

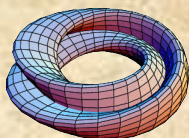
Vijf gangbare werkelijkheden

Verandering

Wie ben jij - 2



Omnia Amsterdam



“Wie ben jij” gaat over jou en mij en over alles dat met ons in verbinding staat. Zijn jij en ik verbonden of zijn wij gescheiden? Wat maakt jou tot degene die jij bent? Wie ben jij voor jouw geboorte en wie zal jij zijn na jouw overlijden? Besta jij zonder heeal? Hoe ben jij bewust van jezelf? En hoe zijn anderen zich bewust van jou? Wij gaan op zoek naar de weg die jou vormt tot wat jij bent. Deze zoektocht zal een thuiskeer zijn.

Onze tocht voert van het begin tot nu. Aan het einde zullen wij terugkijken op onze reis. Wij zien dat alles in een zucht is volbracht.

Man Leben, Carla Drift en Narrator volgen de Odyssee naar “Wie ben jij”. Dit is het deel “veranderling” uit de gangbare werkelijkheden.

Wie ben jij

Een verkenning van ons bestaan

Deel 2

Vijf gangbare werkelijkheden

Verandering

Jan van Origo

Carla Drift is een fictief persoon. Geen bestaand mens heeft voor haar model gestaan.

Man Leben is een fictief persoon. Geen bestaand mens heeft voor hem model gestaan.

Alle deelnemers aan de trektocht zijn fictieve personen. Geen bestaande mensen hebben voor hen model gestaan.

Uitgegeven door: Omnia – Amsterdam Uitgeverij, 2020



Dit werk is gelicenseerd onder een Creative Commons Naamsvermelding-NietCommercieel-GelijkDelen 3.0 Unported licentie.

Foto's, afbeeldingen, weergaven en citaten in de tekst kunnen auteursrechtelijk beschermd zijn door derden.

Cover design: Microsoft Office – Aantrekkelijk

Bron afbeelding omslag: https://en.wikipedia.org/wiki/Black_hole

Logo: http://en.wikipedia.org/wiki/Klein_bottle

ISBN: 978-94-91633-32-4

Omnia– Amsterdam Uitgeverij

Website: www.omnia-amsterdam.nl

कालो ऽस्मि लोकक्षयकृत्प्रवृद्धो

“Time I am, awful destroyer of universe”

Bhagavad Gita 11.32

“Het lege firmament is de zetel van de meest gewelddadige natuurkunde”

Weergave van een uitspraak toegewezen aan John Archibald Wheeler

“I wrote the book that I would have liked to learn from.”

A. Zee en Steve Weinberg

Inhoudsopgave

Inleiding	7
De oerknal tot nu—En terug?	11
Einde der tijden—In vergankelijkheid en imperfectie	37
De fluïde tijd—Vluchtig als het leven	59
De gestolde tijd—Hier en nu—overal en altijd	91
De verstilde tijd—De afstand tussen hemel en aarde	123
Vonken van leven—Een haarbreedte van verschil	147
Met Dank	169
Bibliografie	171

Inleiding

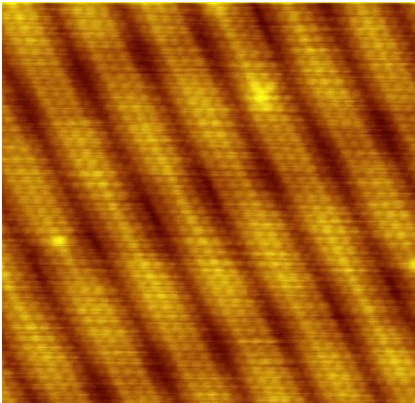
De zoektocht naar “Wie ben jij”—in de vorm van een “Verkenning van ons bestaan”—is een hedendaagse Odyssee met zeventien aanlegplaatsen. Aan het einde zullen wij terugkijken op onze reis. Wij zullen zien dat alles in een zucht is volbracht.

Voordat wij de zoektocht hervatten, geven wij eerst een korte samenvatting van de reis tot nu toe.

