



THOMAS
HERTOOG

**Het ontstaan
van de tijd**

Mijn reis met Stephen Hawking
voorbij de oerknal

Voor Nathalie

Inhoud

	Inleiding	8
1	— Een paradox	23
2	— Dag zonder gisteren	61
3	— Kosmogenese	103
4	— As en rook	139
5	— Verloren in het multiversum	171
6	— Geen vraag? Geen geschiedenis!	211
7	— Tijd zonder tijd	263
8	— Thuis in het universum	309
	Dankwoord	329
	Illustratieverantwoording	333
	Bibliografie	335
	Eindnoten	337
	Register	359

La question de l'origine cache l'origine de la question.

De vraag over de oorsprong verbergt de oorsprong van de vraag.

– François Jacqmin, *Être*

Inleiding

DE DEUR NAAR STEPHEN HAWKINGS WERKKAMER WAS OLIJFGROEN en hoewel die grensde aan de drukke kantine, hield Stephen hem graag op een kier. Ik klopte en liep naar binnen. Het voelde alsof ik naar een tijdloze wereld van contemplatie werd overgeheveld.

Ik trof Stephen stil achter zijn bureau, gericht naar de ingang. Zijn hoofd, dat voor hem te zwaar was om rechtop te houden, leunde tegen een steun die aan de rolstoel vastzat. Hij keek langzaam op en groette me met een brede glimlach, alsof hij al die tijd op me had zitten wachten. Zijn verpleegster bood me een stoel naast hem aan, en ik wierp een blik op de computer op zijn bureau. Een screensaver rolde voortdurend over het scherm: *To boldly go where Star Trek fears to tread.*

Het was half juni 1998 en we bevonden ons diep in het labyrint van DAMTP, het roemruchte departement voor toegepaste wiskunde en theoretische natuurkunde van Cambridge. DAMTP was gehuisvest in een krakend victoriaans gebouw, op de site van de Old Press, aan de oever van de rivier de Cam. Al bijna drie decennia was dit Stephens basiskamp, de plek waar zijn wetenschappelijke avonturen zich afspeelden. Hier had hij, aan zijn rolstoel gekluisterd en nauwelijks in staat een vinger op te heffen, een heroïsche poging gedaan de kosmos naar zijn hand te zetten.

Stephens collega Neil Turok had me verteld dat de professor me wilde spreken. Niet lang daarvoor waren het Turoks bezielde colleges in de befaamde masteropleiding in de hogere wiskunde van DAMTP die mijn belangstelling voor de kosmologie hadden aangewakkerd. Blijkbaar had Stephen er lucht van gekregen dat mijn examenresultaten uitstekend waren. Hij wilde zien of ik uit het goede hout gesneden was om bij hem als doctoraatsstudent aan de slag te gaan.

Stephens stoffige oude werkkamer, volgepropt met boeken en wetenschappelijke publicaties, voelde gezellig aan. Het had een hoog plafond en een groot venster dat hij, zoals ik later zou ontdekken, altijd openhield, ook als het vroom dat het kraakte. Aan de muur naast de deur hing een

foto van Marilyn Monroe en daaronder een gesigneerde foto van Stephen zelf die, op het holodek van het sterrenschip Enterprise een potje poker speelt met Newton en Einstein. Twee krijtborden vol wiskundige symbolen besloegen de muur rechts van ons. Op het ene bord was een berekening gekribbeld die te maken had met Neil en Stephens nieuwste theorie over de oorsprong van het heelal, maar de tekeningen en wiskundige formules op het tweede bord leken te dateren van begin jaren 1980. Zouden dit zijn laatste handgeschreven krabbels zijn?



