

Amanda Gefter

IN

EINSTEINS

ACHTERTUIN

Een duizelingwekkende toer
langs de mooiste ideeën uit de natuurkunde

Vertaald uit het Amerikaans door
Ingrid B. Ottevanger en Wim Scherpenisse

MAVEN
PUBLISHING

Voor mijn vader, die me het universum heeft gegeven

Oorspronkelijke titel *Trespassing on Einstein's Lawn: A Father, a Daughter, the Meaning of Nothing, and the Beginning of Everything*

© 2014 Amanda Gefter

Nederlandse vertaling

© 2014 Maven Publishing B.V., Amsterdam / Ingrid B. Ottevanger en Wim Scherpenisse

www.mavenpublishing.nl

Ontwerp omslag Studio Ron van Roon

Foto auteur Webb Chappell

Opmaak binnenwerk Michiel Niesen, Zetproducties

© Puzzel Wim de Weerd

ISBN boek 978 94 9184 515 4

ISBN e-boek 978 94 9184 521 5

NUR 320

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze en/of door welk ander medium ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

‘We dachten altijd dat de wereld “ergens” onafhankelijk van ons bestaat, met ons als waarnemer veilig verscholen achter een plaat glas van dertig centimeter dik. Wij hoefden ons er niet mee te bemoeien, alleen maar waar te nemen. Intussen zijn we echter tot de slotsom gekomen dat dat niet is hoe de wereld in elkaar zit. We moeten het glas kapotslaan, naar binnen gaan.’

– JOHN ARCHIBALD WHEELER

Inhoud

Een opmerking vooraf	9
1 Het ultiemewerkelijkheidsfeestje partycrashen	13
2 Het perfecte alibi	41
3 Glimlachen!	77
4 Uitgestelde keuzen	115
5 Schrödingers ratten	149
6 Schijnkrachten	175
7 De wereld in stukken hakken	209
8 Geschiedenis schrijven	243
9 Een hint hoe het universum is gemaakt	281
10 'Alice in Wonderland'-flauwekul en zo	307
11 Hoop produceert ruimte en tijd	341
12 Dat hypothetische, geheime object	381
13 Het glas kapotslaan	417
14 Onvolledigheid	441
15 De marge in	467
Woord van dank	511
Verklarende woordenlijst	515
Noten	535
Suggesties om verder te lezen	543
Over de auteur	549

Een opmerking
vooraf

10 Je staat op het punt in een boek te beginnen met uiterst actuele fysica, verpakt in een persoonlijke vertelling over de afgelopen zeventien jaar van mijn leven. Het boek lijdt dan ook aan de missers van het menselijk geheugen, waarvan ik neurowetenschappers altijd hoor zeggen dat het toch al hopeloos onbetrouwbaar is. Niettemin heb ik bij het reconstrueren van scènes en gesprekken mijn best gedaan om in alles zo nauwkeurig mogelijk te zijn – door mijn eigen aantekeningen en foto's te raadplegen, met andere mensen te praten die er toen bij waren en, het allerbelangrijkst, van alles aan mijn moeder te vragen, die het op de een of andere manier altijd weer voor elkaar krijgt om zich mijn leven veel gedetailleerder te herinneren dan ikzelf. Mijn gesprekken met fysici zijn allemaal rechtstreeks van opnamen uitgeschreven, hoewel ik ze wel op leesbaarheid en lengte heb aangepast. In sommige gevallen heb ik verschillende gesprekken met dezelfde fysicus gecombineerd tot één enkel gesprek. Als dat nodig was, heb ik de chronologische volgorde van een paar scènes aangepast om de fysica op een logische, zinvolle manier te kunnen weergeven. Zeventien jaar lang heb ik

langs een bochtige kronkelweg gezworven terwijl ik probeerde een diepgaand begrip van de fysica en de aard van de werkelijkheid te vergaren; ik dacht, ik probeer wat ik heb geleerd in een iets eenvoudiger boek aan anderen door te geven. Natuurlijk had ik alles ook helemaal letterlijk kunnen vertellen, maar dan zouden er veel te veel scènes zijn geweest van mij terwijl ik naar slechte televisieprogramma's zat te kijken of rustig zat te lezen of uren achtereen lag te slapen. Bovendien zou het veel meer dan zeventien jaar hebben gekost om het allemaal op te schrijven en jij zou veel meer dan zeventien jaar nodig hebben gehad om het te lezen, en ik denk dat we het uiteindelijk met elkaar eens zouden zijn geweest dat dat waarschijnlijk niet de beste keus was geweest. De logicus Kurt Gödel heeft aangetoond dat elke vorm van zelfverwijzing wordt geteisterd door onzekerheid, en daar kan ik geen beter voorbeeld van verzinnen dan een persoonlijke vertelling. Toch heb ik mijn best gedaan om een boek te schrijven dat in mijn oren volkomen oprecht klinkt. We zijn tenslotte toch altijd op zoek naar de ultieme werkelijkheid.

1

Het

ultieme-

werkelijkheids-

feestje

partycrashen

14 Het is moeilijk om te bepalen waar ik moet beginnen. Wat telt eigenlijk als begin? Ik zou kunnen zeggen dat mijn verhaal begint in een Chinees restaurant, rond 1995, toen mijn vader mij een vraag stelde over niets. Maar waarschijnlijk begint het ongeveer 14 miljard jaar geleden, toen naar men aanneemt het zogeheten universum ontstond, gloeiend en vol van bestaan. Maar aan de andere kant, ik ben langzaamaan gaan vermoeden dat dat verhaal, het verhaal van het universum, eigenlijk nu pas begint. Ik besef hoe gek dat moet klinken. Nou, het wordt nog gekker.