Bij de eerste aanlegplaats hebben jij en ik de volkomen eenheid beleefd om vandaar via “Solipsisme”, “Het universum is een droombeeld”, “Pantheïsme” en “Indra’s Net” naar de tweede aanlegplaats te reizen.



Tijdens de tweede aanlegplaats is de eenheid—beginnend met een eerste scheuring van lucht en aarde²—in onnoemelijk veel deeltjes uiteengevallen. Ook jij en ik zijn volkomen uiteengevallen in ontstellend veel minieme deeltjes. Na een eerste ordening binnen deze deeltjes, zijn wij—de hoofdpersonen Carla Drift, Man Leben en Narrator—na een ontstellend lange tijd in de vorm van mens op onze aarde teruggekeerd.



3

Bij de derde aanlegplaats hebben wij gezien hoe onderling vertrouwen en wederkerige verbondenheid tussen mensen tot stand zijn gekomen—en worden bestendigd—door het plaatsen van “mensen, objecten, offergaven en het woord in het midden” tussen mensen onderling en/of tussen mensen en de onderlinge onzekerheid.



4

Als voorbereiding voor het vervolg van onze Odyssee—waarin wij het leven van alledag betreden—is er een intermezzo gevolgd; vervolgens hebben de drie hoofdpersonen elkaars biografie beschreven.



Wij beschouwen tijdens het tweede deel van onze Odyssee de volgende vijf gangbare werkelijkheden—als aanlegplaatsen voor het leven van alledag—, omdat deze gezichtspunten een goede indruk bieden van de menselijke beleving in het dagelijkse leven:

- Feiten en logica
- Intensiteiten en associaties
- Leegte
- Verandering
- Onderlinge verbondenheid

Bieden deze vijf gangbare werkelijkheden alles wat wij nodig hebben voor onze zoektocht naar “Wie ben jij?”⁵. Wij hebben eens gelezen dat:

*“Wanneer jij deze vijf aanlegplaatsen op een correcte manier bezoekt, dan ben jij opgenomen in het volkomen heelal. Bezoek jij deze gangbare werkelijkheden op een verkeerde manier, dan blijf jij een gewone sterveling”*⁶.

Aan het einde van deze gangbare werkelijkheden zullen wij terugkijken om te zien of wij gewone stervelingen zijn gebleven en/of wij volkomen zijn opgenomen in het heelal.

¹ Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Indra's_net

² Volgens Genesis 1:1—het eerste boek van Oude Testament—schiep/scheidde God eerst de lucht en de aarde. De Hebreeuwse werkwoordkern “bara” heeft vier betekenissen: “scheppen”, “klieven”, “uitverkiezen” en “voeden”.

Bron: <http://www.qbible.com/hebrew-old-testament/genesis/1.html>

In de Westerse vertalingen van de Hebreeuwse versie van het Oude Testament wordt het woord “shamayim” vertaald met “hemel”. Waarschijnlijk is “lucht” of “firmament” een betere vertaling voor het Hebreeuwse woord “shamayim”. Zie ook: <http://www.qbible.com/hebrew-old-testament/genesis/1.html> en http://www.ancient-hebrew.org/35_home.html en Benner Jeff A.A *Mechanical Translation of the Book of Genesis - The Hebrew text literally translated word for word*. 2007

³ Bron afbeelding: <http://en.wikipedia.org/wiki/Atom>

⁴ Bron afbeelding: <http://fr.wikipedia.org/wiki/Charlemagne>

⁵ Volgens het Boeddhisme geven de vijf skandha’s alles dat wij nodig hebben voor onze spirituele ontwikkeling. Zie ook: Origo, Jan van, *Wie ben jij—een verkenning van ons bestaan – deel 1*. Amsterdam: Omnia—Amsterdam Uitgeverij, 2012 p. 172 - 183

⁶ Bron: *The Sixth Patriarch’s Dharma Jewel Platform Sutra*. San Francisco: Buddhist Text Translation Society, 2002, p. 381 – 382. Opmerking: “Buddha-use” en “Store enveloping consciousness” zijn als “volkomen heelal” weergegeven.