Figuur 1. Dit krijtbord, vol met krabbels, tekeningen en formules, hing in Stephens werkkamer in de Universiteit van Cambridge als aandenken aan een conferentie over de supergravitatie die hij in juni 1980 in Cambridge had georganiseerd. Het bord is evenzeer een kunstwerk als een glimp in het abstracte universum van theoretische fysici. Onderaan, in het midden, met zijn rug naar ons toe, is Stephen getekend.¹

Een zacht geklik verbrak de stilte. Stephen had het woord genomen. De longontsteking die hij meer dan tien jaar geleden had opgelopen en de tracheotomie die daarop volgde, hadden hem van zijn natuurlijke stem beroofd. Sindsdien communiceerde hij met een zielloze computerstem. Dat was een traag en hakkelend proces. Stephen bundelde het laatste beetje kracht in zijn door atrofie geteisterde spieren om een lichte druk uit te oefenen op een klikapparaat, een soort van computermuis, dat zorgvuldig in de palm van zijn rechterhand was gelegd. Het scherm dat aan een stang van zijn rolstoel was bevestigd, lichtte op. Zo legde hij een virtuele levenslijn tussen zijn geest en de buitenwereld.

Stephen gebruikte een computerprogramma dat Equalizer heette, met een ingebouwde woordendatabase en een spraaksynthesizer. Hij leek instinctief door het elektronische woordenboek van Equalizer te bladeren, ritmisch op het apparaatje klikkend alsof het danste op zijn hersengolven. Een menu op het scherm toonde een aantal veelgebruikte woorden en de letters van het alfabet. De database van het programma bevatte daarnaast ook het jargon van de theoretische natuurkunde en het programma kon het volgende woord dat hij wilde kiezen voorspellen door in de onderste rij van het menu vijf opties te geven. Jammer genoeg was de woordkeuze gebaseerd op een rudimentair zoekalgoritme dat geen onderscheid wist te maken tussen gewone spreektaal en theoretische natuurkunde, soms met hilarische gevolgen, van ‘kosmische microgolfrisotto’ tot ‘extra seks-dimensies’.

‘Andrei beweert,’ verscheen op het scherm onder het menu. Ik bleef roerloos zitten, vol verwachting, en hoopte vurig dat ik zou begrijpen wat er op die twee woorden zou volgen. Enkele minuten later navigeerde Stephen de cursor naar het ‘spreek’-icoon in de linkerbovenhoek van het scherm en zei met zijn elektronische stem: ‘Andrei beweert dat er oneindig veel universums zijn. Dat is vergezocht.’

Daar was het – Stephens openingssalvo.

De Andrei over wie hij sprak, begreep ik, was de gevierde Amerikaans-Russische kosmoloog Andrei Linde, een van de grondleggers van de kosmologische inflatietheorie, die begin jaren 1980 was ontwikkeld. Als verfijning van de oerknaltheorie stelt deze theorie dat het heelal met een korte uitbarsting van supersnelle uitdijning – inflatie – was begonnen. Linde kwam later op de proppen met een extravagante uitbreiding van zijn theorie, waarin deze kosmische inflatie niet één, maar vele universums voortbracht.

Ik had altijd over het heelal gedacht als alles wat er is. Maar hoeveel is dat? Wat we gewoonlijk als ‘het universum’ beschouwen, zou in Lindes model slechts een splinter zijn van een ontzagwekkend veel groter ‘multiversum’. Hij stelde zich de kosmos voor als een enorm, uitdijend uitspannel van talloze verschillende universums, ver voorbij elkaars horizon gelegen, als eilanden in een reusachtige oceaan die alsmaar blijft uitdijen. Kosmologen konden zich maar beter schrap zetten. Stephen, de avontuurlijkste van allemaal, had er akte van genomen.

‘Waarom zou je je druk maken om andere universums?’ vroeg ik.

Stephens antwoord was raadselachtig. ‘Omdat het lijkt alsof het heelal speciaal ontworpen is,’ zei hij. En vervolgens, doorklikkend, ‘Wat maakt het heelal zo bijzonder levensvatbaar?’

Geen van mijn docenten had ooit in zulke metafysische bewoordingen over natuurkunde en kosmologie gesproken. ‘Is dat geen filosofische kwestie?’ probeerde ik.