Wat mijn verhaal betreft, zou ik kunnen zeggen dat dat begint op de dag dat ik een leugentje verkocht en zei dat ik journalist was. Niet dat ik toen wist dat dat een begin was. Ik kon ook op geen enkele manier weten hoe verstrekkend de gevolgen zouden zijn. Dat ik al gauw in het gezelschap zou verkeren van de briljantste fysici ter wereld. Dat een klein bedriegerijtje zou veranderen in een hele carrière. Ik had nooit kunnen raden dat ik e-mails zou krijgen van Stephen Hawking, zou lunchen met Nobelprijswinnaars, en een man met een panama hoed zou stalken. Ik heb me nooit één se-

conde voorgesteld dat ik met mijn vader door de woestijn naar Los Alamos zou rijden, of gebogen zou zitten over kwetsbare manuscripten op zoek naar aanwijzingen voor de oplossing van een kosmisch raadsel. Als ik er al over had nagedacht, dan had ik niet kunnen voorzien dat één klein leugentje, één impulsieve beslissing om ergens naartoe te gaan waar ik niet thuishoorde, een jacht op de ultieme werkelijkheid zou inluiden, die al het andere naar de achtergrond dringt.

Maar het vreemdste is nog wel dat ik nu niet meer geloof dat een van deze dingen het begin was. Want na alles wat er is gebeurd, na alles wat ik heb geleerd, besef ik nu dat dit verhaal met jou begint. Met jou terwijl jij een boek openslaat, de rug zachtjes hoort kraken, een blad fluisterzacht hoort omslaan. Begrijp me niet verkeerd – ik zou het heerlijk vinden om te zeggen dat dit mijn verhaal is. Mijn heelal. Mijn boek. Maar na alles wat ik heb meegemaakt, weet ik behoorlijk zeker dat het van jou is.

15

Ik werkte bij een tijdschrift toen de leugen ontstond. Dat was tenminste de bedoeling, dat ik ‘werkte’ bij een ‘tijdschrift’. In werkelijkheid zat ik enveloppen te vullen in een stoffig tweekamerflatje van ene Rick. De bedoeling was dat ik werkte voor het tijdschrift *Manhattan*. De werkelijkheid was dat ik werkte voor *Manhattan Bride*.

Manhattan bracht verslag uit over het rijkeluisliefdadigheids-circuit van New York, maar het blad was zieltogend toen ik daar kwam en werd niet lang daarna ten grave gedragen.* Ricks pas gelanceerde glossy bruidsblad was echter springlevend. Dus ook al bracht ik de meeste dagen door met het afhandelen van telefoontjes van bloemisten en banketbakkers en één lange middag chagrijnig in een onfatsoenlijk opbollende trouwjapon, ik bleef tegen mensen zeggen dat ik bij het tijdschrift *Manhattan* werkte. Dat klonk beter.

* Er is sindsdien een nieuw *Manhattan Magazine* gekomen, maar dat heeft niets met Rick te maken.

Ik zat daar op mijn werk, mij afvragend of ik mezelf met de elastiekjesbal weer terug naar Brooklyn kon schieten, toen ik het artikel in *The New York Times* zag. John Archibald Wheeler, de voorzitter van de theoretische natuurkunde, *poet laureate* van het bestaan, was net negentig geworden en fysici uit de hele wereld waren op weg naar Princeton om dat te vieren. ‘Dit weekend,’ aldus het artikel, ‘liggen de Echt Grote Vragen waar dr. Wheeler zo dol op is op tafel, wanneer prominente wetenschappers ter ere van hem hier in een congrescentrum bijeenkomen voor een symposium dat luistert naar de bescheiden naam “Science and Ultimate Reality”, wetenschap en ultieme werkelijkheid.’

Toevallig had ik één speciale, brandende Echt Grote Vraag voor Wheeler. Was ik maar een prominente wetenschapper, dacht ik, wegzakkend in mijn stoel. Ik staarde afwezig naar een oude *Manhattan*-cover aan de muur.

En toen wist ik het ineens.

16 Ik wachtte tot Rick ging lunchen, pakte toen de telefoon, belde de mensen die de publiciteit voor het congres deden en zei met mijn professioneelste stem dat ik een journalist van het tijdschrift *Manhattan* was en graag over het congres wilde schrijven. ‘O, maar natuurlijk, u bent van harte welkom,’ zeiden ze.

‘Geweldig,’ zei ik. ‘Noteer me dan maar met nog iemand erbij.’

Ik wist wel zeker dat deze vriendelijke pr-mensen nog nooit van het tijdschrift *Manhattan* hadden gehoord. De meeste mensen in New York hadden nog nooit van een blad met die naam gehoord, laat staan mensen van elders in de wereld, maar als ik tegen mensen zei dat ik bij het tijdschrift *Manhattan* werkte, zeiden ze altijd: ‘O ja, natuurlijk!’ ‘Manhattan Magazine’ is gewoon een naam waarvan iedereen denkt dat hij hem kent. Alleen is dat niet zo. En dat, besepte ik, was mijn vrijkaartje voor ‘Science and Ultimate Reality’.

