

**Klaas Pier Mulder**

**Recensie van:**

**Lee Smolin, *The life of the Cosmos***

**Orion Books ltd, London, 1998, 416 p.**

## **Kinderen van het universum**

**Lee Smolin vestigt in zijn boek “The life of the Cosmos” de aandacht op één van de meest fundamentele vragen in de natuurwetenschappen; waarom is de wereld zoals we haar aantreffen? Aan de hand van filosofische thema’s doet Smolin een poging hier een bevredigend antwoord op te geven en belicht in het proces talloze gebieden binnen de natuurwetenschap en filosofie.**

### ***Opbouw***

Het boek is opgedeeld in vijf delen. In het eerste deel presenteert Smolin het probleem waar de huidige natuurwetenschap voor staat. Namelijk het niet kunnen verklaren waarom fundamentele eigenschappen van de wereld zijn zoals ze zijn. In het tweede deel geeft hij zijn mogelijke antwoord, namelijk dat de natuurwetten tot stand zijn gekomen door een proces van natuurlijke selectie. In het derde deel behandelt hij de wetenschapsfilosofische implicaties van het probleem en zijn oplossing en geeft hij zijn mening over de manier waarop theoretische fysici te werk gaan. In de laatste twee delen geeft hij aan dat relativiteit en kwantum theorie alleen te verenigen zijn in een ander soort wetenschap. Een wetenschap waarin niet geprobeerd wordt een afbeelding te schetsen van het universum van buiten af, maar juist van binnen uit en zo een beeld geeft van de wereld, zonder daarbij gebruik te maken van onveranderlijke eeuwige constanten.

In deze recensie zal ik vooral ingaan op de eerste drie delen, omdat hierin het centrale probleem duidelijk wordt gemaakt en een mogelijke oplossing wordt gegeven. En omdat deze het meest interessant zijn voor (wetenschaps)filosofen.

## *Darwin, Einstein en Leibniz*

Twee steeds terugkomende thema's in het boek zijn de tegenstellingen tussen reductionisme en relativisme en tussen ontwerp en zelforganisatie. De eerste tegenstelling is terug te voeren tot het debat tussen Newton en Leibniz. Hoewel Newton dit debat aanvankelijk won, had Leibniz de betere argumenten en het gelijk aan zijn kant, aldus Smolin. Veel van de argumenten die door Leibniz ontwikkeld waren worden door Smolin wederom gebruikt. Ook de invloed van Einstein is duidelijk, aan de ene kant omdat we sinds zijn relativiteitstheorie begrijpen dat tijd inderdaad niet absoluut is, maar ook de manier van denken komt overeen met Smolin. Waar Einstein wel eens de laatste philosopher scientist genoemd wordt kan ook Smolin mijns inziens in die categorie geplaatst worden, al zal hij dat zelf niet snel beweren. Ook is de invloed van Darwin uiteraard groot. Zijn theorie, die een verklaring gaf voor het ontstaan van soorten wordt hier toegepast op het ontstaan van de natuurwetten. Het resultaat is opmerkelijk en inspirerend.

## *Why is the universe hospitable to life?*

Een veel gehoord argument voor het bestaan van God is de stand van de aarde ten opzichte van de zon. Deze is precies zo dat leven op aarde mogelijk is. Maar waarom is dit zo, of sterker nog, hoe is het überhaupt mogelijk dat de aarde en de zon bestaan? En hoe kan het dat atomen of atomaire kernen bestaan? De huidige natuurkunde kan op deze vragen geen antwoord geven. Het standaardmodel, de meest geaccepteerde theorie over kleine en fundamentele deeltjes kent zo'n 19 parameters. En atoomkernen, moleculen, planeten en sterren danken hun bestaan aan de specifieke waarden van deze parameters. Maar waarom deze parameters exact de waarde hebben die ze hebben, daar kan geen antwoord op gegeven worden. Een groot probleem, want de waarden lijken niet willekeurig. Neem bijvoorbeeld de verhouding tussen de massa's van protonen en neutronen. Ze verschillen maar een heel klein beetje, maar zou dit verschil anders zijn, dan zouden stabiele kernen niet kunnen ontstaan en dus zouden moleculen, planeten en sterren dit ook niet kunnen. Of neem de

gravitatieconstante. Zou deze iets hoger zijn dan zouden sterren een stuk sneller opbranden, hetgeen grote gevolgen zou hebben voor de kansen op het ontstaan van leven.

