

# Grenzeloze wetenschap?

Liesbeth Huisman

Recensie van:

Paul Davies: *The mind of God, The Scientific Basis for a rational World*  
Simon & Schuster, New York, 1992, 254 p.

**Waarom is het heelal er? Waarom zijn de wetten zoals ze zijn? Wat is de status van de wiskunde? Laten de natuurwetenschappen ruimte voor een God? Is er een algemene theorie die bovenstaande vragen alle kan beantwoorden? Paul Davies doet een poging deze vragen te beantwoorden met behulp van de huidige stand van de natuurwetenschappen. Hij neemt ons mee in zijn zoektocht naar de grenzen van de natuurwetenschappen en probeert aan te tonen dat er altijd vragen onbeantwoord zullen blijven. De natuurwetenschappen kunnen geen eindantwoord geven op de keten van waaromvragen die de mens geneigd is te stellen.**

Paul Davies heeft in de 20 jaar dat hij als wetenschapper aan het werk is, vele boeken geschreven voor niet-ingewijde leken. Als onderzoeker in de wiskunde, natuurkunde en tegenwoordig ook sterrenkunde weet hij met verstand van zaken de nieuwe wetenschappelijke inzichten over te dragen aan een groot publiek. Dit doet hij middels de al genoemde boeken, maar ook met behulp van kranten en televisieprogramma's.

Davies behandelt in zijn boeken vaak de grote vragen waar de wetenschap voor geplaatst wordt en die 'het gewone volk' graag beantwoord ziet. In het hier besproken boek, maar ook in andere boeken, bespreekt hij vragen over het ontstaan van het heelal, de toekomst van het heelal, leven op andere planeten, de status van natuurwetten en andere vragen die de grenzen van het weten verkennen. Het feit dat veel van zijn boeken een redelijke bekendheid genieten, geeft aan dat er duidelijk behoefte is aan generalistische literatuur over de natuurwetenschappen.

Veel mensen zijn geïnteresseerd in de natuurwetenschappen maar hebben niet de mogelijkheden of kennis om de echte vakbladen bij te houden. Ook is het vanwege de schier onmetelijke hoeveelheid vakbladen vaak onmogelijk een overzicht te verwerven over een bepaald vakgebied. Daarom is het een goede zaak dat wetenschappers de tijd nemen om de wereld kennis te geven over nieuwe ontdekkingen. Een nadeel van deze generalistische literatuur is echter dat de lezers erg afhankelijk zijn van de visie van de schrijver op bepaalde zaken. Veel lezers zijn niet in staat om boeken, theorieën en argumenten op waarde te schatten en meningen en feiten te scheiden. Natuurwetenschappers staan erom bekend dat zij weinig kritisch staan tegenover hun eigen vakgebied en dat ze vaak veronderstellen dat de reikwijdte van de menselijke kenmogelijkheden onbegrensd is. Mensen als Stephen Hawking en Steven Weinberg, beide theoretisch fysici, doen vermoeden dat het niet lang meer duurt eer de wetenschap alle vragen heeft opgelost. Hoewel er ook wel minder optimistische geluiden van wetenschappers te horen zijn, overheerst over het algemeen het positivisme. Dit positivisme over de natuurwetenschappen heeft volgens mij grote invloed op de meningen van leken. Ook zij zijn er in het algemeen van overtuigd dat de wetenschap in staat is alle antwoorden op te lossen en onbetwist betrouwbare kennis te geven. Dit is mijns inziens een groot nadeel van generalistische literatuur.

Davies deelt dit optimisme over wetenschappelijke kennis slechts gedeeltelijk. Hoewel hij wetenschap beschouwt als het middel bij uitstek om ware kennis over de werkelijkheid te verkrijgen, durft hij wel grenzen van de wetenschap aan te geven. Dit boek kan worden

beschouwd als een zoektocht naar die grenzen. Davies vraagt zich af in hoeverre de recente ontdekkingen in wiskunde, kosmologie, natuurkunde en biologie een voldoende verklaring geven voor onze werkelijkheid. Is de wetenschap in staat definitieve antwoorden te geven op de vraag naar het waarom van het ontstaan van het heelal? Davies neemt ons mee in zijn zoektocht en komt tot de ontdekking dat de wetenschap grenzen heeft. Zelfs de wetenschap kan geen ultieme antwoorden geven op alle vragen die gesteld zijn en gesteld zullen worden.

### *Opbouw*

‘The mind of God’ is een boek dat geschreven is als reactie op het optimisme over de onbegrensde reikwijdte van het wetenschappelijke denken. Dit optimisme wordt in de laatste alinea van ‘A brief history of time’ treffend verwoord door Stephen Hawking. Hij schrijft daar:

*“If we do discover a complete theory, it should in time be understandable in broad principle by everyone, not just a few scientists. Then we shall all, philosophers, scientists, and just ordinary people, be able to take part in the discussion of why it is that we and the universe exist. If we find the answer to that, it would be the ultimate triumph of human reason- for then we would truly know the mind of God.”*

De titel van het boek verwijst naar de slotwoorden van dit citaat. Davies probeert in zijn boek te laten zien dat ‘the mind of God’ principieel onkenbaar blijft voor de mens.

Davies gaat in zijn boek de verschillende natuurwetenschappen (en wiskunde) bij langs en laat zien in hoeverre de wetenschap nog vragen onbeantwoord laat. Hij duikt hierbij ook steeds in de geschiedenis van theorieën en laat zien hoe ons denken over fundamentele vragen in de tijd veranderd is. Na een inleiding over wetenschappelijke kennis in het algemeen begint hij zijn zoektocht bij de kosmologie en welke vragen huidige theorieën nog onbeantwoord laten. Daarna komt de status van natuurwetten en van wiskundige wetten aan de beurt. Vervolgens behandelt hij de mogelijkheid van *virtual realities* en wat zij ons vertellen over de uniciteit van de realiteit. Nadat hij op het in zijn ogen wonderlijke verband tussen wiskundige wetten en natuurwetten ingaat, behandelt hij de vraag of het heelal noodzakelijk moet zijn zoals het is. Vervolgens gaat hij nog in op de vraag of het heelal ontworpen is of niet.