Ik wist ook net zo zeker dat diezelfde pr-mensen aannamen dat mijn ‘nog iemand erbij’ een collega-journalist zou zijn of een fotograaf die de foto’s zou schieten terwijl ik mijn grote verhaal tot

stand bracht. Ik pakte de telefoon en belde mijn vader: ‘Maak je agenda voor dit weekend leeg. We gaan naar Princeton.’

Mijn plotselinge drang om onuitgenodigd met mijn vader bij een natuurkundecongres binnen te komen vond zijn oorsprong in een gesprek zeven jaar eerder.

Ik was toen vijftien en mijn vader had me meegenomen naar ons favoriete Chinese restaurant, vlak bij waar we woonden in een westelijke buitenwijk van Philadelphia. Meestal gingen we daar met mijn moeder en oudere broer eten, maar die keer waren mijn vader en ik alleen. Ik zat met een eetstokje een cashewnoot mijn bord rond te schuiven, toen hij aandachtig naar me keek en vroeg: ‘Hoe zou jij “niets” definiëren?’

Dat was een rare vraag voor aan tafel, absoluut, maar niet helemaal vreemd voor mijn vader, die, dankzij zijn dagen als intellectuele hippie-boeddhist in de jaren zestig wel vaker met zenkoan-achtige vragen aan kwam zetten.

Die kant van hem had ik ontdekt op de dag dat ik het jaarboek van zijn universiteit zag liggen. Ik bladerde er wat doorheen en ontdekte een foto van mijn vader die met ontbloot bovenlijf in lotushouding Alan Watts’ *This is It* zat te lezen, een dolkomisch gezicht als je bedenkt dat hij in die tijd radioloog was aan de University of Pennsylvania, waar hij niet alleen elke dag een overhemd droeg, maar vaak ook nog een fraaie bijpassende das. Hij had naam gemaakt door een verklaring te leveren hoe een hele reeks longziekten wordt veroorzaakt door één enkele schimmelsoort, en door zijn uitvinding van de wegwerptepelmarker, een soort plakkertje voor op iemands tepels als er een röntgenfoto van de borst moet worden gemaakt, zodat de radioloog de schaduw van de tepels niet per ongeluk aanziet voor een tumor. Maar achter al die schimmels en tepels zat die hippe kerel in lotushouding verborgen, wachtend op een gelegenheid om zijn mond open te kunnen doen. En als hij dat deed, bood hij onwaarschijnlijke brokjes ouderlijke begeleiding, zoals: ‘Ik moet je iets vertellen over de werkelijkheid. Ik weet wel

dat het net is alsof jij bestaat en verder de rest van de wereld buiten jou ook. Je voelt die scheiding tussen jezelf en de rest, maar dat is allemaal een illusie. Binnen, buiten – het is allemaal een en hetzelfde.’ Als dogmatisch sceptische puber had ik mijn eigen zenachtige manier van doen om me af te schermen als volwassenen me advies wilden geven, maar als het om mijn vader ging, luisterde ik wel – misschien omdat het, als hij sprak, minder klonk als een autoritair bevel en meer als het opbiechten van een geheim. *Het is allemaal een illusie*. Nu praatte hij met diezelfde rustige gedreven toon, terwijl hij zich naar me toe boog zodat de andere eters niet mee konden luisteren en vroeg hoe ik ‘niets’ zou definiëren.

18

Ik vroeg me af of hij me die vraag stelde omdat hij dacht dat ik er misschien de een of andere nihilistische karaktertrek op na hield. Ik was een beschouwend doch rusteloos kind, het soort waarvan ouders zeggen dat het ‘een moeilijk kind’ is. In werkelijkheid denk ik dat ik me gewoon verveelde en niet geschikt was voor het leven in een buitenwijk. Ik was een schrijfster in spe, had Jack Kerouac gelezen en wilde niets liever dan ‘on the road’ zijn. En om het allemaal nog erger te maken, had ik de filosofie ontdekt. Als je vijftien bent, telt verveling plus suburbia plus existentialisme op tot rottigheid. Ik kon me niet voorstellen dat Sisyphus blij was, en eerlijk gezegd had ik er ook geen zin in om daar een poging toe te wagen. Kurt Cobain had zichzelf geofferd en ik geloofde niet in wiskunde. Ik had ergens gelezen dat er tussen de getallen 1 en 2 een oneindige hoeveelheid getallen zit, en ik vroeg me alleen maar af hoe je dan ooit bij 2 terechtkomt. Mijn moeder, lerares wiskunde, probeerde me in huiselijke kring heldhaftig wat extra meetkunde bij te brengen, maar ik weigerde dat uit principe. ‘Ik vind die vlakken wel een keer, hoor,’ zei ik dan, ‘leg jij me eerst maar eens uit hoe je bij 2 komt.’ Zij hief dan in wanhoop haar handen ten hemel en stormde de kamer uit, waarbij ze mij als principeel dienstweigeraar voor het vak liet zakken. Het was waar Zeno ook mee zat, weet ik als ik er nu op terugkijk, maar dat heeft niemand me destijds verteld.

‘Hoe ik niets zou definiëren? Ik denk als de afwezigheid van iets. De afwezigheid van alles. Hoezo?’