Smolin geeft in het begin van zijn boek drie mogelijke verklaringen hiervoor. Eén is een vorm van het antropisch principe. Het zegt dat de wereld voor ons gemaakt is. Dat een hogere macht de fundamentele wetten zo gemaakt heeft dat wij kunnen bestaan. Uiteraard is de wetenschap niet op zoek naar een dergelijke verklaring. Er is nog een uitleg van het antropisch principe, namelijk dat er vele universa zijn (er moeten er zo'n  $10^{227}$  bestaan wil er een redelijke kans zijn dat er één is met sterren in zich) en dat wij ons slechts kunnen aantreffen in één die ons bestaan mogelijk maakt. Dit is echter geen rationele verklaring, als we dit soort antwoorden accepteren hebben we het zoeken naar een verklaring opgegeven. Een andere mogelijkheid is dat alle parameters voortvloeien uit de enige mogelijke consistente mathematische theorie. Dit zou betekenen dat de wereld simpelweg niet anders zou kunnen zijn dan zij is, God had geen keus toen hij de wereld schiep. Mochten we ooit zo'n theorie vinden dan is het probleem volledig opgelost we zullen precies begrijpen waarom de natuurwetten zijn zoals ze zijn. Echter we hebben geen empirische aanwijzingen dat zo'n theorie bestaat en het geloof hierin is precies dat; een geloof.

De derde mogelijkheid is dat de regelmatigheden die we vinden in de wereld niet hun oorzaak hebben in eeuwige onveranderlijke wetten, maar dat de natuurwetten onderhevig zijn aan veranderingen in de tijd. En dat hier een fysisch proces aan ten grondslag ligt. Een proces van zelforganisatie, niet veel anders dan het evolutionaire proces van het leven op aarde. Smolin zet in het tweede deel een theorie uiteen die een mogelijke invulling geeft aan dit proces, een verklaring in rationele zin.

### ***Zwarte gaten***

Een cruciaal onderdeel van de evolutietheorie is erfelijkheid. Een ouder geeft zijn eigenschappen met een kleine afwijking door aan zijn of haar kinderen. Een succesvolle afwijking zal het kind voordelen geven en dus is de kans dat deze eigenschappen weer doorgegeven worden groter dan een negatieve afwijking. Op deze manier vormen de eigenschappen van soorten zich. Om een soortgelijke verklaring te geven voor het ontstaan van de eigenschappen van een universum, moeten deze eigenschappen telkens doorgegeven worden aan andere universa. Een universum moet kinderen kunnen krijgen, kinderen die vervolgens natuurwetten hebben die lijken op die van de ouder, maar iets afwijken. Maar voor zover wij weten heeft het universum ouders noch kinderen. Waargenomen zijn ze in ieder

geval niet en het lijkt op zijn zwakst gezegd problematisch dit voor te stellen. Echter, volgens Smolin is het wel degelijk mogelijk dat het universum een “ouder” en “kinderen” heeft. Deze kinderen kunnen zich namelijk bevinden in zwarte gaten, net zoals “ons heelal” zich zou bevinden in een zwart gat in een ander universum. Hoe dit precies in zijn werk gaat is niet duidelijk, en dat kan uiteraard een probleem zijn. Echter, Darwin wist toen hij zijn theorie opstelde ook niet hoe eigenschappen doorgegeven werden aan kinderen. Hij zag alleen iets opmerkelijks, namelijk dat dieren in verschillende situaties zich verschillend hadden aangepast. Uiteraard moet een wetenschappelijke theorie wel toetsbaar zijn, en volgens Smolin is zijn theorie dat.