In deze recensie bespreek ik enkele van bovenstaande onderwerpen. Ik heb de volgorde van Davies overgenomen, maar niet alle onderwerpen besproken. Nadat ik de geschiedenis van de kosmologie en de huidige vragen in de kosmologie heb behandeld, ga ik in op de status van natuurwetten. Vervolgens zal ik de wiskunde en de relatie tussen wiskunde en natuurkunde bespreken. Om een beter overzicht van het boek te krijgen, bespreek ik nog kort enkele punten die Davies in de andere hoofdstukken aandraagt. Vervolgens bespreek ik Davies visie.

## **Kosmologie**

### *Oneindigheid*

In veel oude culturen ging men ervan uit dat het universum oneindig lang bestond en zou bestaan. De tijden werden ingedeeld in steeds terugkerende cycli. Dit beeld paste goed bij de alledaagse realiteit van deze oude culturen, waar leven en dood. Ook in de oude Griekse cultuur ging men uit van een oneindig verleden. Dit Griekse denken werd verstoord door de verbreiding van het christendom dat een beginpunt postuleert waarop God de aarde schiep. Dit klinkt gemakkelijker dan het is, want hoe staat een scheppende, tijdloze God in relatie tot zijn schepping?

Wetenschappers rond de 17<sup>e</sup> eeuw gingen vaak nog wel uit van een eeuwig heelal, maar dit zorgde al gauw voor moeilijkheden. Nadat Newton zijn gravitatiewet had ontdekt, vroeg hij zich af waarom de gravitatie er nog niet voor had gezorgd dat het hele universum tot een grote samenklontering van massa was geworden. Om dit probleem op te lossen postuleerde hij dat het heelal ook oneindig groot zou zijn, zodat alle massa aan alle kanten even hard werd aangetrokken en zodoende niet naar een massamiddelpunt zou worden toegetrokken. Dit is niet een mooie theorie, omdat er nu oneindig grote krachten een rol moeten spelen om alles in evenwicht te houden. Einstein had hetzelfde probleem na het ontdekken van de algemene relativiteitstheorie. Hij stelde voor dat er op grote afstanden nog een extra kracht een rol zou spelen die ervoor zou zorgen dat alle massa niet naar elkaar toetrok. Ook dit bleek geen stabiele oplossing te zijn.

Een ander probleem was Ölbbers' paradox<sup>1</sup>. Als het heelal oneindig lang bestaat betekent dat dat het licht van alle sterren ons al heeft bereikt. Als het heelal oneindig groot is betekent dat dat er ook oneindig veel sterren zouden zijn. Als dit wordt gecombineerd zou de hemel 's nachts helemaal verlicht moeten zijn door alle sterren. Dit is duidelijk niet het geval.

### *Big Bang*

Rond 1920 werden deze en andere problemen opgelost doordat sterrenkundigen observeerden dat het heelal expandeert. Alle sterren bewegen weg van elkaar, waarmee gemakkelijk kan worden verondersteld dat alle sterren uit hetzelfde punt komen (Big Bang). Dit punt moet op het allereerste begin een oneindige dichtheid van materie hebben gehad. De natuurwetten kunnen geen uitspraken doen over materie met oneindige dichtheid, daarom wordt een dergelijk punt een singulariteit genoemd. Einstein's relativiteitstheorie zegt dat materie niet los van ruimte en tijd kan bestaan, wat betekent dat ruimte en tijd ook op het moment van de Big Bang geboren werden.

### *Theorieën zonder Big Bang*

Door deze Big Bang theorie kregen wetenschappers evenzo grote problemen als dat er werden opgelost. Immers, hoe werd de Big Bang veroorzaakt?

Friedmann, een Russische meteoroloog, kwam tot de ontdekking dat er verschillende oplossingen waren voor Einstein's vergelijkingen. Een daarvan is een heelal dat in één punt begint, dan uitdijt en vervolgens weer samentrekt tot één punt. Friedmann postuleerde een heelal dat harmonisch uitdijt en samentrekt, oneindig vaak in de tijd. Op die manier probeerde hij de moeilijkheden van een singulariteit en een beginpunt van ruimte en tijd te omzeilen. Fysisch gezien is dit lastig en enkel mogelijk als er nog een extra kracht is die ervoor zorgt dat het samentrekken stopt en het uitdijen weer begint. Een ander punt is dat de tweede hoofdwet van de thermodynamica stelt dat de hoeveelheid wanorde in het heelal steeds toeneemt. Dit heeft als consequentie dat in de opeenvolgende cycli de afmetingen van het heelal steeds groter worden. De sterrenkundige Thomas Gold bedenkt in de jaren '60 ingenieus idee waarin hij postuleert dat het feit dat de hoeveelheid wanorde in de tijd toeneemt, wordt veroorzaakt doordat het heelal uitdijt. Zou het heelal samentrekken dan zou de hoeveelheid wanorde juist afnemen in tijd. Een gevolg hiervan zou zijn dat de tijd dan ook de ander kant op gaat. In de jaren '70 kan deze hypothese worden getest en zij blijkt onjuist te zijn.

Een ander idee om een beginpunt te omzeilen is het idee van continue creatie. In de jaren '50 hebben enkele wetenschappers dit idee uitgewerkt. Continue creatie houdt in dat er steeds nieuwe materie wordt gecreëerd. Het sloot aan op de toenmalige waarnemingen in die zin dat het compatibel was met het uitdijende heelal; ook de nieuwe materie kon uitdijen. In

---

<sup>1</sup> Hoewel de term 'paradox' hier logisch gezien niet op zijn plaats lijkt, is dit wel de benaming waarmee het probleem van Ölbber in de fysica wordt aangeduid.

tegenstelling tot de Big Bang hoeft er echter niet een beginpunt te zijn, maar wordt er steeds meer materie gecreëerd. In de jaren '60 werd deze theorie minder populair. Waarnemingen lieten zien dat het heelal er vroeger anders uitzag dan nu, en ook met de ontdekking van de achtergrondstraling kon deze theorie niet uit de voeten.