‘De filosofie is dood,’ zei Stephen, met fonkelende ogen, klaar voor de strijd. Ik durfde de degens niet meteen te kruisen, maar kon de gedachte niet onderdrukken dat Stephen, voor iemand die de filosofie had afgewezen, er in zijn werk toch vrijmoedig – en creatief – gebruik van maakte.

STEPHEN HAD IETS MAGISCH, zoals hij bijna zonder enige beweging zoveel leven in ons gesprek blies. Hij straalde een magnetisch charisma uit dat ik zelden had gezien. Zijn brede glimlach en expressieve gezicht, warm en speels tegelijk, lieten zelfs zijn robotstem rijk en doorleefd klinken en trokken me mee in de kosmische mysteries waarover hij zich het hoofd brak.

Net als het Orakel van Delphi bezat hij de gave om veel te zeggen met weinig woorden. Het resultaat was een unieke manier van denken en spreken over natuurkunde, en zoals ik verder zal beschrijven, over wat in feite een totaal nieuwe natuurkunde zou worden. Maar die beknoptheid betekende ook dat een kleine klikfout, zoals het ontbreken van een enkel woord – het woord ‘niet’ bijvoorbeeld – vaak genoeg kon leiden tot frustratie en verwarring. Die middag had ik evenwel geen bezwaar om in verwarring te worden ondergedompeld. Ik was dankbaar dat de tijd die Stephen nodig had om door Equalizer te bladeren me de kans gaf om mijn antwoorden te overdenken.

Wanneer Stephen zei dat het heelal eruitziet alsof het ontworpen is, wist ik dat hij doelde op de buitengewone vaststelling dat er uit de chaotische oerknal een universum is voortgekomen waarin als bij wonder leven mogelijk is – zij het miljarden jaren later. Dit heel bijzondere gegeven plaagt denkers al eeuwen, omdat het voelt als doorgestoken kaart. Het lijkt wel alsof de geboorte van het leven en de geboorte van het universum met elkaar verweven zijn – alsof de kosmos allang wist dat hij op een dag ons huis zou zijn. Wat moeten we denken van deze raadselachtige schijn

van doelgerichtheid? Het is een van de grote vragen die mensen zich stellen over het heelal en Stephen koesterde de overtuiging dat de kosmologie in staat zou moeten zijn om deze knoop te ontwarren. Het vooruitzicht dan wel de hoop om het raadsel van de kosmische schepping op te lossen, vormden de drijfveer voor een substantieel deel van zijn werk.

Dit was op zich al buitengewoon. De meeste natuurkundigen houden zich liever op de vlakke over zulke moeilijke, ogenschijnlijk filosofische kwesties. Of ze geloven dat op een dag zal blijken dat de geraffineerde architectuur van het heelal voortvloeit uit een tot nu onbekend wiskundig principe, dat de kern vormt van een allesomvattende theorie. Als dat zo was, zou het schijnbare ontwerp van het heelal niet meer dan een gelukkig toeval zijn, een gelukkige samenloop van omstandigheden in een heelal dat in feite gehoorzaamt aan objectieve, onpersoonlijke natuurwetten.

Maar Stephen en Andrei waren geen doorsnee natuurkundigen. Zij voelden er niets voor om te gokken op de schoonheid van de abstracte wiskunde en vermoedden dat de geheimzinnige finetuning van het heelal die leven had voortgebracht, ons iets vertelde over een fundamenteel probleem in de wortels van de fysica. Ze stelden zich niet tevreden met het louter toepassen van de natuurwetten, maar pleitten voor een bredere kijk op de natuurkunde, een die de oorsprong van de wetten zelf bevroeg. Dit bracht hen ertoe de oerknal te bestuderen, want het was aannemelijk dat het ontwerp van het universum bij zijn geboorte moest zijn uitgerold.