De oerknal tot nu

En terug?

Zuid Kenya nabij Masai Mara¹; enkele minuten over zes. De zon is net onder en het is donker.

Vannacht zullen vier Masaï krijgers—verre familie van Narrator—aan de rand van het kamp de wacht houden. Het kampvuur brandt. Carla heeft haar tent voor de nacht ingericht: de slaapzak ligt opgerold op het kampeerbed, zodat een slang geen kans krijgt om erin te kruipen. Nu kijkt zij naar het vlammenspel van het kampvuur en zij wacht op de anderen.

Man komt als eerste; hij heeft zijn dagelijkse medische controle achter de rug.

“Alles goed?”, vraagt Carla.

“Volgens Ferdinand wel. Ik ben snel moe en overdag moet ik nog wennen aan de warmte”, zegt Man.

“Een geluk bij een ongeluk: in augustus is het temperatuurverschil tussen thuis en hier minder groot. Deze maand is uitstekend geschikt om de parken te bezoeken. Blijf goed op jezelf letten. Wanneer het nodig is, kunnen jij en ik ons van onze groep afsplitsen en in een luxe hotel blijven, totdat de anderen weer uit Noord Kenya terugkeren.

Ik hoop dat wij over twee weken in deze omgeving de broer en zussen van Narrator via zijn neef kunnen ontmoeten: ik ben benieuwd naar de verhalen over hun jeugd”, zegt Carla.



2

“Ik denk dat het wel zal gaan. Leuk dat wij vandaag de achterneven van Narrator hebben ontmoet. Zullen wij even bij onze kok en kookploeg gaan kijken hoever zij met het avondmaal zijn? Misschien hebben zij nog hulp nodig”, zegt Man.



3

Carla en Man gaan naar de kooktent waar de kok het avondmaal bereidt. Zij helpen hem met de maaltijd. Als het eten klaar is, komen de anderen—die nu ook hun slaappleaats hebben ingericht—naar de kooktent. Het hele reisgezelschap geniet van de maaltijd en zij praten over alles wat zij vandaag hebben gezien. Na de afwas zitten zij rond het kampvuur voor de nacht.

“Het vlammenspel van het vuur is mooi, maar eigenlijk zouden wij naar de sterrenhemel moeten kijken. Zo kunnen wij—volgens mij—helemaal naar de oorsprong van ons heelal kijken”, zegt Man.

“De oorsprong van het heelal zien wij overal. Een standaardwerk over sterrenkunde stelt:

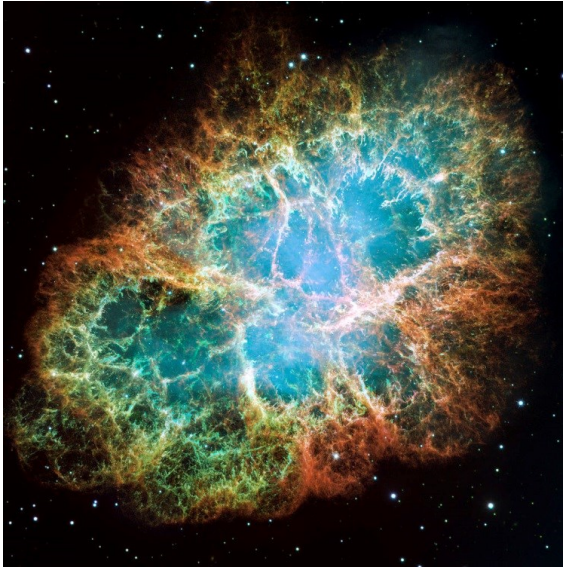
*“All places are alike: this cosmological principle declares that apart from local irregularities the universe is the same everywhere.”*⁴

Volgens het hedendaagse standaardmodel voor de oerknal of Big Bang, zien wij overal de gevolgen van het eerste minuscule punt waaruit ons heelal dat wij vanavond in onze menselijke gedaante waarnemen, is voortgekomen. Wat er voorafgaand aan dit minuscule punt heeft bestaan en wat er buiten onze waarnemingshorizon gebeurt, kunnen wij niet zien”, zegt Carla.

