

Lovende woorden over *Het grootste project van de mens*

‘Bij elke discussie die ik met theologen en religieuze gelovigen heb gevoerd, draait het altijd uit op twee vragen: “Waarom is er ietswin plaats van niets?” en “Waarom zijn we hier?” De veronderstelling is dat als de wetenschap geen antwoorden biedt, er dus een God moet bestaan. Maar God of niet, we verlangen nog steeds naar antwoorden. In *Universum uit het niets* behandelde Lawrence Krauss, een van de grootste denkers van onze tijd, met verve de eerste vraag, en in *Het grootste project van de mens* tackelt hij op elegante wijze de tweede. Beide delen zouden in alle Amerikaanse hotelkamers moeten liggen, in de la naast de Gideon-bijbel.’

– Michael Shermer, uitgever van het tijdschrift *Skeptic*, columnist voor *Scientific American*, en auteur van *The Moral Arc*

‘Een homerisch verhaal over wetenschap, geschiedenis en filosofie dat laat zien hoe we zoveel geleerd hebben over het heelal en zijn kleinste bouwstenen.’

– Sheldon Glashow, Nobelprijswinnaar in de natuurkunde

‘Het ontdekken van de grondslag van de fysieke realiteit is een van de grootste collectieve prestaties van de mensheid. Het boek geeft een goed overzicht van de belangrijkste ideeën en hoe deze tot stand zijn gekomen. Krauss bevindt zich op vertrouwd terrein en kan inzicht bieden in de bekende figuren die aan het front van de vooruitgang hebben gestaan. Als geoefend en bekwaam schrijver slaagt hij erin om de natuurkunde “zo eenvoudig mogelijk, maar niet eenvoudiger dan dat” te maken. Ik ken geen beter boek over dit onderwerp.’

– Martin Rees, auteur van *Just Six Numbers*

‘Het is een opwindende ervaring om door dit fascinerende verhaal te worden geleid, van Galilei naar het standaardmodel, het higgsboson en verder, met heldere details en inzichten, waarbij niet alleen de prestaties zelf levendig worden toege- licht, maar waarbij er ook aandacht is voor het plezier dat ge- paard gaat met creatief denken en het doen van ontdekkingen. En dat alles verrijkt met karakterschetsen van de opmerkeli- ke individuen die de weg hebben gebaand. Het boek laat duide- lijk zien dat de ontdekking dat “de natuur echt de eenvoudige en elegante regels volgt die door de twintigste- en eenentwin- tigste-eeuwse versies van Plato’s filosofen intuïtief worden aangevoeld” een van de meest verbluffende prestaties van het menselijk intellect is.’

– Noam Chomsky, faculteitshoogleraar en emeritus hoogleraar taalkunde, MIT

‘Charmant (...) Krauss doet met vaart en verve verslag van de hele ontwikkeling van onze ideeën over de opbouw van de ons omringende wereld. (...) Een spetterend boek.’

– Walter Gilbert, Nobelprijswinnaar in de scheikunde

‘Ik vond de vechtschènes geweldig, en de seksschènes waren uit- stekend.’

– Eric Idle

Lawrence Krauss

HET GROOTSTE PROJECT VAN DE MENS

De eeuwenlange zoektocht naar de
bouwstenen van het universum

Nieuw Amsterdam

Voor Nancy

Vertaling Eddy Echternach

© 2017 Lawrence Krauss

Oorspronkelijke titel *The Greatest Story Ever Told ... So Far. Why are we here?*

Oorspronkelijke uitgever Simon & Schuster

Alle rechten voorbehouden

© 2017 Nederlandse vertaling Eddy Echternach/Nieuw Amsterdam

Tekstredactie Leo Polak

Register Ansfried Scheifes

Ontwerp omslag Paul Pollmann

Omslagfoto: de deeltjesversneller Large Hadron Collider van CERN

Foto auteur © Nancy Dahl-Tacconi

NUR 924

ISBN 9789046821855

www.nieuwamsterdam.nl



Hier vloeien tranen en wordt men beroerd door de sterfelijkheid van de mens

– Vergilius

INHOUD

Proloog	9
---------	---

Deel I: **Genesis**

1. Van de kleerkast tot de grot	19
2. Zien in het donker	30
3. Lichtjes door het glas	47
4. Daarheen en weer terug	61
5. Werk op tijd maakt welbereid	73
6. De schaduwen van de werkelijkheid	93
7. Een universum vreemder dan onze verbeelding	108
8. Een rimpeling in de tijd	126
9. Het verval zet in	146
10. Het geheim van de zon	161