Over die geboorte verschilden Stephen en Andrei grondig van mening. Andrei zag de kosmos als een gigantische, supersnel uitdijende ruimte waarin vele oerknallen voortdurend nieuwe universums voortbrengen, elk met hun eigen natuurkunde, alsof de natuurwetten niet veel meer waren dan ons plaatselijke, kosmische weer. Het kan geen verrassing zijn dat we ons in een zeldzaam leefbaar heelal bevinden, stelde hij, want we zouden uiteraard niet kunnen bestaan in een van de vele universums waarin het leven onmogelijk is. In het multiversum van Linde is elke indruk van een grootse en biofiele schepping achter de kosmische ordening slechts een illusie die voortkomt uit onze beperkte blik op de kosmos vanaf aarde.

Stephen beweerde dat Lindes grandiose kosmische uitbreiding – van universum naar multiversum – een metafysische fantasie was die niets

verklaarde, hoewel ik het gevoel had dat hij dat niet helemaal kon bewijzen. Dit terzijde vond ik het bijzonder intrigerend dat 's werelds meest vooraanstaande kosmologen, oneens als zij het met elkaar waren, met zulke sterke overtuigingen over deze fundamentele vragen debatteerden.

‘Beroept Linde zich niet op het antropisch principe, het onmiskenbare feit dat wij bestaan, om een levensvatbaar heelal binnen het multiversum uit te kiezen?’ probeerde ik.

Stephen draaide met zijn ogen, keek me aan en bewoog zijn mond een beetje, zonder dat ik doorhad wat hij bedoelde. Later zou ik begrijpen dat dit betekende dat hij het niet met me eens was. Toen hij besepte dat ik nog niet was ingewijd in de non-verbale communicatie waarvan de mensen in zijn entourage zich bedienden, keek hij weer naar het scherm en zette zich aan het formuleren van een nieuwe zin. Twee zinnen zelfs.

‘Het antropisch principe is een blijk van wanhoop’, schreef hij, terwijl mijn verbazing gelijk toenam met het klikken van de woorden, ‘dat elke hoop de kop indrukt om de onderliggende ordening van het heelal te begrijpen op basis van de wetenschap.’

Dit was zowaar een verrassing. Ik had natuurlijk *A Brief History of Time* gelezen en was me er maar al te goed van bewust dat de vroege Hawking herhaaldelijk met het antropisch principe had gedweept als deel van de verklaring voor het heelal. Als kosmoloog in hart en nieren had Stephen al vroeg de verrassende resonantie naar waarde geschat tussen de bijzondere fysische eigenschappen van het heelal op grote schaal en het bestaan van het leven als zodanig. Al in de vroege jaren 1970 had hij een antropisch argument naar voren gebracht – wat fout zou blijken – als verklaring voor de vraag waarom de uitdijning van het heelal in alle drie dimensies van de ruimte even snel verliep.² Was hij van gedachten veranderd over de merites van antropisch redeneren in de kosmologie?

Terwijl Stephen een medische pitstop hield om de luchtpijp vrij te maken, keek ik zijn kamer rond. Exemplaren van *A Brief History of Time* vertaald in allerlei exotische talen lagen opgestapeld op een plank die zich uitstreckte over de hele lengte van de muur links. Ik vroeg me af wat er nog meer in *A Brief History of Time* stond waar hij zich inmiddels niet meer in kon vinden. Naast deze stapel zag ik een rij proefschriften van doctoraatstudenten die hij had begeleid.