“Wat denk jij dat er voor de Big Bang is geweest?”, vraagt Man.

“Voordat ik mijn gedachten hierover laat gaan, zal ik eerst in het kort—met weglating van veel details—het hedendaagse standaardmodel voor de grote knal in verschillende varianten vertellen. In dit standaardmodel komen in één berekening zeer klein en heel groot samen. Er wordt verondersteld dat het heelal—that wij kunnen waarnemen—in één punt is ontstaan, want uit astronomische waarnemingen blijkt dat het heelal op hoofdlijnen zeer uniform is en daarbij overal gelijkmatig is uitgedijd. Waar wij ook kijken binnen ons heelal, overal is de uitdijning volkomen gelijk en gelijkmatig: dit houdt in dat het midden en de randen van ons heelal evenveel uitdijen waardoor de ver verwijderde delen van ons heelal sneller van ons af bewegen dan de nabij gelegen delen. Dit betekent dat volgens het standaardmodel ons heelal in een flits op één uiterst miniem punt—vanuit een uiterst grote hoeveelheid energie—is ontstaan. De enorme energie die vrijkomt tijdens de uitbarsting van een

supernova aan het einde van haar leven, is slechts een minieme fractie van de energie waarmee ons heelal is ontstaan en vervolgens is gaan uitdijen.

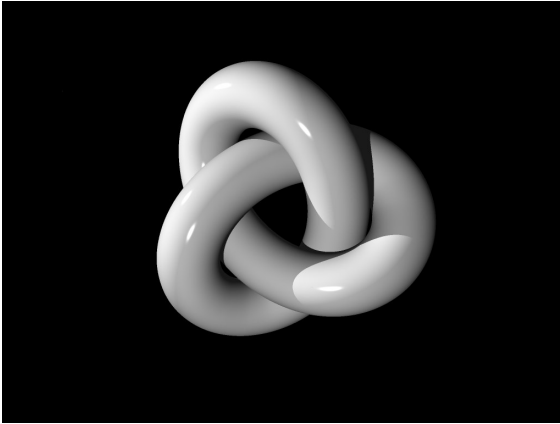


5

Tot zo'n 25 jaar geleden waren de rekenmodellen voor de atoomfysica en kwantummechanica (het uiterst miniem punt) onverenigbaar met de rekenmodellen voor de astronomie en de algemene relativiteitstheorie voor ons hedendaags uitgestrekt en uitdijend heelal: de combinatie van beiden liet steeds een "onbepaald oneindig" als uitkomst zien, omdat dit de uitkomst is van delen door nagenoeg nul.

Rekenmodellen binnen de theoretische fysica moeten wiskundig deugen. Wanneer het fysisch rekenmodel niet strookt met de formele taal van de wiskunde, dan is er zeer waarschijnlijk een rekenfout gemaakt; of erger: er is een denkfout aanwezig.

In de klassieke wiskunde kan eenvoudig gerekend worden met gewone getallen of met onderdelen van getallen. Later is er het begrip oneindig—of ontelbaar—bijgekomen en pas vrij laat is het begrip nul ontstaan. Recent zijn wiskundigen ook met imaginaire getallen en—in de topologie⁶—met bijzondere vormen gaan rekenen.