De populariteit van deze theorieën in de jaren '50 en '60 kan worden verklaard uit het feit dat er volgens deze theorieën geen beginpunt en eerste oorzaak nodig zijn. Het heelal lijkt hiermee zelfverklarend. Davies brengt mijns inziens dit punt naar voren om te laten zien hoe wetenschappers altijd geneigd zijn om ultieme verklaringen voor de werkelijkheid te geven. Davies wijst echter op de tekorten van de verklaringen. De theorieën kunnen ons niets zeggen over het waarom van het bestaan van het heelal en waarom het de vorm heeft die het heeft.

### *Big Bang kosmologie*

In 1965 ontdekten sterrenkundigen een straling met een bijzonder lage temperatuur (rond 2.8 Kelvin). Deze straling blijkt overal in het heelal aanwezig en wordt al snel als overblijfsel van de Big Bang gezien. Met de ontdekking hiervan zijn veel wetenschappers overtuigd van de Big Bang als begin van het heelal en wordt dit het uitgangspunt in veel verder onderzoek.

Stephen Hawking en James Hartle postuleren een nieuwe verklaring die gebruik maakt van kwantumfluctuaties. Voordeel van deze theorie is dat het heelal niet een beginpunt heeft, omdat ruimte en tijd langzaam in elkaar over gaan. Het begin van ruimtetijd kan worden voorgesteld als een halve bol. Er kan niet worden bepaald welk punt van de bol het beginpunt is. Hawking stelt dat het ontbreken van een beginpunt er voor zorgt dat het onmogelijk is dat er een schepper is die het heelal heeft gemaakt. Ook is zo'n schepper overbodig geworden want het heelal is hierdoor zelfverklarend geworden. Davies beaamt met Hawking dat het lastig is om een schepper een plaats te geven in een zelscheppend heelal. Tegelijkertijd merkt hij wel op dat een zelfverklarend heelal niet verklaart waarom de wetten zijn zoals ze zijn, waarom het heelal is zoals het is.

Een ander poging om de Big Bang te verklaren is ondernomen door de Russische natuurkundige Andrei Linde. Zijn idee is dat ieder heelal zelf weer nieuwe heelallen produceert door middel van kwantumfluctuaties. Dit houdt in dat er oneindig veel Big Bangs zijn geweest in oneindig veel heelallen. Zwarte gaten kunnen plaatsen zijn waar nieuwe heelallen worden gevormd. Dit idee is niet goed voor te stellen aangezien elk heelal zijn eigen ruimtetijd creëert. Er is dus geen bovenuniversele tijd. Omdat deze theorie niet te testen is, kan er alleen iets worden gezegd over hoe aannemelijk de theorie is. Davies vindt het geen aannemelijke theorie omdat er heel veel moet worden aangenomen zonder echt veel verklaringskracht.

Davies laat zien dat de huidige stand van de kosmologie voor een groot deel kan verklaren hoe het heelal is ontstaan. Hij ziet hierin geen directe noodzaak meer om in een God te geloven die als verklarende factor voor het ontstaan van het heelal kan optreden. Davies benadrukt echter wel dat de huidige kosmologische inzichten niet kunnen verklaren waarom het heelal is zoals het is. Zij doen geen uitspraken over de vraag of het ook anders had kunnen zijn en waarom de natuurwetten de vorm hebben die ze hebben. Davies verwacht dat de kosmologie hier ook nooit een antwoord op zal kunnen geven.

## **Natuurwetten**

### *De status van de natuurwetten*

Tegenwoordig wordt de natuur vaak opgevat als een machine die zich volgens bepaalde regels gedraagt. Dit in tegenstelling tot oudere culturen waarin de natuur vaak werd opgevat

als een organisme waarin veranderingen bepaalde doelen verwezenlijkten. Met de huidige kijk op de natuur doet de vraag zich voor wat de status is van de regels, de natuurwetten. Davies beschouwt het ontdekken van natuurwetten als het kraken van de Kosmische Code, een term die Heinz Pagels ook gebruikt. De wetten zijn lastig te ontdekken, veel onderzoek is nodig, maar via de wetenschappelijke methode hebben we een manier om deze code te ontsluiten. De wetmatigheden die wij vinden in de natuur zijn volgens Davies echt in de natuur aanwezig. Hij erkent wel dat wij de 'Kosmische Code' nog niet perfect kennen, maar volgens hem is de vooruitgang in de wetenschap een bewijs dat de wetmatigheden geen verzinsels van mensen zijn. Ook benadrukt hij dat wetenschap anders zinloos zou zijn als de wetmatigheden constructies van mensen zouden zijn.

### *Eigenschappen van natuurwetten*

In het algemeen wordt ervan uitgegaan dat de natuurwetten bepaalde eigenschappen bezitten. Als eerste eigenschap de universaliteit van de natuurwetten. Dit houdt in dat overal in het universum dezelfde wetten gelden. De absoluteheid van de wetten is een andere eigenschap, die inhoudt dat de wetten nergens vanaf hangen. Wetten zijn niet afhankelijk van een fysische staat op een bepaald moment. Een andere eigenschap is dat de wetten eeuwig zijn, oftewel ze zijn altijd hetzelfde geweest en zullen altijd hetzelfde zijn. Dit is natuurlijk een essentiële voorwaarde om iets over gebeurtenissen in het verleden (bijvoorbeeld Big Bang) te kunnen zeggen. Een laatste eigenschap van de wetten is dat ze onnipotent zijn, in de zin dat niets aan ze ontsnapt.