Vanaf begin jaren 1970 had Stephen in Cambridge een fameuze denkschool uitgebouwd met een beperkte kring van continu roterende doctorendi en postdocs. De titels van hun dissertaties raakten aan enkele zeer fundamentele vragen waar de natuurkunde aan het einde van de 20ste eeuw mee worstelde. Uit de jaren 1980 zag ik *Gravity: A Quantum Theory* van Brian Whitt en *Time and Quantum Cosmology* van Raymond Laflamme. *Spacetime, Wormholes and the Constants of Nature* van Fay Dowker nam me mee de vroege jaren 1990 in, toen Stephen en collega's dachten dat wormgaten – geometrische bruggen dwars door de ruimte – invloed hadden op de eigenschappen van elementaire deeltjes. (Stephens vriend Kip Thorne zou later wormgaten gebruiken om in de film *Interstellar* het personage Joseph Cooper naar het zonnestelsel te laten terugkeren.) Rechts van Fay stond *Problems in M-Theory* van Marika Taylor, Stephens jongste academische nageslacht. Marika had midden in de tweede snaartheorie-revolutie onder Stephen gewerkt, toen de theorie opging in een veel groter web dat als M-theorie bekendstaat, en Stephen eindelijk iets voor de hele onderneming begon te voelen.

Helemaal links op de boekenplank stonden twee exemplaren van een ouder boek met een dikke groene kaft, *Properties of Expanding Universes*. Dit was Stephens eigen proefschrift, dat dateerde van het midden van de jaren 1960, toen de grote Holmdel Horn-radioantenne van Bell Telephone Labs de eerste echo's van de hete oerknal had opgevangen, in de vorm van zwakke microgolflstraling. In zijn dissertatie bewees Stephen dat als Einsteins relativiteitstheorie juist was, het bestaan van deze echo's betekende dat de tijd zelf een begin moet hebben gehad. Maar hoe kon dat verzoend worden met het multiversum van Andrei dat we zojuist bespraken?

Onmiddellijk rechts van Stephens proefschrift herkende ik Gary Gibbons' *Gravitational Radiation and Gravitational Collapse*. Begin jaren 1970 was Gibbons Stephens eerste promovendus, in een periode waarin de Amerikaanse natuurkundige Joe Weber beweerde met de regelmaat van de klok uitbarstingen van gravitatiegolven vanuit het centrum van onze Melkweg op te vangen. De intensiteit van de gravitatiestraling die Weber rapporteerde was zo groot dat het erop leek alsof de Melkweg massa verloor in een tempo dat niet lang kon worden volgehouden – of er zou weldra niets meer van de Melkweg overblijven. In de ban van deze para-

dox speelden Stephen en Gary met het idee om in de kelder van DAMTP hun eigen gravitatiegolvendetector in elkaar te zetten. Ze kwamen gelukkig goed weg: geruchten van gravitatiegolven bleken vals en het zou nog veertig jaar duren voor het LIGO, de *Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory*, erin zou slagen om deze ongrijpbare golven van bot-sende zwarte gaten waar te nemen.

Stephen nam gewoonlijk elk jaar één nieuwe doctorandus aan om samen te werken aan een van zijn *high-risk high-gain* projecten, hetzij rond zwarte gaten – ineengestorte sterren verborgen achter een horizon – of over de oerknal. Hij probeerde af te wisselen, waarbij de ene student werkte aan zwarte gaten en de volgende aan de oerknal, zodat zijn kring van promovendi voortdurend beide domeinen van zijn onderzoek bestreek. Hij deed dit omdat zwarte gaten en de oerknal als yin en yang waren in zijn denken. Veel van Stephens sleutelinzichten in de oerknal kunnen worden teruggevoerd op ideeën die hij eerder in de context van zwarte gaten had ontwikkeld.

Zowel in zwarte gaten als bij de oerknal smelten de macrowereld van de gravitatie en de microwereld van atomen en deeltjes werkelijk samen. Onder deze extreme omstandigheden konden Einsteins relativiteitstheorie en de kwantumtheorie maar beter goed in elkaar passen. Maar dat doen ze juist niet, en dat wordt algemeen beschouwd als een van de grootste overgebleven raadsels van de natuurkunde. Beide theorieën belichamen bijvoorbeeld een radicaal verschillende kijk op oorzakelijkheid en determinisme. Terwijl Einsteins theorie zich voegt naar het oude determinisme van Newton en Laplace, kent de kwantumtheorie een fundamenteel element van onzekerheid en willekeurigheid. Zij houdt slechts vast aan een beperkte notie van determinisme, ongeveer de helft van wat Laplace dacht dat het was. Door de jaren heen hadden Stephens gravitatiegroep en haar diaspora meer gedaan dan welke onderzoeksgroep ter wereld ook om de diepgaande conceptuele kwesties bloot te leggen die boven komen drijven als je de ogenschijnlijk tegengestelde principes van die twee fysische theorieën in één enkel harmonieus kader probeert onder te brengen.