### *Testbaarheid*

Om een theorie te kunnen toetsen moet men aan de hand hiervan voorspellingen kunnen doen. Vervolgens kan door middel van experimenten gestaafd worden of de voorspellingen juist blijken te zijn. Op het eerste gezicht voorspelt Smolins theorie echter helemaal niets. Het zegt namelijk helemaal niets over wat er in ons universum gebeurt onder bepaalde omstandigheden behalve het vormen van universa in zwarte gaten. Echter dat is onmogelijk waarneembaar. Maar de theorie zegt wel iets anders waar we wat aan kunnen hebben. Het voorspelt namelijk iets over de verhoudingen in de fundamentele regelmatigheden tussen verschillende universa. De theorie zegt dat universa waarin zich veel zwarte gaten vormen, veel meer zullen voorkomen dan universa waarin zich weinig of geen zwarte gaten vormen. Men kan een “fitheidslandschap” tekenen met als parameters de relevante fundamentele regelmatigheden. Een geschikte combinatie van eigenschappen leidt tot veel nakomelingen en tot een berg in het landschap. Verreweg de meeste universa zullen zich bevinden rond de top van zo’n berg. Omdat de eigenschappen van een universum dat zich hier bevindt bijna geoptimaliseerd zijn kan men afleiden dat als één van de eigenschappen anders zou zijn, het minder succesvol zou zijn. Men zou “van de berg aflopen”. Omdat praktisch alle universa zich rond de top bevinden is het zeer waarschijnlijk dat ook ons heelal zich hier bevindt. Het is uiteraard niet zo dat we met zekerheid kunnen zeggen dat in ons heelal de waarden volledig geoptimaliseerd zijn. Het kan best zo zijn dat er meerdere pieken in het landschap bestaan, zoals er ook meerdere soorten dieren bestaan. We weten echter wel dat de kans zeer groot is dat we ons rond één van deze toppen bevinden. Als dus één van de fundamentele regelmatigheden in ons heelal anders zou zijn zouden er minder zwarte gaten ontstaan. Net zoals we weten dat een leeuw met drie poten waarschijnlijk minder snel loopt. Met andere woorden, als één van de waarden van het

standaard model anders zou zijn, kunnen we volgens de theorie afleiden dat er minder zwarte gaten geproduceerd worden. Als we dus iets kunnen zeggen over hoe ons heelal er uit zou zien als bijvoorbeeld de gravitatieconstante anders zou zijn, kunnen we de theorie testen. En dit is volgens Smolin het geval. In totaal zijn er zo'n 20 constanten in het standaard model, dit betekent dat er minimaal zo'n 40 mogelijke veranderingen zijn, 20 keer een verhoging van een constante, 20 keer één verlaging. De theorie kan als niet juist bestempeld worden als een of meerdere van de veranderingen een grote toename van het aantal zwarte gaten tot gevolg heeft. Is dit niet zo en leiden alle veranderingen tot een universum met minder zwarte gaten, dan is dit een teken dat we op het juiste spoor zitten. De kans dat zoiets namelijk toevallig is, is zo'n 1 op  $2^{40}$ . We kunnen inmiddels in zo'n acht gevallen redelijk voorspellen wat de gevolgen zijn, allen resulteren in minder zwarte gaten. In alle gevallen is dit het gevolg van het niet meer geproduceerd worden van koolstof, een essentiële stof bij de vorming van zwarte gaten. Uiteraard kunnen we hier op zich nog weinig uit afleiden, maar naarmate we meer te weten komen over hoe sterren zich vormen en onder welke omstandigheden ze overgaan tot een zwart gat kunnen we meer voorspellingen doen. En kunnen we wellicht meer zeggen over de waarheid van Smolin's theorie.

### *Mysticisme*

Natuurkundigen zien zichzelf graag als rationeler en beter in staat tot het vinden van waarheid dan theologen. Echter volgens Smolin is het verschil tussen de twee momenteel helemaal niet zo groot. Beide geloven in principe in de rationaliteit van de wereld, dat deze in principe te begrijpen is. Theologen proberen haar te begrijpen door teksten van God te bestuderen en zo hem te leren kennen. Natuurkundigen bestuderen waarneembare verschijnselen en bedenken wiskundige theorieën die deze verschijnselen kunnen verklaren. Deze theorieën weerspiegelen op een bepaalde manier de echte wereld en belangrijker, ze zijn, net als God, in principe te begrijpen. De ervaring dat men op een gegeven moment zo'n theorie gevonden heeft beschrijft Smolin als een uiterst mystieke ervaring. Het is de ervaring die men heeft wanneer men voor het eerst de stelling van Pythagoras begrijpt, of denkt de wetten van Newton te doorgronden. Het is het gevoel dat men krijgt wanneer men zich realiseert dat deze theorieën een waarheid weerspiegelen die dieper is dan de waarneembare wereld. Het is dit gelukkige gevoel van blijdschap en macht waar elke fysicus uiteindelijk naar op zoek is. Echter er is geen a-priori reden dat de wereld in beginsel inderdaad rationeel is. Het hoeft

helemaal niet zo te zijn dat er achter de wereld een mooie begrijpbare mathematische theorie schuilt. Het kan volgens Smolin net zo goed zo zijn dat wanneer we goed kijken we niets anders zien dan onverklaarbare toevallige eigenschappen. En dat de theoretische fysica weinig verschilt van meteorologie of vloeistofleer.