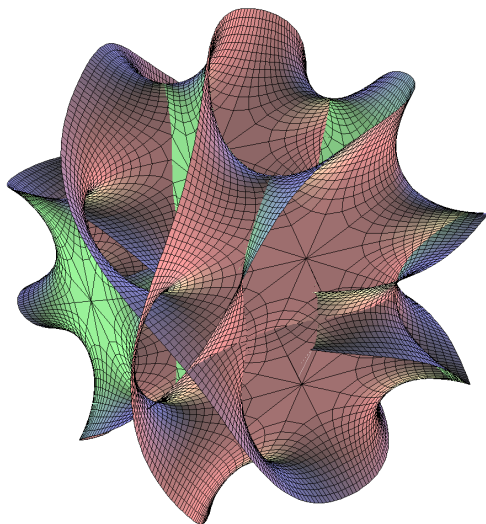


7

Tot op heden is delen door nul in de wiskunde niet mogelijk; er wordt dan meestal een benadering van de berekening gemaakt met behulp van delen door een heel klein positief (en/of negatief) getal⁸. Hierdoor wordt de uitkomst van de deling benaderd: de uitkomst van deze benadering is—vanuit beide zijden—, hetzij plus oneindig of min oneindig, hetzij plus oneindig van uit de ene kant benaderd en min oneindig vanuit de andere kant benaderd.

Zoals ik al zei: in het rekenmodel voor de oerknal wordt een uiterst groot getal—vanuit de kosmologie beredeneerd—gedeeld door nagenoeg nul—vanuit de kwantummechanica bezien—, en de uitkomst is stevast plus en/of min oneindig. Deze oneindige uitkomst past niet in de kosmologie die wij waarnemen, want volgens onze waarnemingen en berekeningen zou het heelal ongeveer 14 miljoen jaren oud zijn.

Vanaf 1970 zijn theoretisch fysici—met wisselend succes—rekenmodellen voor de oerknal gaan opstellen met wiskundige snaren en later met veelvlakken die eindig klein zijn: zeer veel kleiner dan alles wat wij hebben waargenomen in de atoomfysica, maar beduidend groter dan nul.



9

Met deze snaartheorie¹⁰ zijn de meest wonderlijke wiskundige modellen sluitend gemaakt: er zijn wiskundig heel eenvoudig een groot aantal heelallen parallel aan ons heelal mogelijk, deeltjes kunnen voortdurend uit de leegte—die nog steeds veel energie bevat—ontstaan en verdwijnen”, zegt Carla.

“Sorry dat ik jou onderbreek. Een half jaar geleden ben ik mij in mijn vrije tijd gaan verdiepen in kwantummechanica. Ik heb mij altijd afgevraagd hoe de Big Bang is ontstaan. Wat is jou idee daarover?”, zeg Peter.

“Volgens de theoretische natuurkunde veronderstelt het standaardmodel voor de grote knal—tijdens het ontstaan van ons heelal—een heel klein punt dat vele malen kleiner is dan een atoom. Vanuit dit punt zijn een aantal dimensies van een veelvlak gevormd of—beter gezegd—ontplooid . Dit ontvouwen valt te vergelijken met het openklappen van bloem uit een knop.



11

Het aantal dimensies dat binnen ons heelal zijn uitgevouwen—vergelijkbaar met bloesembladeren uit een knop—zijn in ieder geval de bekende vier dimensies van de “ruimtetijd”, te weten: hoogte, lengte, breedte en de tijd. Maar meestal wordt gerekend met 10 of 11 dimensies, omdat dit het kleinste aantal dimensies is, waarmee mooie sluitende uitkomsten uit de berekeningen ontstaan.

Er zijn verschillende modellen voor het ontstaan van de onvoorstelbare energie bij de grote knal. Eén model gaat uit van de veronderstelling dat de volledige energie binnen ons heelal tegelijk met het ontvouwen van de dimensies is ontsproten en uitgedijd. Binnen dit model vind ik het boeiend om te bedenken dat de fotonen aan de uiterste rand van de grote knal geen begrip van tijd en verandering hebben meegekregen,

want geen enkele informatie over verandering—en dus tijd—kan deze fotonen nog bereiken. Deze fotonen zijn na hun ontstaan niet ouder geworden, omdat zij daarna geen verandering en nieuwe informatie meer hebben ontvangen.

Een tweede model veronderstelt dat eerst de dimensies zijn uitgevouwen om zo een leegte te creëren waarbinnen vervolgens op een plaats de volledige energie van ons heelal is ontsproten en uitgedijd”, zegt Carla.