Ondertussen was Stephen ‘opgelapt’, zoals zijn verpleegkundige het zei, en begon weer te klikken.¹

‘Ik wil dat je met me gaat werken aan een kwantumtheorie van de oerknal...’

Blijkbaar was ik in een oerknaljaar terechtgekomen.

‘... om vat te krijgen op het multiversum.’ Hij keek naar me op met een brede glimlach, wederom met twinkelogen. Dat was het. Niet al filosoferend of door ons te beroepen op het antropisch principe, maar door kwantumtheorie en kosmologie dieper met elkaar te verweven, zouden we greep krijgen op het multiversum. Zoals hij het bracht, leek het op een doodgewone huiswerkopdracht en hoewel ik uit zijn gelaatsuitdrukking kon opmaken dat we al aan het werk waren gegaan, had ik geen flauw idee in welke richting Ruimteschip Hawking koers zette.

‘Ik sterf...’ verscheen op het scherm.

Ik verstijfde en wierp een blik op de verpleegkundige die in een hoekje van de werkkamer stil zat te lezen. Ik keek weer naar Stephen, die het voor zover ik kon beoordelen prima maakte en weer verder klikte.

‘... van de dorst.’

Dit was Engeland, en het was 4 uur ’s middags: *tea time*.

UNIVERSUM OF MULTIVERSUM? PLANMATIG OF NIET? Dit waren de vragen waarmee het lot ons opzadelde en die ons twintig jaar zouden bezighouden. Die ene huiswerkopdracht leidde tot een volgende en al gauw bevonden Stephen en ik ons midden in een van de meest verhitte debatten binnen de theoretische natuurkunde van het begin van de 21ste eeuw. Bijna iedereen had een mening over het multiversum, hoewel niemand goed wist wat ze ermee aan moesten. Wat was begonnen als een doctoraatsproject onder zijn begeleiding mondde uit in een lange en vruchtbare samenwerking, waaraan pas met Stephens overlijden op 14 maart 2018 een einde kwam.

In ons werk stond niet alleen de aard van de oerknal centraal, dat grote raadsel in het hart van de moderne kosmologie, maar ook de diepere

¹ Een tweede pauze in ons gesprek die middag bestond erin een aflevering van *The Simpsons* in preview te bekijken. Stephen maakte zijn opwachting in de reeks en hij moest de aflevering nog goedkeuren.

betekenis van de natuurwetten zelf. Wat de kosmologie over de wereld ontdekt, wat is dat uiteindelijk? Hoe passen *wij* in dat verhaal? Zulke overwegingen nemen ons mee naar de rafelrand van de natuurkunde. Maar dit was precies waar Stephen zich graag waagde en waar zijn onnavolgbare intuïtie, gesmeed door decennia diep kosmologisch denken, profetisch bleek te zijn.

Zoals zovele geleerden voor hem, beschouwde de vroege Hawking de fundamentele natuurwetten als onwrikbare, tijdloze waarheden. 'Als we werkelijk een complete theorie ontdekken (...) zouden we waarachtig de geest van God kennen,' schreef hij in *A Brief History of Time*. Meer dan tien jaar later, tijdens onze eerste ontmoeting, en met Lindes multiversum dat hem op de hielen zat, merkte ik echter dat hij een barst bespeurde in die opvatting. Biedt de natuurkunde werkelijk God-achtige fundamenten die de oorsprong van de tijd dirigeren? Hebben we zulke fundamenten überhaupt nodig?