Smolin draagt nog een ander argument aan tegen de zoektocht naar “de wereld achter de wereld”. Het beeld dat theoretische fysici proberen te schetsen is er een van buiten af, van wetten buiten het universum die het universum besturen. Dit is volgens Smolin niet mogelijk, buiten het feit dat men het universum niet van buiten af kan waarnemen, kunnen de fundamentele wetten die ons universum besturen niet buiten het universum bestaan. Ze moeten wel een onderdeel zijn van het universum en kunnen dus ook niet buiten bijvoorbeeld ruimte en tijd bestaan. Volgens Smolin moeten ze dus gecodeerd zijn in de wereld zelf, zoals het bouw pakket van een organisme gecodeerd ligt in zijn DNA.

Deze vragen zijn echter niet zozeer wetenschappelijk maar filosofisch van aard. Filosofen moeten zich dan ook niet langer stilhouden, maar moeten zich in dit belangrijke debat mengen.

### *De rol van filosofen*

Terwijl veel wetenschappers zich afzetten tegen een rol voor de filosofie binnen de wetenschap pleit Smolin dus voor hun invloed. Hij ziet dat wetenschappers niet geschikt zijn om veel van de vragen waar de theoretische fysica voor staat, te beantwoorden. Vragen die niet of moeilijk aan de hand van empirische gegevens beantwoord kunnen worden. Vragen als: waarom zou de wereld het resultaat moeten zijn van eeuwige en onveranderlijke wetten? En waarom zouden deze wetten nu juist mathematisch van aard moeten zijn? En; wat betekenen de onvolledigheidstellingen van Gödel voor dit idee? Of; wat voor soort kennis behelst de evolutieleer? Maar ook vragen rond de betekenis en interpretatie van wetenschappelijke theorieën en constructies zoals bijvoorbeeld de kwantummechanica. Smolin verbaast zich erover dat hoewel er veel filosofen zijn die natuurkundig goed geschoold zijn en de wiskunde achter de kwantummechanica begrijpen zich niet meer laten horen. Hij vermoedt uit gesprekken met hen dat zij diepe problemen zien in de betekenis van deze en andere theorieën, maar toch spreken ze deze niet uit.

*“If not for the philosophers, who is going to have the courage to tell the physicists when quantum theory, or another of our constructions, just cannot be made sense of? In the past, philosophers like Leibniz did not hesitate to tell physicists when they were speaking nonsense. Why now when at least as much is at stake, are the philosophers so polite?”*

### ***Commentaar***

Smolin pakt met dit boek het in mijn ogen grootste probleem voor de huidige wetenschap. Hoe kan het dat de wereld zo is als we hem vinden? Deze vraag staat al eeuwen centraal in de wetenschappen, in de filosofie en in religies. In plaats van weer een metafysische bespiegeling op het probleem, komt hij echter met een duidelijk uitgesproken theorie, iets tastbaars, iets testbaars. Waar zijn theorie op het eerste gezicht raar en vergezocht lijkt is deze bij nadere bestudering helder en realistisch. Dat het een inspanning van de lezer vergt om de theorie serieus voor te stellen mag verwacht worden van een dergelijke onderneming. Toch moeten we wel degelijk vraagtekens zetten bij de oplossing die Smolin ons biedt. Over een aantal zaken doet hij erg gemakkelijk en het is de vraag of zijn theorie het probleem niet opschuift in plaats van het op te lossen.

De theorie verklaart dan wel hoe het kan dat de natuurwetten precies zo zijn in ons heelal. Het verklaart niet hoe het kan dat de wetten zo waren in het “oermoederuniversum”. Ook hier moeten de fundamentele constanten dusdanig geweest zijn dat er “nakomelingen” mogelijk waren. Het is maar de vraag of de kans hierop significant groter is dan de kans dat ons universum spontaan ontstaan is.