Over bovenstaande uitgangspunten is weinig discussie. Een punt dat veel meer vragen oproept is de vraag of de wetten een transcendente (in de zin van buiten de wereld bestaande) status hebben en zich manifesteren in de natuur, of dat wij ze als regelmatigheden destilleren uit de natuur zonder dat ze als wetten in de natuur werken. Om dit verschil iets duidelijker te maken gebruikt Davies het voorbeeld van hardware en software van een computer waarin het hardware niveau de fysische werkelijkheid is. De vraag is of er een apart software niveau is met de wetten, of dat de wetten voortvloeien uit het gedrag op het hardware niveau.

Volgens Davies is Stephen Hawking een voorbeeld van een fysicus die er vanuit gaat dat wetten een transcendente status hebben. Wij mensen zijn hard op weg om deze transcendente wetten te kennen en hij gaat ervan uit dat dat op een dag ook zeker zal gebeuren. Andere wetenschappers, zoals de theoretische fysicus James Hartle is hier wat minder optimistisch over. Hij zegt dat onze theorieën en de wetten die wij kennen niet gescheiden kunnen worden van de omstandigheden waarin wij leven (Davies gaat hier niet in op de vraag of de ontologie van de natuurwetten volgens Hartle transcendent is, hij geeft hiermee enkel aan dat Hartle een epistemologisch relativist is).

Natuurwetten bepalen het verloop van een gebeurtenis. Echter, dezelfde natuurwetten resulteren vaak in verschillende gebeurtenissen. Dit verschil wordt veroorzaakt door verschillende begincondities (bijvoorbeeld de plaats en snelheid van de deeltjes op het moment dat een beweging gaat beginnen). In experimenten bepalen de experimentators vaak de begincondities om op die manier gecontroleerde metingen te kunnen doen. In gewone natuurlijke processen zijn de begincondities gegeven door de omgeving en door de natuurwetten. De vraag is hoe de begincondities van de Big Bang bepaald zijn en waarom ze zijn zoals ze zijn. Deze begincondities kunnen namelijk niet bepaald zijn door een fysische situatie van de omgeving.

Een manier om aan deze vragen te ontkomen is door de hypothese dat de begincondities geen invloed meer hebben op de huidige toestand, dat de begincondities geen verschil maken. Een voorbeeld hiervan is de thermodynamica. Een warme kop koffie (beginconditie) wordt na een dag koud. Maar van een koude kop koffie kan niet worden vastgesteld of het de dag ervoor warm was, wat de beginconditie van de kop koffie was. Het lijkt alsof de tijd de

begincondities kan uitwissen. Het lijkt er echter niet op dat dit helemaal opgaat voor ons heelal. We kunnen ons een heelal voorstellen dat anders is dan het onze, en waarbij dit verschil enkel wordt veroorzaakt door andere begincondities. Roger Penrose verdedigt het idee dat bij random begincondities de kans heel groot is dat ons heelal erg onregelmatig zou zijn met grote opeenhopingen van massa (dit in tegenstelling tot ons heelal dat uniform genoemd wordt: op grote schaal is de massa erg regelmatig verdeeld en zijn er geen grote onregelmatigheden). De vraag naar de begincondities blijft dus relevant.

Penrose, en ook Hawking, verdedigen het idee dat de begincondities door een bepaalde natuurwet bepaald zijn. Oftewel dat er een bepaalde wet voor begincondities is. Deze wet kan nooit worden gecontroleerd omdat er maar een universum is waarin wij metingen kunnen doen. Echter, door te veronderstellen dat er een wet voor begincondities is hebben we wel de mogelijkheid meer te zeggen over het ontstaan van het heelal dan enkel te vermelden dat het er gewoon is. Deze wet moet wel een transcendente wet zijn en daaruit leidt Davies af dat alle natuurwetten transcendent zijn.

Het idee dat natuurwetten transcendent zijn roept natuurlijk vragen op. Waar komen deze wetten vandaan? Zijn ze gemaakt door een schepper of is er een andere verklaring voor te geven?

## **Wiskunde en natuurkunde**

### *Wiskunde*

Sinds de Grieken wordt er veel nagedacht over getaltheorie, meetkunde en andere vormen van wiskunde. Wat de status is van wiskundige wetten daar zijn de meningen over verdeeld. Er kan onderscheid worden gemaakt tussen twee kampen, de formalisten en de platonisten. De formalisten gaan ervan uit dat de mens de wiskunde heeft bedacht. Platonisten kennen aan de wiskunde een eigen ontologische status toe en geven de mens de plaats van het ontdekken van de wiskunde. Zo zal een platonist bevestigend antwoorden op de vraag of 7 al een priemgetal was voordat mensen priemgetallen hadden ontdekt, terwijl een formalist dit een loze vraag vindt.

Veel wiskundigen hebben het over de wiskunde alsof ze platonist zijn, terwijl hun eigenlijke standpunt het formalisme is. Het formalisme is minder mystiek, wiskundige wetten hebben geen eigen bestaan buiten de mens en vragen naar het waarom behoeven zodoende ook niet beantwoord te worden. Toch zijn er wel hedendaagse wiskundigen die platonist zijn. Roger Penrose heeft het over een 'mindscape', een wiskundig landschap die de mens kan ontdekken. In de geschiedenis zijn ook voorbeelden bekend van mensen die als ware het door ingeving bepaalde inzichten in de wiskunde hadden, die lastig via formele weg af te leiden waren. Zo is er een 19<sup>e</sup>-eeuwse indiaanse man, Ramanujan, die zichzelf wiskunde had geleerd uit enkele boeken. Hij heeft veel uiterst ingewikkelde theorieën opgesteld, zonder formeel bewijs voor de juistheid ervan. Deze theorieën zijn allen waar gebleken.