‘Ik denk daar al jaren over na, over de vraag hoe je iets kunt krijgen uit niets. Het leek gewoon zo onmogelijk, maar toen bedacht ik dat we waarschijnlijk op de verkeerde manier over niets nadachten. En toen was ik laatst bij de garage en wachtte daar tot de auto klaar was, en toen wist ik het ineens! Eindelijk snapte ik het.’

‘Je snapte niets?’

Hij knikte opgewonden. ‘Ik dacht, als je nou eens een toestand had die oneindig, onbegrensd en overal precies hetzelfde is.’

Ik haalde mijn schouders op. ‘Dat zal dan wel niets zijn?’

‘Juist! Denk daar maar eens over na: een “ding” wordt gedefinieerd door zijn grenzen. Door wat het onderscheidt van iets anders. Zo komt het dat je, als je iets tekent, alleen maar de omtrek hoeft te tekenen. De randen ervan. De randen definiëren het “ding”. Maar als je een volledig homogene toestand hebt zonder randen en als die toestand oneindig is, en er dus niets is waarvan je hem kunt onderscheiden, dan zou die toestand geen “dingen” bevatten. Hij zou niets zijn!’

Ik lepelde nog wat rijst op mijn bord. ‘Oké...’

Mijn vader ging door, steeds opgewondener. ‘De mensen denken meestal dat ze om bij niets te komen alles moeten verwijderen. Maar als niets is gedefinieerd als een oneindige, onbegrensde homogene toestand, hoef je niets te verwijderen om er te komen; dan hoef je alleen maar alles in een bepaalde configuratie te zetten. Denk er eens op deze manier over. Je pakt een blender, neemt die mee naar de wereld, mengt alle voorwerpen tot moes, alle tafels en stoelen en gelukskoekjes hier in deze tent. Je mixt het allemaal door elkaar totdat alles alleen nog maar atomen is en dan ga je met de atomen door totdat er helemaal geen structuur meer over is, totdat alles in het heelal er precies hetzelfde uitziet en die volkomen ongedifferentieerde materie oneindig zonder grenzen wordt uitgespreid. Alles is dan verdwenen in gelijkheid. Alles

wordt niets. Maar in zekere zin is het nog steeds alles, want alles waarmee je bent begonnen, zit er nog steeds in. Niets is gewoon alles in een andere configuratie.’

‘Oké, dat is wel te gek,’ zei ik. “Iets” en “niets” zijn niet echt elkaars tegendeel, maar gewoon verschillende patronen van hetzelfde.’

‘Juist!’ Mijn vader straalde. ‘En als dat klopt, dan is het veel waarschijnlijker dat je iets uit niets kunt krijgen. Omdat in zekere zin het iets er altijd is. Het is net zoiets als wanneer je op het strand een zandkasteel bouwt en het dan weer sloopst: waar blijft het kasteel? De “dingheid” van het kasteel was gedefinieerd door de vorm ervan, door de grenzen die het kasteel onderscheidde van de rest van het strand. Als je het sloopst, verdwijnt het kasteel weer terug in de homogeniteit van het strand. Het kasteel en het strand, het iets en het niets, zijn alleen maar twee verschillende patronen.’

20 Het idee begon me aan te spreken. In mijn existentialistische overpeinzingen had ik weleens nagedacht over niets, niet het soort transcendente niets als een vorm van één-zijn waar mijn vader zich toe aangetrokken voelde, maar de heideggeriaanse variant, doorgelicht met onverschilligheid en angst. Een niets dat een afwezigheid is, niet alleen de afwezigheid van materie, maar ook van betekenis, een onmetelijk grote en ondoordringbare duisternis, net zoals de leegte die ik ’s avonds altijd achter mijn oogleden aantrof. Dat was een concept dat makkelijk plaatsmaakte voor draaierigheid – afwezigheid, een woord dat een paradox was alleen al omdat het bestond. Alleen al door zijn naam was het een ding, en toch was het geen ding, en op de een of andere manier was het nou net het ding dat de wereld definieert. Voor zover er iets is wat bestaat, bestaat het als het tegendeel van niets, maar niets is een zelfstandig naamwoord tot zelfdestructie gedoemd, een idee dat zijn eigen ontkenning in zich besloten heeft, niet alleen in evenwicht gehouden als de begrenzing van de werkelijkheid, maar ook van kennis en taal. Heidegger zegt dat de vraag ‘Wat is niets?’ de allerfunda-

menteelste filosofische vraag is, en toch, schrijft Henning Genz, 'heeft niemand ons ooit een antwoord gegeven op wat precies niets definieert, behalve dan door het simpelweg te karakteriseren met ontkenningen'. En wat mijn vader probeerde te doen, was nu juist niets niet definiëren in termen van wat het niet is, maar van wat het wél is: een toestand van oneindige, onbegrensde homogeniteit.

'Leuk,' zei ik.

Hij glimlachte.

En toen gebeurde er dit.

Mijn vader keek naar mij, zijn vijftienjarige dochter, en vroeg in alle ernst: 'Denk je dat dat zou kunnen verklaren hoe het heelal is begonnen?'

Ik deed mijn mond open om iets te zeggen, aarzelde even, met mijn mond nog open, zoekend naar de juiste woorden – welke dat ook mochten zijn – om mijn stijgende bezorgdheid om zijn geestelijke gezondheid over te brengen. Had hij aan de hasj gezeten die ik onder mijn matras verstopt hield? 'Je vraagt me hoe het heelal is begonnen?'