Deel II: **Exodus**

11. Wanhopige tijden en wanhopige maatregelen	181
12. Mars der titanen	195
13. Ontelbare prachtige schepselen: de symmetrie slaat terug	216
14. De koude, grimmige werkelijkheid	233
15. Leven in een supergeleider	245
16. De draaglijke lichtheid van het bestaan: symmetrie gebroken, natuurkunde gered	258

Deel III: **Openbaring**

17. De verkeerde plek op het juiste moment	269
18. De mist trekt op	280
19. Eindelijk vrij	294
20. Een pak slaag voor het vacuüm	318
21. Gotische kathedralen van de 21e eeuw	331
22. Meer vragen dan antwoorden	352
23. Van een bierfeest tot het einde der tijden	371
 Epiloog: Kosmische nederigheid	 387
Dankbetuiging	395
Register	399
Over de auteur	415

PROLOOG

*Het allermoeilijkst te zien is datgene wat er
werkelijk is.*

– J.A. Baker, De slechtvalk

In het begin was er licht.

Maar meer nog was er zwaartekracht.

En vervolgens brak de hel los...

Zó zou het verhaal van het grootste intellectuele avontuur in onze geschiedenis eigenlijk moeten beginnen. Het is het verhaal van de wetenschappelijke zoektocht naar de verborgen werkelijkheid achter de wereld zoals wij die ervaren. Deze queeste vergde het uiterste van de menselijke creativiteit, en intellectuele moed op een ongeken­de mondiale schaal. De onderneming zou kansloos zijn geweest als niet de wil had bestaan om een reeks van overtuigingen, vooroordelen en dogma's – wetenschappelijke en anderszins – ter zijde te schuiven. Het is een verhaal vol drama en verrassingen, dat de hele menselijke geschiedenis omspan­te. Een verhaal dat opmerkelijk genoeg nog niet eens af is – het is nog maar een conceptversie.

Het is een verhaal dat een veel bredere aandacht verdient. In de eerste wereld beginnen delen ervan mythen en bijgeloof, waar de minder ontwikkelde samenlevingen van honderden of duizenden jaren geleden troost in vonden, al langzaam te verdringen. Niettemin wordt, dankzij de regisseurs George

Stevens en David Lean, de joods-christelijke Bijbel soms nog steeds betiteld als 'het beste verhaal aller tijden'. Dat predicaat mag gerust verbazingwekkend worden genoemd. Het boek staat weliswaar bol van de seksuele en gewelddadige uitwassen, en de psalmen zou je met wat fantasie zelfs als poëzie mogen betitelen, maar in literair opzicht steekt het bleekjes af bij net zo gewaagde, maar minder bloeddorstige Griekse en Romeinse eposen als de *Odyssee* of de *Aeneis*. Hoe het ook zij, als leidraad voor het begrijpen van de wereld is de Bijbel hopeloos onsamenhangend en achterhaald. Er valt zelfs veel voor te zeggen dat hij ook niet geschikt is als leidraad voor het menselijk gedrag, omdat grote delen ervan welhaast onwelvoeglijk zijn.

In de wetenschap is niets heilig. Geen enkel idee – al dan niet religieus – krijgt een vrijbrief. Om die reden culmineerde het verhaal van de mens niet in de opoffering van een profeet, tweeduizend jaar geleden, noch in de dood van een andere profeet, zeshonderd jaar later. Het verhaal van onze oorsprong en onze toekomst is namelijk nog lang niet af. En het wordt met de dag interessanter – niet vanwege vermeende goddelijke openbaringen, maar vanwege een gestage stroom aan wetenschappelijke ontdekkingen.

In tegenstelling tot wat veelal wordt gedacht, is dit wetenschappelijke verhaal niet gespeend van poëzie en spiritualiteit. Deze spiritualiteit heeft daarbij echter de deugd dat zij verbonden is met de werkelijke wereld en niet grotendeels is ontworpen om onze hoop en onze dromen te bevredigen.

De lessen van onze uitstapjes naar het onbekende – niet geleid door onze verlangens, maar door de kracht van het experiment – zijn een oefening in nederigheid. Vijfhonderd jaar wetenschap heeft de mensheid bevrijd van de ketenen van

Proloog

opgelegde domheid. Waar komt toch dat megalomane idee vandaan dat het heelal is geschapen opdat wij konden bestaan? Vanwaar die kortzichtige veronderstelling dat het heelal zoals wij dat waarnemen overal en altijd zo is geweest?

Het verhaal van de wetenschap heeft korte metten gemaakt met dit antropocentrisme. Wat is ervoor in de plaats gekomen? Zijn we al doende iets kwijtgeraakt of hebben we – zoals ik zal bepleiten – er iets veel beters voor in de plaats gekregen?