### *Natuurkunde en wiskunde*

Een andere opvallende eigenschap van de natuur is dat we de natuur in wiskundige wetten kunnen uitdrukken. Fysische wetten hebben altijd een wiskundige vorm. Davies benadrukt dat dit bijzonder is. Sommige wetenschappers verklaren dit feit door te verwijzen naar de filosoof Immanuel Kant. Kant veronderstelde dat veel dingen die wij denken waar te nemen, structuren zijn die in onze hersenen zitten. Zo zou ook de wiskunde niet in de natuur zitten, maar een manier zijn van onze hersenen om de werkelijkheid te ordenen.

Andere wetenschappers vermoeden dat we natuurwetten fundamenteel vinden wanneer ze in de wiskunde kunnen worden uitgedrukt. Ook bij deze verklaring is het van de mens

afhankelijk dat de natuurwetten wiskundig zijn. Levende intelligente wezens op een andere planeet met een andere ontwikkeling zouden natuurwetten op een geheel andere wijze kunnen uitdrukken dan dat wij dat doen.

Davies vindt geen beide verklaringen steekhoudend. Hij wijst daarbij op het feit dat de wiskunde vaak een heel stuk op de natuurkunde vooruit loopt. De wiskunde wordt niet gemaakt om de natuur in te kunnen passen, maar de natuur blijkt steeds weer goed uit te kunnen worden gedrukt in de wiskunde. Ook Penrose is ervan overtuigd dat de natuurwetten te goed passen bij de wiskunde om dit als zijnde louter toeval te verklaren. Hij verwacht dat er een diepe onderliggende oorzaak is voor de band tussen wiskunde en natuurkunde. Ook vanuit het oogpunt van evolutie is het niet aannemelijk dat de menselijke hersenen zo zijn gevormd dat ze in de natuur wiskundige wetmatigheden ontdekken. Een wezen wiens hersenen zodanig zijn dat ze de complexe wiskunde die nodig is voor de moderne fysica ontdekken, heeft geen enkel evolutionair voordeel bij wezens wie dat niet hebben.

Ook hier kunnen vragen worden gesteld. Zoals Davies het presenteert lijkt het alsof de natuurwetten in de wiskundige vorm zijn geschreven, waarbij de wiskunde een platonische ontologie heeft. Dit past goed bij het idee dat de natuurwetten transcendent zijn. Het roept dezelfde vragen op, namelijk waarom dit het geval is.

## Varia

Naast de hierboven beschreven onderwerpen heeft hij in zijn boek nog tal van andere onderwerpen besproken. Hoewel de ruimte ontbreekt om ze hier uitgebreid te behandelen wil ik het toch niet nalaten even kort nog wat andere onderwerpen aan te stippen.

Davies wijst vaak op Gödels onvolledigheidstelling. Deze houdt in dat in een stelsel van axiomata er altijd een bewering is waarvan niet kan worden gezegd of deze bewering juist dan wel onjuist is. Davies ziet dit als een grote beperking van de kennis die we kunnen hebben.

Veel fysici zijn tegenwoordig op zoek naar een theorie van alles, een onderliggende theorie die alle fysische fenomenen beschrijft en alle tot nu toe bekende natuurwetten samenvoegt<sup>2</sup>. Tot nu toe zijn ze er nog niet in geslaagd, maar de string-theorie is tegenwoordig een populaire kandidaat voor unificatie van de bestaande theorieën. Stel dat we een theorie vinden, dan roept dat verschillende vragen op. Een van de vragen die Davies behandelt is of deze theorie uniek is, of dat er meerdere theorieën kunnen bestaan. Davies beargumenteert dat het onmogelijk is om te bewijzen dat deze theorie uniek is.

Een ander punt dat Davies aandraagt is de vraag of de natuurwetten zelfverklarend en dus noodzakelijk zijn of dat ze contingent (willekeurig, niet noodzakelijk) zijn. Ligt de verklaring voor de vorm die ze hebben in henzelf of buiten henzelf. Volgens hem hadden de wetten evenzo goed anders kunnen zijn, er zijn best werelden voor te stellen waarbij de wetten anders zijn dan in onze wereld. Hij wijst hierbij op zogenaamde 'speelgoed universa', simulaties van werelden op de computer die met simpele regels (simpeler dan onze natuurwetten) een ander universum kunnen simuleren.

Een vraag die hierbij gesteld kan worden is of in die andere werelden complex leven mogelijk is. Davies ziet hier geen principieel probleem in en wijst hierbij ook op de 'speelgoed universa'. Ook is hij er niet van overtuigd dat één theorie van alles de meest simpele theorie is die een complex heelal mogelijk maakt. Verder beargumenteert Davies dat een theorie van alles nooit als voldoende verklaring kan optreden voor het waarom van het heelal, omdat bij

---

<sup>2</sup> Het gaat hier om de 'Grand Unified Theory', de theorie die alle bestaande fysische theorieën moet samenvoegen. De Nederlandse benaming 'theorie van alles' is licht misleidend omdat het enkel om een zuiver natuurkundige theorie gaat.

de vorming van het heelal de begincondities een grote rol spelen en hierover kan een theorie van alles waarschijnlijk niets zeggen. Dit alles houdt in dat de wetten noch de begincondities noch het heelal zelfverklarend en dus noodzakelijk zijn. Het had ook anders gekund. De vraag blijft dan staan waarom alles op de bestaande wijze is gerealiseerd.

Het laatste punt wat ik nog wil noemen is het feit dat ons heelal wel ontworpen lijkt te zijn. Davies noemt als voorbeeld dat leven onmogelijk zou zijn als slechts enkele van de natuurconstanten minieme afwijkingen zouden hebben van de huidige. Ook de balans tussen orde en complexiteit in de werkelijkheid is verbazingwekkend. Hij noemt het als volgt: 'The natural world is not just an old concoction of entities and forces, but a marvellously ingenious and unified mathematical scheme'. Davies benadrukt dat de wereld eruit ziet alsof het ontworpen is volgens een intelligent ontwerp. Hij kiest geen positie in de vraag of het ook daadwerkelijk zo is.