21

'Nou, vóór het heelal was er niets. Dus om een heelal te krijgen moet niets iets worden. Jarenlang heb ik gedacht dat dat twee verschillende toestanden moeten zijn van hetzelfde ding dat daarachter ligt, dezelfde erachter liggende werkelijkheid – anders kun je onmogelijk het een omzetten in het ander. Maar hoe zou niets een toestand van iets kunnen zijn? En nu beseft ik dat het een toestand is van oneindige, onbegrensde homogeniteit. Als je dat als uitgangspunt neemt, wordt het probleem van de oorsprong van het heelal iets denkbaars, dat in elk geval. Te hanteren, misschien.'

Ik kon met hem meegaan toen ik dacht dat we gewoon een filosofisch semantiekspelletje zaten te spelen, maar nu kwam hij met het heelal aanzetten!

'Is dat niet, zeg maar, natuurkunde?' vroeg ik.

Hij knikte.

'Ik héb niet eens natuurkunde. Ik heb natuurkunde laten vallen en meteorologie genomen, met de andere leerlingen die niet zo

goed mee kunnen komen. En ik kan je niet eens zeggen hoe een orkaan ontstaat, want ik zit tijdens de les te slapen.'

Hij wenkte de serveerster om te betalen. 'Nou, ik denk dat we het eens uit moeten zoeken.'

Dat we het eens uit moeten zoeken. Het was niet wat een ouder normaal gesproken tegen een kind zegt. Het was wat een mens tegen een andere mens zegt. Ik raakte geboeid. De hele kwestie klonk idioot, maar idioot was oneindig veel beter dan vervelend. Bovendien, als ik één ding wist, dan was dat wel dat mijn vader briljant is. Iedereen wist dat mijn vader briljant is. Hij verbloemde dat met zijn zachtaardige uiterlijk en sullige gevoel voor humor. Niemand zou het je kwalijk nemen als je zijn briljantheid niet meteen zag, omdat hij altijd verkeerde afslagen neemt, midden in een zin afdwaalt of, zoals de familielegende wil, zijn broek vergeet. Maar vlak achter dat beleefde, verstrooide gedrag ligt een doortastende, creatieve, analytische geest verborgen, en wie ook maar een paar minuten met hem had gepraat, ging weg in de wetenschap dat hij net een heel bijzondere man had ontmoet. Als je één persoon moest kiezen die met zijn idiote ideeën jou van een gevaarlijke rotspunt zou halen, dan was dat mijn vader. Ik glimlachte, voor mijn gevoel voor het eerst sinds vele jaren.

'Oké. Hoe?'

Hij haalde zijn schouders op. 'We doen een onderzoekje.'

We begonnen dus te lezen. Als er ergens een boek over natuurkunde of kosmologie was, zaten wij er met onze neus in. We lazen over de oerknal, inflatie, relativiteit, kwantumtheorie, vorming van sterrenstelsels, deeltjesfysica, thermodynamica, extra ruimtelijke dimensies, zwarte gaten, kosmische achtergrondstraling. We bespraken de gedachten tot 's avonds laat, totdat mijn moeder riep dat we naar bed moesten. Elk stukje vergaarde kennis riep honderd nieuwe vragen op, en het lezen werd een eindeloze speurtocht. We werkten enorme stapels boeken door in een koortsachtige poging om alles te weten te komen van wat er bekend is over

hoe het heelal is begonnen, hoe er iets is ontstaan uit niets. Het werd onze eigen geheime wereld. Al gauw moesten we een hele kamer inrichten alleen voor de natuurkundeboeken. Gelukkig was er een logeerkamer, een klein kamertje dat ik eens in de fik had gestoken bij een raar ongelukje met zo'n verjaardagskaars die vanzelf steeds weer aangaat. We ruimden de as op, verfden de muren en maakten planken. In een exponentiële vermenigvuldiging klommen de boeken tegen de wanden naar het plafond omhoog en bedekten ten slotte ook de vloer.

Mijn vader had me ervan overtuigd dat het niets vóór het heelal een toestand was van oneindige, onbegrensde homogeniteit, een kenmerkloos, uniform gelijk-zijn dat duurde tot in de eeuwigheid. Of in elk geval totdat het heelal werd geboren. Wat natuurlijk de hamvraag opwierp: waarom zou het niets ooit veranderen? Hoe kon iets wat wordt gedefinieerd door niet-aflatend gelijk-zijn ooit iets anders worden? Waarom zou er überhaupt ooit iets, zoals een heelal, tot stand komen?

23

Het was een gekmakend dilemma. Aan de ene kant leek een antwoord, door de suggestie dat iets en niets alleen maar verschillende configuraties van hetzelfde zijn, in principe mogelijk. Aan de andere kant leek de perfecte uniformiteit van de homogene toestand de mogelijkheid van verandering helemaal uit te sluiten.

Hoe meer we erover spraken, hoe meer het me irriteerde steeds de woorden 'oneindige, onbegrensde homogene toestand' te moeten herhalen. Ik probeerde er gewoon naar te verwijzen met 'niets', maar de grammaticale ambiguïteit bracht ons onvermijdelijk in een soort filosofenversie van Abbott & Costello's 'Who's on First'. 'Echt, hoor,' zei ik tegen mijn vader, 'als ik nog één keer "homogene toestand" moet zeggen, maak ik mezelf van kant met een natuurkundeboek.'