Een groter probleem vormt de manier waarop de natuurwetten in een universum geschreven zijn. In een zelforganiserend systeem, zoals bijvoorbeeld een levend organisme, is de bouwplaat gecodeerd in het systeem zelf. In de biologie gebeurt dit door middel van codering in DNA.

Echter deze codering is onderhevig aan, en zou niet mogelijk zijn zonder, chemische regelmatigheden. Zonder deze regelmatigheden of wetten betekent DNA helemaal niets. De codering van de natuurwetten kan echter geen gebruik maken van regelmatigheden of wetten. Want dan verplaatsen we slechts het probleem, immers wat maakt die wetten weer zoals ze zijn. De vraag is dus in hoeverre een codering mogelijk is die niet gebaseerd is op andere

wetten? En die bovendien ook nog eens kan veranderen. Dat brengt ons op het probleem van het doorgeven van de codering. Smolin heeft uiteraard geen enkel idee hoe dit in zijn werk zou kunnen gaan en ook dit lijkt moeilijk voor te stellen. Dit lijkt mij echter geen reden de theorie af te schrijven, het gaat nu slechts om het idee. Darwin wist ook niet hoe erfelijke eigenschappen doorgegeven konden worden.

De testbaarheid van de theorie vind ik wel zeer problematisch. De theorie voorspelt geen verschijnselen die waarneembaar zijn, maar voorspelt “waar we ons waarschijnlijk bevinden in een fitheidlandschap”. De enige aanwijzingen die we kunnen hebben dat we daar ook waarschijnlijk zijn volgen uit voorspellingen die we doen aan de hand van het veranderen van de natuurwetten. Het is maar helemaal de vraag of dit überhaupt mogelijk is. Als de wereld niet een uitwerking is van een wiskundige formule, is het goed mogelijk dat we verschillende theorieën kunnen verzinnen die hetzelfde voorspellen in onze wereld. Er valt dan simpelweg door ons niet te kiezen tussen deze theorieën. Dat maakt voor de huidige wetenschap in principe niet veel uit. Wanneer twee theorieën hetzelfde voorspellen, kan met zeggen dat deze inwisselbaar zijn en beide even succesvol. Echter, om deze theorie te testen maakt het wel degelijk uit. We moeten namelijk niet weten wat er in ons universum in een bepaalde situatie gebeurt maar waarom dit gebeurt. Het zou zelfs mogelijk kunnen zijn dat van alle mogelijke theorieën die succesvol zijn in het voorspellen van zaken in ons universum er één is volgens welke het aantal zwarte gaten inderdaad gemaximaliseerd is, terwijl er een andere is volgens welke het aantal geminimaliseerd is. Dit is wellicht vergezocht en onwaarschijnlijk, maar het is wel een groot probleem voor een theorie die slechts voorspelt wat er in veertig gevallen gebeurt. Want als we het maar bij een paar gevallen niet juist hebben, kan dit al grote gevolgen hebben voor de vraag of de theorie waar is.

Ondanks al mijn bezwaren denk ik dat Smolins idee wel degelijk waarde heeft. En wanneer inderdaad blijkt dat het bestaan van zwarte gaten in de mate waarin ze bestaan in ons heelal inderdaad zeer onwaarschijnlijk is, dan is de kans dat dit iets te maken heeft met de fundamentele regulariteiten in ons universum, uiteraard zeer groot. Dit is niet iets waar men dan over heen kan kijken.

Opmerkelijk is de opbouw van het boek, aan de ene kant presenteert Smolin een probleem en geeft aan dat de natuurwetenschap moet veranderen om het probleem op te lossen. Tegelijk presenteert hij een mogelijke oplossing, met daarbij overigens constant te vermelden dat het



maar een idee is dat waarschijnlijk niet klopt. Mij bekruipt soms het gevoel dat Smolin niet met het zijn theorie aan durft te komen zetten, maar dat hij het toch te origineel en goed vindt om het niet te publiceren. Vandaar dat hij het in deze vorm doet. Dit geeft de lezer enige irritatie omdat men soms niet weet wat nu het belangrijkste punt in het boek is.

Dit neemt echter niet weg dat het een uitstekend boek is. Het is origineel en behandelt op serieuze wijze één van de grootste en meest uitdagende problemen in de natuurwetenschap en filosofie. Dat hij dat als natuurwetenschapper aandurft en op deze wijze voltooit, is zeer bewonderenswaardig.