Tijdens een publieksevenement heb ik eens gezegd dat het de taak van de wetenschap is om mensen te verontrusten. Daar had ik even spijt van, omdat ik bang was dat deze opmerking mensen zou afstoten. Maar ongerustheid is een deugd, geen handicap. Onze hele evolutionaire geschiedenis was erop gericht om ons brein goed om te laten gaan met ideeën die ons helpen overleven, zoals de neiging die kinderen van nature hebben om te veronderstellen dat elk voorwerp een specifiek doel heeft en de veelvoorkomende gewoonte om menselijke gevoelens toe te kennen aan levenloze dingen. Het is immers beter om een onschuldig voorwerp als een gevaar te zien dan andersom.

De evolutie heeft ons brein niet voorbereid op het begrijpen van tijdschalen of afstanden die zo groot of zo klein zijn dat we ze niet direct kunnen ervaren. Het is dan ook niet verwonderlijk dat sommige van de meest opmerkelijke wetenschappelijke ontdekkingen, zoals de evolutietheorie en de kwantummechanica, op z'n zachtst gezegd niet bepaald intuïtief zijn en bij velen een ongemakkelijk gevoel oproepen.

Dat is een van de dingen die het verhaal over het grootste project van de mens zo de moeite van het vertellen waard maakt. De beste verhalen dagen ons uit. Ze dwingen ons om onszelf vanuit een ander perspectief te zien, om ons beeld van

onzelf en onze plaats in de kosmos bij te stellen. Deze eigenschap is niet uitsluitend voorbehouden aan de grootste literatuur, muziek en kunst, het geldt ook voor de wetenschap.

Daarom is het jammer dat de vervanging van oude overtuigingen door wetenschappelijke verlichting vaak als een verarming wordt gezien. Maar hoeveel groter zal het verhaal dat onze kinderen kunnen vertellen wel niet zijn dan het verhaal dat wijzelf hebben verteld? Dat is ongetwijfeld de grootste bijdrage van de wetenschap aan onze beschaving: erop toezien dat de beste boeken nog geschreven moeten worden.

Elk groots verhaal heeft een moraal. In het onze zullen we tot de ontdekking komen dat als we ons brein laten leiden door empirische ontdekkingen, dit kan resulteren in een grote spirituele verrijking die het beste in de mensheid naar boven haalt. Dat is hoopgevend voor de toekomst, die we met open ogen en gewapend met de noodzakelijke hulpmiddelen tegemoet kunnen zien.

Mijn vorige boek, *Universum uit het niets*, beschrijft hoe de revolutionaire ontdekkingen van de afgelopen honderd jaar ons begrip van ons evoluerende heelal op de allergrootste schalen hebben veranderd. Dankzij deze ontwikkeling kan de wetenschap zich nu rechtstreeks buigen over de vraag 'Waarom is er iets in plaats van niets?' – een vraag die vroeger op religieus terrein lag – en deze omvormen tot iets wat nuttiger en minder filosofisch is.

Net als *Universum uit het niets* is dit boek gebaseerd op een lezing die ik heb gegeven, in dit geval voor het Smithsonian Institution in Washington. Deze lezing zorgde destijds voor enige ophef, en dat heeft mij er opnieuw toe aangespoord om de ideeën die ik daarin aankaartte verder uit te werken. In dit boek ver-

Proloog

ken ik het andere uiteinde van het spectrum van onze kennis, dat net zulke krachtige implicaties heeft voor ons begrip van eeuwenoude vragen. Dankzij de enorme veranderingen van de afgelopen honderd jaar omtrent ons begrip van de natuur op haar kleinste schalen kunnen we ons ook gaan bezighouden met de net zo fundamentele vraag 'Waarom zijn we hier?'.

We zullen zien dat de werkelijkheid niet is wat wij denken dat zij is. Onder de oppervlakte spelen zich 'rare', contra-intuïtieve, onzichtbare dingen af die onze ideeën over wat zinnig is net zozeer op de proef kunnen stellen als een universum dat uit het niets ontstaat.

En net als in mijn vorige boek zal de conclusie van het hier vertelde verhaal zijn dat de wereld waarin wij leven geen duidelijk plan of doel heeft. Ons bestaan was niet voorbestemd, maar lijkt een merkwaardig ongelukje te zijn. We staan op een gevaarlijke richel, in een wankel evenwicht dat wordt bepaald door verschijnselen die ver beneden onze waarnemingsdrempel liggen – verschijnselen die op geen enkele manier afhankelijk zijn van ons bestaan. In dit opzicht zat Einstein ernaast: 'God' lijkt wel degelijk te dobbelen met het heelal of de heelallen. Tot nu toe hebben we geluk gehad, maar ons geluk zou ooit kunnen opraken.