'Dan verzinnen we een korter woord,' zei mijn vader. 'Wat dacht je van gewoon H-toestand?'

Ik dacht er even over na. 'H-toestand. Daar kan ik mee leven.'

Om uit te zoeken waarom de H-toestand ooit zou veranderen,

moesten we weten waarom kosmologen geloven dat de oerknal heeft plaatsgevonden. Hoe zag het natuurkundige proces er precies uit waardoor een heel heelal plotseling in één klap uit het niets kon ontstaan?

In de groeiende stapels boeken vonden we intrigerende suggesties, maar geen antwoorden. Het probleem was dat de kosmologie niet met niets was begonnen. De kosmologie was begonnen met alles – met een uitdijend heelal vol materie en straling – en werkte van daar terug naar het begin: de klok 14 miljard jaar achteruit en dan kijken terwijl het heelal samentrekt, sterrenstelsels steeds dichter op elkaar samendrommen totdat het hele waarneembare heelal één enkel punt beslaat, de oorsprong van waaruit iets relatief groots vermoedelijk een knal gaf, een oneindig heet, oneindig dicht, oneindig verstrengeld kosmisch zaadje. Een singulariteit.

24 Ik wilde me een singulariteit het liefst voorstellen als klein, maar dat is een beginnersfout, zoals mijn vader en ik snel ontdekten. Het lijkt alleen maar klein, omdat je je het voorstelt als een punt in de ruimte, alsof je er van buitenaf naar kijkt. Maar de singulariteit heeft geen buitenkant. Het is geen punt in de ruimte, want het is de ruimte. Het is het heelal, het is alles. We zitten in de punt. Bovendien, een punt is niet klein, een punt heeft geen grootte. Dat had ik wel bij meetkunde geleerd, ondanks mijn tegenstribbelingen. Je kunt aan een punt net zo goed denken als oneindig groot. *De oerknal is overal gebeurd*, krabbelde ik in mijn opschrijfboekje. *Zelfs in de buitenwijken*.

Als je de kosmische evolutie van achteren naar voren afspeelt, zie je alles in niets veranderen in de singulariteit. Daarin lijkt het antwoord verborgen te liggen op de vraag waarom de H -toestand zou veranderen. Dat antwoord zat goed verstopt. Het hele uitdijende heelal wordt beschreven door de vergelijkingen van de algemene relativiteitstheorie, Einsteins theorie van ruimte en tijd en zwaartekracht, maar de singulariteit is dan de enige plaats waar die vergelijkingen niet gelden. Als de algemene relativiteitstheorie een landkaart levert van het heelal, is de singulariteit de enige

plaats waarvan de cartografen niet weten hoe ze hem moeten tekenen. *Hier wonen de draken.*

Kwantumdraken, hoogstwaarschijnlijk. De singulariteit suggereert dat de algemene relativiteitstheorie op enig moment zou wijken voor een fundamenteelere theorie, maar fysici wisten dat al. Einsteins theorie was niet te verenigen met de kwantummechanica, de theorie die het gedrag van materie op uiterst kleine schaal beschrijft. In hun dagelijks leven konden fysici het probleem negeren door de twee theorieën gescheiden van elkaar te houden: ze gebruikten de algemene relativiteitstheorie om te beschrijven hoe grote dingen als planeten en sterrenstelsels de ruimtetijd vervormen, en de kwantummechanica om het vreemde dobbelspel te beschrijven van subatomaire deeltjes. Maar uiteindelijk kun je de scheiding niet volhouden. Ruimtetijd en materie praten de hele tijd met elkaar. Zoals Wheeler zei: 'De materie zegt tegen de ruimte hoe die zich moet krommen. De ruimte zegt tegen de materie hoe die moet bewegen.' Hoe nuttig het ook geweest mag zijn om te doen alsof het anders is, de twee theorieën beschrijven een en hetzelfde universum. Een van beide moet wijken.

25

De singulariteit op de kosmische landkaart is niet een ding, maar een boodschap: de ruimtetijd, in elk geval zoals Einstein die voor zich zag, kan niet de onderste laag van de werkelijkheid zijn. Er ligt nog iets onder, iets fundamentelers, waaruit de ruimtetijd zoals we die kennen tevoorschijn komt, iets wat alleen kan worden onthuld door een theorie die de algemene relativiteitstheorie met de kwantummechanica verenigt: een theorie van kwantumgravitatie.

Kwantumgravitatie nodig om singulariteiten te begrijpen, schreef ik in mijn opschrijfboekje. *Om niets te begrijpen*. Het was eigenlijk wel grappig, vond ik. Je had de theorie van alles nodig voordat je een theorie van niets kon hebben.

Plotseling begon ik te beseffen dat, als singulariteiten niets anders deden dan plaatsen vrijhouden op de landkaart, ook de oerknal alleen maar een plaats vrijhield. Het was een belangrijke

theorie en er waren sterke aanwijzingen voor, maar het was niet het hele verhaal. Dat kon niet.