## Davies antwoord

In het boek laat Davies zien in hoeverre de wetenschap verklaringen kan geven. Steeds weer bereikt hij een punt waarin hij erkent dat de wetenschap te beperkt is om de vragen die er zijn te beantwoorden. Vaak gaat hij in het boek de mogelijkheid bij langs van een God als eindantwoord op de vragen. Zo zou God een verklaring kunnen geven voor de vraag waarom het heelal er uit ziet alsof het ontworpen is. God zou een verklaring kunnen zijn waarom de wetten zijn zoals ze zijn, waarom de begincondities waren zoals ze waren en waarom de wereld is zoals het is. God zou de keten van vragen kunnen stoppen. Tegelijkertijd moet God dan wel in het plaatje passen. De natuurwetten en de werkelijkheid zorgen ervoor dat er heel wat beperkingen aan Gods wezen zitten. Davies houdt het bestaan van een God steeds als optie open, zonder zelf voor de optie te kiezen. Hij is ervan overtuigd dat er meer is dan de natuur, maar de vraag of dit een ethisch beginsel is, een eerste beweging, of een persoonlijke God beantwoordt hij niet.

In het laatste hoofdstuk behandelt hij de kwestie of, bij het in gebreke blijven van de wetenschap, er nog andere manieren zijn om antwoorden te verkrijgen op deze vragen. Hij ziet mystieke ervaringen als mogelijkheden voor deze kenbronnen, maar de wetenschap behoudt wel het primaat. Slechts op vragen waarop de wetenschap het antwoord schuldig blijft mogen dergelijke ervaringen antwoorden geven.

## Reactie

### *Wetenschapsfilosofische brillen*

In het boek 'The mind of God' geeft Paul Davies een overzicht van de huidige stand van zaken in de natuurwetenschappen. Hij laat hierbij steeds zien in hoeverre de wetenschap in staat is om antwoorden te geven op vragen over het waarom van het heelal. Waarom is het heelal ontstaan? Waarom heeft het de vorm die het heeft? Waarom zijn de natuurkundige wetten zoals ze zijn?

Het beantwoorden van deze vragen is grotendeels afhankelijk van hoe naar wetenschap wordt gekeken. Om deze vragen met behulp van wetenschap te kunnen beantwoorden zullen eerst antwoorden moeten worden gevonden op vragen over de aard van wetenschappelijke kennis. Is de natuur 'an sich' volgens bepaalde wetmatigheden geordend? Bestaan de wetten die de mens heeft ontdekt ook echt in de natuur? In hoeverre zijn de natuurwetten bepalend voor ons leven? Zijn natuurwetten allesverklarend? Dit zijn vier vragen die hieronder elk apart besproken zullen worden.

De eerste vraag is de vraag naar het bestaan van natuurkundige wetten. De mens ervaart wetmatigheden in de natuur en op deze wetmatigheden is de natuurkunde gevestigd. De



vraag is natuurlijk of deze wetmatigheden ook daadwerkelijk in de natuur zelf zitten, of dat ze enkel een product van menselijk denken zijn. Ontologisch relativisten beschouwen de werkelijkheid als chaotisch en niet volgens bepaalde wetten geordend. De mens kan wel enige orde denken te herkennen in de chaos, maar dit is vergelijkbaar met het herkennen van een gezicht in een wolk. Beide hebben weinig realiteitswaarde. Ontologisch realisten gaan ervan uit dat de natuur ten diepste geordend is volgens wetten. De werkelijkheid is geen chaotische groep elementen die elk hun eigen gang gaan, maar de werkelijkheid wordt geregeerd door vaste wetmatigheden.

Bij het ontologisch realisme kan de vraag gesteld worden in hoeverre we de wetten kunnen kennen. Dat is dan ook de tweede vraag. De mens onderzoekt sinds lange tijd de natuur en in die tijd zijn vele wetten de revue gepasseerd. Sommige wetten waren helemaal verkeerd, sommige wetten bleken slechts een beperkt deel van de werkelijkheid te beschrijven en zijn vervangen door wetten die een groter gebied konden beschrijven. Veel wetenschappers zien hier een vooruitgang in; de mens is in staat de werkelijkheid steeds vollediger te beschrijven middels wetten. Ooit, en volgens sommigen binnen niet al te lange tijd, zullen we de complete natuurkundige theorie hebben. Met het vinden van deze natuurkundige theorie hebben we de wetten die de werkelijkheid bepalen gevonden. Dit standpunt wordt het epistemologisch realisme genoemd, het menselijk kennen van de wetten is gelijk aan de ontologie van de wetten. Een ander standpunt in het beantwoorden van de vraag is het epistemologisch relativisme. Dit houdt in dat de mens nooit in staat zal zijn de ontologie van de wetten te kennen. Vaak wijzen aanhangers van dit standpunt erop dat onze wetenschap afhankelijk is van de omstandigheden waarin wij leven. De praktijk van wetenschappelijk onderzoek is er een waarin willekeur een grote rol speelt en de invloed van de wetenschapper op de meetresultaten en de interpretatie van de meetresultaten is groot. Ook de wiskundige achtergrond van een wetenschapper bepaalt vaak voor een groot deel de vorm waarin de uiteindelijke wetten worden gegoten. Dit alles zorgt ervoor dat wetenschap, hoewel het vaak wel effectief is, niet waar is in de absolute zin van het woord. Ons menselijk kennen van de natuurwetten is relatief, afhankelijk van allerlei omstandigheden en altijd gebrekkig.