De mensheid zette een belangrijke stap richting moderniteit toen het tot onze voorouders doordrong dat er meer aan de hand is in het heelal dan je op het eerste gezicht zou denken. Dit inzicht ontstond waarschijnlijk niet bij toeval. Ons brein lijkt zodanig geprogrammeerd te zijn dat we behoefte hebben aan een verhaal dat ons eigen bestaan ontstijgt en verklaart – een behoefte die waarschijnlijk nauw verbonden is met de opkomst van de eerste geloofsovertuigingen.

Het verhaal van de geboorte van de moderne wetenschap, en haar afkeer van het bijgeloof, daarentegen is het verhaal van hoe gezond verstand en experiment de verborgen werkelijkheden van de natuur hebben blootgelegd. Dat gebeurde door middel van een proces waarbij men uiteindelijk tot de ontdekking kwam dat schijnbaar onvergelykbare, vreemde en soms bedreigende verschijnselen vlak onder het zichtbare oppervlak met elkaar verbonden waren. Uiteindelijk hebben zulke verbanden de boze kabouters en toverfeeën, waar het ten tijde van onze voorouders nog van wemelde, verdreven.

De ontdekking van verbanden tussen ogenschijnlijk onvergelykbare verschijnselen is het belangrijkste kenmerk van wetenschappelijke vooruitgang. Enkele klassieke voorbeelden zijn Newtons ontdekking van het verband tussen de baanbeweging van de maan en het vallen van een appel, Galileo's ontdekking dat het sterk uiteenlopende gedrag van vallende voorwerpen niet kan verhullen dat ze allemaal in gelijke mate door de aarde worden aangetrokken, en Darwins epische ontdekking dat de verscheidenheid van het leven op aarde kan zijn voortgekomen uit één enkele gemeenschappelijke voorouder die via natuurlijke selectie is geëvolueerd. Geen van deze verbanden lag van meet af aan voor de hand. Maar als zo'n verband eenmaal aan het licht komt en duidelijk wordt, roept het een aha-ervaring op – een gevoel van 'Dat ik daar niet eerder aan heb gedacht!'.

Ons moderne beeld van de natuur op haar meest fundamentele schaal – het standaardmodel, zoals het inmiddels wordt genoemd – vertoont een ongekende weelde aan verbanden die ver verwijderd zijn van onze dagelijkse ervaringen. Zó ver verwijderd dat het zonder enkele grondbeginselen niet lukt om je er een voorstelling van te kunnen maken.

Proloog

Het is dan ook niet verrassend dat grootse inzichten nooit uit de lucht komen vallen. Het coherente beeld waar we inmiddels over beschikken, is voortgekomen uit een reeks opmerkelijke, onverwachte en op het eerste gezicht onsamenhangende verbanden. Dat heeft geresulteerd in een wiskundig bouwwerk dat zo sierlijk is dat het bijna arbitrair lijkt. Bij oningewijden roepen zaken als het higgsboson en de grote unificatie van de natuurkrachten doorgaans geen aha-ervaring op – verre van.

Om door de oppervlaktelagen van de werkelijkheid heen te kunnen prikken, hebben we een verhaal nodig dat de wereld die we kennen verbindt met de diepste uithoeken van de onzichtbare wereld om ons heen. We kunnen die onzichtbare wereld niet begrijpen met intuïties die uitsluitend op directe zintuiglijke waarnemingen zijn gebaseerd. Dát is het verhaal dat ik hier wil vertellen. Het neemt u mee naar de kern van al die mysteries die grenzen aan ons begrip van ruimte, tijd en de krachten die daarbinnen opereren. Het is daarbij niet mijn bedoeling om u onnodig te provoceren of te grieven. Ik wil u slechts prikkelen, net zoals nieuwe ontdekkingen ons natuurkundigen hebben geprikkeld en meegetrokken naar een nieuwe werkelijkheid die ongemakkelijk en opbeurend tegelijk is.

Onze meest recente ontdekkingen over de fundamentele schalen van de natuur hebben onze perceptie van de onvermijdelijkheid van onze aanwezigheid in het heelal op huiveringwekkende wijze veranderd. Ook bewijzen ze dat de toekomst er radicaal anders uit zal zien dan we ons misschien hadden voorgesteld en benadrukken ze onze kosmische onbeduidendheid.