Dus lazen we verder. Uiteindelijk kwamen we een paar artikelen tegen van John Wheeler. Ik was onmiddellijk weg van zijn schrijfstijl: die was heel anders dan in andere natuurkundige stukken die ik had gezien. Het leek meer op poëzie: intellectueel gewaagd en provocatief, vol eigenaardige maar sterke zinswendingen. Wheeler benadrukte dat de ruimtetijd niet het ultieme ingrediënt van de werkelijkheid kan zijn, omdat de kwantummechanica en de algemene relativiteitstheorie op het hoogste punt van oplossing ervan samenspannen om het te vernietigen, de geometrie ervan te verwringen totdat het geen geometrie meer is. En in een bizarre gedachtekronkel vermoedde hij dat het misschien niet mogelijk is om te begrijpen hoe de oerknal heeft plaatsgevonden – hoe het niets was veranderd in iets – zonder de rol van de waarnemer erbij te betrekken. ‘Kan men slechts hopen op een dag “genesis” te zullen begrijpen via een behoorlijke evaluatie van de rol van de “waarnemer”?’ schreef hij. ‘Is de architectuur van het bestaan zodanig dat het heelal alleen maar via “waarnemerschap” tot stand kan komen?’ Het idee klonk volslagen idioot, maar ik wist dat Wheeler werd beschouwd als een genie, op gelijk niveau met enkele van de grootste fysici aller tijden. Er moest wel iets in zitten. Toch kwamen we niet door de meest voor de hand liggende vraag heen: als waarnemers noodzakelijke ingrediënten zijn voor het bestaan, waar komen de waarnemers dan vandaan? Ik voelde er veel voor de gedachte van me af te zetten als kansloos, maar het idee was zo vreemd dat ik het niet helemaal uit mijn hoofd kon zetten. *Wheeler zegt dat waarnemers een rol spelen bij de oerknal*, schreef ik in mijn opschriftboekje. *Uitzoeken wat dat in hemelsnaam kan betekenen*.

Uiteindelijk leek met mijn vrienden en vriendinnen uitgaan en feestvieren minder spannend dan me met mijn vader in het universum wagen. Als ik ’s avonds wel uitging, kwam ik om drie uur thuis en trof mijn vader dan nog wakker aan terwijl hij zat te le-

zen, en dan zaten we tot aan het ochtendgloren aan de keukentafel cornflakes te snoepen en te praten over natuurkunde.

Ik genoot van elke minuut – wat vreemd was als je bedenkt dat ik nooit veel interesse voor de exacte wetenschappen had gehad. Sterker nog, als ik er echt goed over nadacht, waren er maar twee momenten geweest waarop ik ooit enige belangstelling voor de bètawetenschappen had getoond. Het eerste was toen ik zeven jaar was. Ik had van iemand een reeks kinderboeken over wetenschap gekregen, maar ik was alleen maar geïnteresseerd in één daarvan, het boek over lucht. Maandenlang sjouwde ik het overal mee naartoe, geboeid door het idee dat iets wat eruitzag als niets in wezen iets was – iets ingewikkelds en van essentieel belang. Het tweede moment was bij scheikunde in de vierde klas. Mijn leraar, meneer McAfoos, was een van die zeldzame highschoolleraren die het voor elkaar kregen om gedreven en toch relaxed te zijn – zelfs zijn meest cynische leerling, namelijk ik, vond zijn enthousiasme draaglijk. Op de dag dat hij ons vertelde over de structuur van atomen, sprong hij boven op zijn tafel en deed ter illustratie van het dynamische energieniveau van elektronen een dansje, een draaiende beweging die een klein beetje afnam als het elektron tot een luier niveau afdaalde. Maar het deel van de les dat vooral mijn aandacht trok, was toen hij opmerkte dat meer dan 99 procent van het atoom alleen maar lege ruimte is. Niet leeg als lucht, die is samengesteld uit atomen, maar leeg als helemaal niets. ‘Deze tafel,’ zei hij tegen ons, grijnzend en met zijn vuist op het hout bonzend om de nadruk te leggen op de bedrieglijke stevigheid ervan, ‘bestaat grotendeels uit niets.’ Wekenlang kreeg ik dat niet uit mijn hoofd. Ik was verbaasd over de gedachte dat wat eruitzag als iets, grotendeels niets was. Dat er achter de wereld nog een wereld was – achter het nauwelijks zichtbare iets wat nog onzichtbaarder was.

Er was iets in niets dat tot mijn verbeelding sprak, misschien wel omdat het het minst waarschijnlijke was om je verbeelding mee aan het werk te zetten, net zoals ‘het gewoonste ding in de

wereld' per definitie buitengewoon zou zijn. Wat vreemd om te ontdekken dat niets ook tot mijn vaders verbeelding had gesproken. Dat al die keren dat ik opkeek en hem in gedachten zag, hij waarschijnlijk diep zat na te denken over niets.