De derde vraag is de vraag in hoeverre natuurwetten bepalend zijn voor ons leven. Door veel mensen wordt de werkelijkheid als een grote complexe opeenhoping van materie gezien, die geregeerd wordt door de natuurwetten. Niets gaat tegen de natuurwetten in en de natuurwetten zijn allesbepalend voor al wat er gebeurt. Dit wordt als het reductionisme aangeduid, alles wat er is en gebeurt, valt te reduceren tot natuurkundige fenomenen. Biologische systemen zijn in deze visie in feite complexe fysische systemen, psychologische wetten zijn complexe fysische wetten. Zij erkennen wel dat de mens vaak niet in staat is om de psychologische wetten te reduceren tot fysische wetten, maar dit wordt enkel veroorzaakt door het beperkte menselijke verstand, en niet door een principiële onherleidbaarheid van het een tot het ander. Er zijn ook wetenschappers die deze visie niet delen. Zij wijzen vaak op de gelaagdheid van de werkelijkheid en dat iedere laag een eigen status heeft en niet herleidbaar is tot een basalere laag. Zo is het biologisch selectiemechanisme iets wat een complex mechanisme dat enkel optreedt in complexe chemische systemen. De wetten van dit mechanisme zijn principieel niet te herleiden tot fysische wetten.

De enige vraag die ons nog rest is in hoeverre de natuurkunde als verklaring kan optreden voor alles wat er gebeurt, is gebeurd en zal gebeuren. Zijn er terreinen in de werkelijkheid waar de natuurkunde over moet zwijgen? Er zijn wetenschappers die ervan uitgaan dat wetenschap ons volmaakte kennis over de gehele werkelijkheid kunnen geven. Andere wetenschappers wijzen op gebieden en vragen die de wetenschap niet kan beantwoorden.

### *Stephen Hawking vs Paul Davies*

De opdracht in het boek is een citaat van Stephen Hawking, uit zijn boek 'A brief history of time'. Daarin geeft Hawking zijn visie op de kenmogelijkheden van de mens via de wetenschap. Davies doet in zijn boek hetzelfde, maar de antwoorden van beiden zijn verschillend.

Stephen Hawking besluit zijn boek 'A brief history of time' met beroemd geworden woorden. Wanneer we een complete natuurkundige theorie hebben, dan zullen we compleet begrijpen waarom het heelal en de mens zijn zoals ze zijn. Hierin spreken enkele vooronderstellingen door, namelijk dat er een enkelvoudige natuurkundige theorie bestaat (ontologisch realisme), dat de mens deze kan kennen (epistemologisch realisme), dat middels deze theorie de gehele werkelijkheid verklaard kan worden (reductionisme) en dat deze theorie zelfverklarend is. Zodoende geeft deze uiteindelijke theorie het antwoord op al onze vragen. Althans, dit is de manier waarop Davies Hawking beoordeelt. Door bijvoorbeeld te verwijzen naar de inaugurele rede van Hawking, met de titel 'Is there an end in sight for theoretical physics?', beargumenteert Davies dat Hawking er vanuit gaat dat via deductie middels de wiskundige wetten de gehele natuurwetten gekend kunnen worden. Hawking beschouwt zichzelf echter als instrumentalist: de mens is niet in staat de ontologie van de wetten te doorgronden. Natuurwetten zijn slechts instrumenten waarmee de werkelijkheid beschreven kan worden. Ze zijn waar in zoverre ze een juiste beschrijving van de werkelijkheid geven, maar hun waarheid gaat niet boven de experimenten uit. Mijns inziens is Hawking niet erg consequent in zijn uitspraken. Zijn laatste woorden van 'A brief history of time' lijken een epistemologisch realisme in te sluiten. Hoewel Davies Hawking soms te gemakkelijk in een bepaalde positie zet, denk ik dat Hawking daar soms ook wel aanleiding toe geeft.

Paul Davies zet zich in zijn boek af tegen het beeld dat hij heeft van Stephen Hawking. Met enkele dingen is hij het echter wel eens. Hij is een overtuigd ontologisch realist, vergelijk de stukken tekst hierboven over de Kosmische code en transcendente wetten. Over het kunnen kennen van de wetten is hij wat genuanceerder, menigmaal in zijn boek geeft hij aan dat ons kennen nog niet perfect is. Wel lijkt hij ervan uit te gaan dat ons kennen van de wetten de ontologie van de wetten steeds beter benadert. Zijn mening dat er geen unieke 'Grand Unified Theory' is, lijkt er op te wijzen dat we principieel de ontologie van de wetten niet kunnen kennen. Hij neemt echter wel afstand van sommige epistemologisch relativisten die betogen dat alle fysische theorieën slechts constructies van de mens zijn. Volgens hem zitten de theorieën wel degelijk in de natuur, alleen zijn er meerdere mogelijkheden waarin ze uitgedrukt kunnen worden. Paul Davies lijkt niet reductionistisch te zijn, hoewel hij hier niet echt veel over zegt. In andere boeken gaat hij hier verder op in, maar uitspraken als 'The wiring pattern (of the brain, LH) cannot be explained by the laws of physics alone'<sup>3</sup> en 'Some organizing principles are consistent with, but cannot be reduced to, or derived from, the laws of physics'<sup>4</sup> maken duidelijk dat hij geen reductionist is. Ook stelt Davies in tegenstelling tot Hawking vraagtekens bij de zelfverklarende mogelijkheden van de natuurwetten. Hij benadrukt steeds weer dat er vragen open blijven die niet door de wetenschap beantwoord kunnen worden. Dit is het punt waar hij heel bewust afstand neemt van Hawking en waar hij een eigen weg gaat.

### *Het menselijk kennen van de werkelijkheid*

Davies benadrukt in zijn boek dat er grenzen zijn aan de kennis die de wetenschap kan leveren. Daarin ben ik het met hem eens. De wetenschap kan geen waaromvragen

---

<sup>3</sup> Paul Davies, *The mind of God*, page.156

<sup>4</sup> Paul Davies, *The mind of God*, page182

beantwoorden, zij kan alleen laten zien hoe iets in elkaar zit. Ik denk dat ook Davies vaak al over de grens van de mogelijkheden van wetenschap heen gaat.