Het valt misschien niet mee om deze ongemakkelijke werkelijkheid – dit onpersoonlijke en schijnbaar willekeurige

heelal – onder ogen te zien. Je kunt er echter ook op een andere, minder deprimerende manier tegenaan kijken. Dat het heelal naar mijn stellige overtuiging geen vooropgezet doel heeft, maakt het vele malen spannender dan een heelal dat voor ons gemaakt is: zo'n heelal biedt immers veel meer en veel uiteenlopendere mogelijkheden van bestaan. Het is inspirerend om te beseffen dat er een exotische weelde op ontdekking wacht, met wetten en verschijnselen die onze stoutste dromen lange tijd te boven leken te gaan, en te proberen om deze gordiaanse knoop van ervaringen te ontwarren en naar een eventuele onderliggende orde te zoeken.

Het is fascinerend om zo'n orde te ontdekken en een coherent beeld van het heelal op te bouwen, op schalen die we wellicht nooit rechtstreeks zullen ervaren – een beeld dat een vlechtwerk is van ons talent om te voorspellen wat er verder zal gebeuren en het daaruit voortvloeiende vermogen om onze leefwereld te beteugelen. Wat een geluk dat we dit mogen meemaken. Elke nieuwe verrassende ontdekking maakt het verhaal alleen maar beter.

DEEL I
Genesis

I

VAN DE KLEERKAST TOT DE GROT

*Wijzen worden met rijkdom gekroond, dwaasheid
is de tooi der dwazen.*

– Spreuken 14:18

In mijn beginne was er licht.

Natuurlijk was er licht aan het begin van de tijd, maar voordat we het over het begin van de tijd kunnen hebben, moeten we ons eigen begin, en daarmee ook het begin van de wetenschap, verkennen. En dat betekent: teruggaan tot het primaire motief voor zowel wetenschap als religie: het verlangen naar 'iets anders'. Iets wat buiten het universum van onze beleving ligt.

Bij veel mensen vertaalt dat verlangen zich in iets wat betekenis en doel geeft aan het heelal, en zich uitstrekt tot een verlangen naar een verborgen plek die 'beter' is dan de wereld waarin wij leven, waar zonden vergeven worden, geen pijn voorkomt en de dood niet bestaat. Anderen verlangen echter naar een heel ander soort verborgen plek: de fysieke wereld die aan onze zintuigen voorbijgaat, de wereld die ons helpt begrijpen *hoe* de dingen zich gedragen, in plaats van *waarom*. Deze verborgen wereld ligt ten grondslag aan wat we ervaren, en als we haar begrijpen geeft dat ons het vermogen om ons leven, onze wereld en onze toekomst te veranderen.

Het contrast tussen deze twee werelden komt tot uitdrukking in twee zeer verschillende literaire werken.

Het eerste, *Het betoverde land achter de klerkast* van C.S. Lewis, is een kinderboek in het fantasy-genre met een overduidelijk religieuze ondertoon. Het haakt in op een ervaring die de meesten van ons wel zullen herkennen uit hun kindertijd: onder het bed, in de kast of op zolder op zoek gaan naar een verborgen schat of naar bewijs dat er meer is tussen hemel en aarde. In het boek ontdekken vier schoolkinderen die tijdens de Tweede Wereldoorlog uit Londen zijn geëvacueerd een vreemde nieuwe wereld: Narnia. Die bereiken ze door, in het buitenhuis waar ze verblijven, in een grote klerkast te klimmen die geen achterwand blijkt te hebben. Met hulp van een leeuw, die zich – net als Christus – laat vernederen en op een altaar laat offeren om het kwaad in zijn wereld te overwinnen, weten de kinderen Narnia te redden.

De religieuze zinspelingen in het verhaal van Lewis zijn overduidelijk. Maar het laat zich ook op een andere manier interpreteren: als een allegorie, niet voor het bestaan van God of de duivel, maar voor de opmerkelijke en wellicht angstaanjagende mogelijkheden van het onbekende – mogelijkheden die onze zintuigen te boven gaan en wachten op het moment dat we dapper genoeg zijn om ze op te sporen. Mogelijkheden ook die, als ze eenmaal zijn geopenbaard, ons begrip van onszelf kunnen verrijken of, voor wie daar behoefte aan heeft, ons een gevoel van waarde en doel kunnen verschaffen.

Het portaal naar de verborgen wereld in de klerkast, met de vertrouwde geur van vaak gedragen kleren, is tegelijkertijd veilig en mysterieus. Het doelt op de noodzaak om de klassieke inzichten over ruimte en tijd los te laten. Want als een waarnemer die voor of achter de kast gaat staan niets bijzon-