Maar los van die twee gevallen had ik nooit veel om de natuurwetenschap gegeven; vóór mijn kosmische avonturen met mijn vader had ik namelijk geen idee wat dat was. Dat vertellen ze je nooit. Je zit in een klaslokaal en de leraar begint feiten jouw kant uit te slingeren en jij wordt geacht ze uit je hoofd te leren en weer op te lepelen, en je hebt geen idee waarom. Ze presenteren de hele zaak alsof het allemaal een voldongen feit is, een heel lijstje dingen die met elkaar een soort handleiding voor de natuur vormen. Maar de handleiding is nog niet geschreven. Einstein zegt: 'Deze enorme wereld staat voor ons als een geweldig eeuwig raadsel.' Waarom had nooit een leraar me dat kunnen vertellen? 'Moet je luisteren,' hadden ze kunnen zeggen. 'Geen mens heeft enig idee hoe het in elkaar zit. We ontwaken in deze wereld en we weten niet waarom we hier zijn en hoe alles werkt. Ik bedoel, kijk om je heen. Kijk hoe bizar het allemaal is! Wat is dat allemaal in vredesnaam? De werkelijkheid is een kolossaal mysterie, en jij moet kiezen. Je kunt ervan wegllopen, je kunt jezelf geruststellen met sprookjes, je kunt net doen alsof alles normaal is, óf je kunt dat mysterie recht in de ogen kijken en proberen er een oplossing voor te vinden. Mocht je een van de dapperen zijn die het laatste kiezen, welkom bij de natuurwetenschappen. Deze wetenschap is de zoektocht naar de oplossing van het eeuwige raadsel. Het is nog niet gelukt, maar we hebben wel al een paar behoorlijk gave aanwijzingen aan het licht gebracht. Het doel van dit vak is dat jij leert welke aanwijzingen we al hebben, zodat je van daaruit de wereld in kunt trekken om er meer te vinden. En wie weet, misschien ben jij dan ooit wel degene die het raadsel oplost.' Als ik maar één leraar had gehad die dat had gezegd, dan zou ik geen meteorologie hebben gekozen.

Gelukkig had mijn vader me toegelaten tot het geheim van de natuurwetenschappen. Dus terwijl mijn leraren er op school voor

zorgden dat ik me voelde als alweer zo'n oninteressant kind, ging ik 's avonds naar huis naar een verborgen wereld waarin ik was uitverkoren om mee te gaan op de ultieme zoektocht, een zoektocht waar intensieve scholing voor nodig was, een waarbij er niets minder dan het universum zelf op het spel stond.

'Later, ooit, als we het antwoord vinden op het universum, moeten we ons eigen boek schrijven,' zei mijn vader op een avond toen we stapels nieuw verworven kosmologieboeken zaten uit te kammen. 'We zitten al deze boeken te lezen op zoek naar antwoorden, maar misschien is het boek dat we zoeken nog niet geschreven. Misschien moeten we het zelf schrijven.'

'Een natuurkundeboek?'

'Je wilde toch altijd al schrijver worden?' zei hij.

'Eh... ja,' zei ik, 'maar dan van poëzie en korte verhalen.'

'Wat kan er nou poëtischer zijn dan het antwoord op het universum?'

En ik moest een beetje lachen bij het vooruitzicht. Ik wist niet zeker of mijn vader echt geloofde dat we op een dag het antwoord op het universum zouden vinden, maar zijn optimisme was aanstekelijk. Nog maar zo kort geleden was mijn hele wereld doordrenkt van onbeduidendheid en apathie. En nu was elk atoom in het universum een mysterie, elk woord een aanwijzing. In één ogenblik had mijn vader mijn wereld veranderd in een schatgraverij, en alsof dat nog niet genoeg was, had hij nu de aap uit de mouw gelaten: we zouden de schatkaart voor onszelf moeten tekenen.

'Als we ons boek schrijven, doe ik deze allemaal weg,' zei hij met een zwiepende armbeweging naar de honderden boeken in de kamer, 'en zet ik het onze ervoor in de plaats, en dan hebben we een hele bibliotheek alleen voor één enkel boek.'

Door de intellectuele opwinding die ik voelde terwijl ik me met mijn vader in de fysica verdiepte, werd de middelbare school daarnaast des te geestdodender. Ik vond het daar zo vervelend

dat ik genoeg studiepunten vergaarde om een jaar eerder mijn diploma te halen. Mijn grote plan was naar New York verhuizen en schrijver worden, en daarnaast door te gaan met op de werkelijkheid te jagen, samen met mijn vader. Ik schreef me in op de New School, gegrepen door hun alternatieve programma van alfavakken waarvoor je geen wiskunde nodig had. Mijn moeder, die bijzonder had genoten van een tour langs weidse, groene campussen in New England toen mijn broer enkele jaren eerder mogelijke universiteiten bezocht, wilde heel graag met me mee naar New York om een bezoek aan de New School te brengen. Voor de grootse campustour wurmden we ons in een klein liftje met een handjevol andere toekomstige studenten, die een kleurrijke collectie geverfd haar, tatoeages en piercings tentoonspreidden. De hele tour bestond uit vier zinnen mat gemompel van onze androgyne gids: 'Dit is de begane grond. Dit is de eerste verdieping. Dit is de tweede verdieping. Nog vragen?' Mijn moeder begon te huilen. Ik was verkocht.

30

Weer thuis was ik helemaal niet bezig met de diploma-uitreiking. Het eindexamen halen kwam op mij gewoon niet over als een prestatie die geweldig genoeg was om een polyester toga te rechtvaardigen. Toch gaven mijn ouders een feestje bij ons thuis. Midden in de feestelijkheden trok mijn vader me even opzij en gaf me een blauw mapje.

Terwijl iedereen in de kamer praatte en lachte, ging ik op de trap zitten en maakte het mapje open.

Je eerste jaren waren zo stil.

Wachtend, wachtend op de woorden.

Ik grinnikte. Hij had het gedicht geschreven in een soort beatstijl, een toespeling op mijn literaire smaak van dat moment, en het gaf een beschrijving van mijn kindertijd: het moment dat ik leerde lezen, de avond dat ik van huis was weggelopen, alle boeken en ideeën die maakten dat het leven de moeite waard leek.