Davies is in hart en nieren een overtuigd wetenschapper die ervan uitgaat dat wetenschappelijke kennis waar is en ook meer waarde heeft dan andere kennis. Zo zegt hij 'Any attempt to understand the nature of reality and the place of human beings in the universe must proceed from a sound scientific base'<sup>5</sup>. Ik vind dit een onjuiste aanname. Volgens mij moet je, om de realiteit en de plaats van de mens in het heelal te kunnen begrijpen, juist kijken naar de hele werkelijkheid van het menselijk bestaan. Niet alleen wetenschappers hebben het recht om hier iets over te zeggen en mijns inziens hebben ze zelfs niet het meeste recht. Dit brengt mij op het volgende.

In Davies analyse van natuurkundige wetten gaat hij ervan uit dat wetten eeuwig, universeel, absoluut en onnipotent zijn. Dit zijn aannames die nodig zijn om als wetenschapper goed onderzoek te kunnen doen. Tegelijkertijd blijven dit aannames die niet bewezen kunnen worden. Daardoor kunnen wetenschappelijke inzichten ook nooit los van die aannames worden gepresenteerd. Volgens mij beperken deze aannames van de wetenschap de wetenschap zodanig dat ze haar primaat verliest om het heelal en de plaats van de mens daarin te kunnen begrijpen.

De wijze waarop hij met het eventuele bestaan van God omgaat, toont aan hoe optimistisch hij is over wetenschappelijke kennis. Volgens hem zou een eventuele God precies moeten passen in het kader dat de wetenschap geeft. God wordt gebruikt als gatenvuller die beperkt is tot de ruimte die de wetenschap voor hem openlaat. Dit gaat in tegen mijn Godsbeeld, waarin de wetenschap niet bepaalt wat God kan doen, maar God bepaalt wat de wetenschap doen kan. Een eerste aanname van de wetenschapsbeoefening is dat God geen invloed heeft op het wereldgebeuren. Hoewel dit een zinnige aanname is om wetenschap mee te bedrijven, denk ik dat een dergelijke aanname wel een verarmd Godsbeeld oplevert als het uiteindelijk toch nog bij een God terechtkomt.

#### *Verdere kritiek*

Davies toont in zijn boek de neiging om wetenschapsgebieden zo compleet mogelijk te behandelen en allemaal kleine theorieën ook te noemen. Dit heeft als voordeel dat het lezen erg informatief is en de indruk wordt gewekt dat het beeld compleet is. Het nadeel is dat de beperkte omvang van het boek verhindert om alle details juist te behandelen en in alle punten recht te doen aan de theorieën. Zo heeft hij het regelmatig over wiskundigen die bepaalde 'ingevingen' kregen bij het oplossen van bepaalde vraagstukken. Hij laat hierbij onvermeld dat het bij de genoemde voorbeelden steeds ging om getaltheorie en niet om alle aspecten van de wiskunde.

Roelof Oosterhuis<sup>6</sup> benadrukt in zijn recensie van het boek dat Davies te gemakkelijk wetenschappelijke theorieën gebruikt voor argumenten voor zijn mening zonder kritisch na te gaan of die theorieën wel relevant zijn voor het gebied wat hij op dat moment bespreekt. Zo gebruikt Davies Gödels onvolledigheidstelling om te bewijzen dat onze kennis van natuurwetten nooit perfect kan zijn. Mijns inziens heeft Oosterhuis ten dele gelijk als hij dit probleem aan de orde stelt hoewel ik het niet op vind gaan voor alle dingen die hij noemt. Zo is volgens mij Gödels onvolledigheidstelling prima toepasbaar op de natuurwetten omdat de natuurwetten ingebed zijn in de wiskunde. Ook bij enkele andere zaken heb ik het idee dat Oosterhuis iets te kort door de bocht gaat en Davies ongenueerder afschildert dan dat Davies zichzelf presenteert.

---

<sup>5</sup> Paul Davies, *The mind of God*, page 21

<sup>6</sup> Roelof Oosterhuis, Recensie van 'The mind of God', [www.rug.nl/filosofie/\\_shared/pdf/2003\\_oosterhuis.pdf](http://www.rug.nl/filosofie/_shared/pdf/2003_oosterhuis.pdf)

Een ander nadeel van het boek vind ik dat er vaak een lijn in ontbreekt. Davies gaat steeds van verschillende wetenschapsgebieden de stand van zaken tot op heden bij langs. Hij probeert de verschillende wetenschapsgebieden wel met elkaar te combineren maar toch heb ik het idee dat hij het niet als een mooi geheel presenteert. In tegenstelling tot veel generalistische literatuur, die echt een overzicht van de stand van zaken wil geven, heeft Davies een ander doel voor ogen. Dit zorgt ervoor dat de opbouw van het boek enigszins chaotisch genoemd kan worden.

Het laatste punt dat ik nog wil noemen is het gebrek aan duidelijke stellingname van Davies. Davies laat vaak verschillende theorieën de revue passeren en geeft bij elk van die theorieën aan wat de tekortkomingen zijn. Hij vergeet echter vaak positie te kiezen in het debat. Zijn voortdurende pogingen om een plaats vrij te houden voor God doen vermoeden dat hij zelf ervan overtuigd is dat er een God bestaat die als schepper van de wereld gekend kan worden. Toch neemt hij hier zelf geen duidelijk standpunt over in. Het lijkt alsof hij enkel de redelijkheid van het geloven in een scheppende God wil laten zien, zonder zelf expliciet voor die scheppende God te kiezen.

### *Conclusie*

Alles bij elkaar genomen is 'The mind of God' een interessant boek om te lezen dat een diverse kijk geeft op veel verschillende takken van de natuurwetenschappen. De schrijver geeft aan waar de natuurwetenschappen ons tot nu toe hebben gebracht en het is aan de lezer daar een mening over te vormen. Het is een boek dat mensen aan het denken kan zetten en dat tegenwicht biedt aan al te optimistische en positivistische literatuur van andere natuurwetenschappers.