden raadzaam om niet alleen naar de structuur of het patroon van een verklaring te kijken, maar ook te vragen naar een *mechanisme* dat uitlegt hoe het een het ander veroorzaakt. Er is dus een mechanisme nodig om een verklaring sluitend te kunnen maken.

Enkel het aantonen van een statistisch verband tussen roken en longkanker is namelijk niet voldoende voor een intuïtief overtuigende verklaring. Men moet ook een mechanisme laten zien dat de *werking* inzichtelijk maakt. Als wetenschappers dat lukt, kunnen zij pas overtuigend zeggen dat het een het ander verklaart. Waar de evolutietheorie, nadat Darwin hem in 1859 voorstelde, nog honderd jaar moest wachten totdat er een bevredigend antwoord op de vraag naar het mechanisme achter erfelijkheid kwam, maakte het kankeronderzoek een snellere voortgang mee. Een mechanisme werd in de zaak 'Roken veroorzaakt longkanker' versus 'Een gen veroorzaakt zowel roken als longkanker' gelukkig binnen veertig jaar na het aantonen van het statistische verband gevonden. Alle verbrande organische stoffen bevatten namelijk *carcinogenen*, dat wil zeggen, kanker-verwekkende stofjes (en nee, er is hier geen sprake van een *élan cancer*, heb geduld). Bepaalde carcinogenen hechten zich, nadat zij in de longen terecht zijn gekomen, aan de dichtstbijzijnde DNA-structuur die ze kunnen vinden, waarna ze op dat DNA in beginnen te werken. Dit kan zeer schadelijke gevolgen hebben.

De cellen waaruit het longweefsel namelijk bestaat zijn niet oneindig houdbaar, en dus geprogrammeerd om uiteindelijk te sterven om zo weer in het lichaam opgenomen te kunnen worden en voedsel voor nieuwe cellen te vormen, wat met de term 'celdood' wordt aangeduid. De DNA-structuur die voor celdood zorgt kan dankzij een carcinogeen muteren, waardoor de cel in feite onsterfelijk wordt. Als de cel met deze nieuw verkregen eigenschap zich vervolgens ongecontroleerd voort begint te planten, zijn we aanbeland bij de definitie van kanker: de ongecontroleerde groei van cellen die aanliggend weefsel lastig vallen.

Zo is de wetenschap er aldus in geslaagd om een mechanisme te formuleren dat inzichtelijk maakt hoe het roken van sigaretten tot longkanker kan leiden. Alleen de structuur van een verklaring biedt dus niet genoeg grond om een onderscheid tussen goede en slechte verklaringen te kunnen maken.

Het bieden van een verklaring is aldus één ding, maar uitleggen wat een goede verklaring is iets heel anders. Waar de evolutietheorie dus perfect in de door Hempel en Oppenheimer voorgestelde *structuur* van goede verklaringen past, lijkt datzelfde schema toch niet zo geschikt om een onderscheid te kunnen maken tussen goede en slechte verklaringen van bijvoorbeeld het verband tussen roken en longkanker. Daarvoor lijkt het bieden van een *mechanisme* dan weer een goede oplossing te zijn. Een model van verklaring dat zich op structuur richt, zonder zich om de mechanismen te bekommeren, zou zelfs de astrologie tot erkende wetenschap verheffen. En dat terwijl zowel de evolutiebiologen als de kankeronderzoekers toch echt met aantoonbare en

praktische resultaten zijn gekomen, iets wat van de astrologen nog niet worden gezegd. En dat verschil moet de wetenschapsfilosofie ook theoretisch kunnen benoemen voordat ze zichzelf op de schouders mag slaan.

© 2010 Mattijs Glas

www.mattijsglas.com

info@mattijsglas.com