We zouden spoedig ontdekken dat de platonische pendulum binnen de theoretische natuurkunde inderdaad te ver was doorgeslagen. Als we het heelal terugvoeren tot zijn vroegste momenten, stuiten we op een diepere laag van evolutie, waarin de natuurwetten zelf veranderen en zich in een soort meta-evolutie lijken te ontwikkelen. De regels van de fysica muteren in de oerfase van het heelal, in een proces van willekeurige variatie en selectie gelijkaardig aan de darwiniaanse evolutie, waarin deeltjessoorten, krachten en, zo zouden we stellen, de tijd zelf vervagen. Sterker nog, Stephen en ik begonnen de oerknal niet alleen te zien als het begin van de tijd, maar ook als de oorsprong van de natuurwetten. In het hart van onze kosmogonie ligt een nieuwe fysische theorie van de oerknal die, zoals we zouden gaan beseffen, ook de genese van de natuurwetten zelf behelst.

Werken met Stephen was een ontdekkingsreis, niet alleen naar de grenzen van ruimte en tijd, maar ook in de diepste krotten van zijn geest – in wat Stephen tot Stephen maakte. Onze gedeelde queeste zorgde ervoor dat onze band steeds hechter werd. Hij was een ware zoeker. Wie bij hem in de buurt was, moest wel onder de indruk raken van zijn ijzeren vastberadenheid en zijn ongebreideld optimisme dat we deze raadselachtige kosmische vragen te lijf konden gaan en doorgronden. Stephen gaf

ons het gevoel dat we ons eigen scheppingsverhaal schreven, en in zekere zin deden we dat ook.

En de natuurkunde was een plezier! Met Stephen wist je nooit wanneer de dagtaak erop zat en het feest begon. Zijn onverzadigbare passie om het heelal – het hele al – te begrijpen werd alleen geëvenaard door zijn levenslust en zijn drang naar avontuur. In april 2007, een paar maanden na zijn vijftenzestigste verjaardag, nam hij deel aan een gravitatieeloze vlucht aan boord van een speciaal uitgeruste Boeing 727, een avontuur dat hij beschouwde als een voorproefje op een ruimtereis. En dat terwijl zijn dokters zich al zorgen maakten over zijn ritjes met de Eurostar onder het Kanaal om me in België te komen opzoeken.

Ondertussen werd hij, hoewel zijn eigen stem permanent het zwijgen was opgelegd en hij te zwak was geworden om zelfs maar een vinger te bewegen, de grootste woordvoerder van de wetenschap van zijn generatie. Geïnspireerd door een diep gevoel dat we deel uitmaken van een groot verhaal, een verhaal dat in de sterrenhemel voor ons is uitgetekend en dat als het ware wacht tot wij het ontrafelen, deelde hij zijn ontdekkingsvreugde met een wereldwijd publiek.

Halverwege onze samenwerking schreef hij een boek, *The Grand Design*, dat onze verwarring in die periode weerspiegelt. Enerzijds houdt Stephen hierin nog vast aan het antropisch principe, het multiversum en het idee van een ultieme, allesomvattende theorie, inclusief haar wedijver met een door God geschapen heelal. Anderzijds bevat *The Grand Design* ook de eerste sporen van het nieuwe kosmologisch paradigma dat zich enkele jaren later in ons werk zou uitkristalliseren. Kort voor zijn overlijden vertelde Stephen me dat het tijd was voor een nieuw boek. Dit is dat boek. In de volgende hoofdstukken beschrijf ik onze reis naar de oerknal, en hoe deze er uiteindelijk toe leidde dat Hawking het multiversum verwierp en verving door een verbluffend nieuw perspectief op het ontstaan van de tijd dat, hartsgrondig darwiniaans, een radicaal nieuw begrip van het grootse kosmische ontwerp biedt.

We werden in ons onderzoek vaak bijgestaan door de Amerikaanse natuurkundige Jim Hartle, die lange tijd met Stephen had samengewerkt en met wie hij midden jaren 1980 de kwantumkosmologie op de kaart had gezet. In de loop der jaren ontwikkelde het duo een enorm talent om het heelal door een kwantumlens te bekijken. Zelfs de taal die zij onder-

ling spraken, belichaamde hun kwantumdenken – alsof zij anders in elkaar zaten. Met ‘het heelal’ bedoelen kosmologen bijvoorbeeld normaal gesproken de sterren, de sterrenstelsels en de ontzaglijke ruimte om ons heen. Maar als Jim of Stephen het over het heelal hadden, bedoelden ze er het abstracte kwantumuniversum mee, doordrenkt van onzekerheid, met alle mogelijke geschiedenissen die als het ware bovenop elkaar gestapeld bestaan. Het is net die fundamentele kwantumkijk op de fysische werkelijkheid die uiteindelijk een ware darwiniaanse revolutie in de kosmologie mogelijk maakte. De kwantumkosmologie zou *het* onderzoeksterrein worden waar Stephen tot het einde van zijn leven in de frontlinie streed. De latere Hawking nam de kwantumtheorie van de microwereld ernstig – zeer ernstig zelfs – en besloot ermee aan de slag te gaan om het heelal op de grootst mogelijke schaal fundamenteel te herdenken.

Toen Stephen tijdens onze samenwerking de laatste kracht in zijn hand kwijtraakte, de hand waarmee hij het klikapparaatje bediende om te kunnen converseren, stapte hij over op een infraroodsensor die op zijn bril was aangebracht en die hij kon activeren door lichtjes met zijn wang te trekken. Maar ook dit werd uiteindelijk moeilijk. De communicatie vertraagde van enkele woorden per minuut tot minuten per woord, tot deze min of meer ophield, terwijl er meer vraag naar zijn stem was dan ooit.³ Hier was ’s werelds meest gevierde apostel van de wetenschap – niet in staat om te spreken. Maar Stephen wilde van geen opgeven weten. Nu onze intellectuele band tijdens de jaren van nauwe samenwerking verdiept was, gingen we steeds vaker voorbij aan verbale communicatie. Ik negeerde Equalizer, sensoren en klikapparaten, ging voor hem zitten zodat ik duidelijk in zijn gezichtsveld zat en vuurde vragen op hem af om zijn gedachten te peilen. Als mijn argumenten weerklank vonden bij zijn intuïtie, lichtten Stephens ogen helder op. Vervolgens bouwden we daarop voort, door te grasduinen in de gemeenschappelijke taal en het wederzijdse begrip dat we door de jaren heen hadden opgebouwd. Uit deze ‘gesprekken’ zou langzaam maar zeker Stephens laatste theorie van het heelal geboren worden.

Er zijn van die beslissende momenten in de wetenschap waarop metafysische overwegingen op de voorgrond treden, of we dit nu leuk vinden of niet. Op zulke kruispunten leren we iets heel belangrijks, niet alleen over hoe de natuur in elkaar zit maar ook over de bredere omstandighe-

den die onze wetenschapspraktijk mogelijk en de moeite waard maken, en over het wereldbeeld waaraan onze ontdekkingen kunnen bijdragen. De zoektocht van natuurkundigen om ten gronde te bevatten wat het heelal zo bijzonder geschikt maakt voor het leven heeft ons bij zo'n cruciale vork in de weg gebracht. In essentie is dit namelijk een humanistische vraag die de wetenschap overstijgt. Dit gaat over *onze* oorsprong. In de kern van Stephens laatste theorie van het heelal zit een diepgaande reflectie vervat op wat het kan betekenen om mens te zijn in deze gastvrije kosmos, als rentmeesters van planeet aarde. Alleen al om deze reden zou dit uiteindelijk weleens zijn meest verreichende wetenschappelijke nalatenschap kunnen zijn.