“Bij dit tweede model moet ik denken aan het denkraam van de natuurkundigen in de 19e eeuw, die een medium—of een ether—noodzakelijk achtten voor het voortbewegen van lichtstralen, net zoals golven zich in water voortplanten en geluid zich voortbeweegt door de lucht. Aan het begin van de 20e eeuw hebben Michelson en Morley¹² met een interferometer voor het eerst aangetoond dat dit medium—of ether—niet aanwezig is. Ik vraag mij af of voor het ontstaan van ons heelal een medium—of leegte—nodig is”, zegt Peter.

“Waarschijnlijk is er ook een derde model mogelijk, waarin de leegte al bestond voordat de dimensies en de energie tegelijkertijd of achterelkaar zijn gaan ontspruiten en uitdijen.

Ik persoonlijk denk dat de lege ruimte—die in werkelijkheid volgens het standaard model nogal veel energie bevat—tezamen met het ontvouwen van de dimensies is ontstaan. Maar het is goed mogelijk dat een vorm van leegte al eerder—of zelfs altijd—aanwezig is. Hoe deze leegte eruit ziet, valt buiten ons heelal en dus buiten ons blikveld. Wanneer deze leegte uniform en volkomen leeg is, dan heeft deze leegte de hoogste ordening—dus de laagst denkbare entropie¹³—en deze leegte komt overeen met “heel-zijn”¹⁴ volgens de zienswijze van Martin Heidegger; of: deze leegte zou wel eens het oorspronkelijk

“Alomvattende Eén” kunnen zijn. Ook zonder deze oorspronkelijke leegte heeft de oorsprong van ons heelal waaruit het heelal vanuit één punt is uitgedijd, de hoogste ordening en dus de laagst denkbare entropie: het is—voor zover bekend—het oorspronkelijk “heel-zijn” of het “Alomvattende Eén”.

Is het “heel-zijn” of het oorspronkelijk “Alomvattende Eén” in de vorm van de lege ruimte het medium of niet? Ik weet het niet. Ik denk dat er geen oorspronkelijke ether aanwezig is; ik kan het niet bewijzen: het is een voorgevoel. Maar ik denk dat tijdens de oerknal waarmee ons heelal is ontstaan, medium en heelal tezamen zijn ontvouwen; ook dit kan ik niet aantonen.

De vraag waarom er slechts een beperkt aantal dimensies—waarvan wij er via ruimtetijd vier kunnen waarnemen—zijn ontvouwen, is nog niet eenduidig beantwoord. Het is wel zo dat de berekeningen met 10 of 11 dimensies sluitende uitkomsten laten zien en dat wij uitgaan van heelal dat aansluit bij logisch sluitende wiskundige berekeningen. Kortom wij gaan uit van een “elegant heelal”¹⁵.

Bij de beschouwing van deze 10 of 11 dimensies bekruipt mij vele vragen, zoals:

- Is er genoeg energie aanwezig om—vanuit de oorsprong van ons heelal—meer dan vier dimensies tot ontplooiing te laten komen?
- Zijn er meer dimensies—vanuit de oorsprong van ons heelal—tot ontplooiing gekomen dan wij weten? Zo ja, waarom kunnen wij deze andere dimensies niet waarnemen?
- Zijn er vanuit punten naast de oorsprong van ons heelal soortgelijke of andersoortige universa tot ontplooiing gekomen? Zo ja, zijn deze tegelijkertijd ontstaan en hoeveel andere universa betreft het? De wiskunde laat dit eenvoudig toe door het rekenmodel met de nodige dimensies uit te breiden.

Deze vragen zijn eenvoudig gesteld, maar het eenduidige antwoord kunnen wij—in onze verschijningsvorm van mens—niet achterhalen”, zegt Carla.

“Jouw beschrijving van het standaard model voor het ontstaan van het heelal sluit mooi aan bij het scheppingsverhaal uit de bijbel. Het lijkt wel of de mensheid voor haar wereldbeschouwing slechts kan beschikken over een beperkt aantal mythen¹⁶. Als ik het goed begrijp, is alles binnen ons heelal op identieke manier voortgekomen uit een minieme oorsprong, die mogelijk leeg is; niets is bevoorrecht en alles is gelijkwaardig en uniform. Dan blijft de vraag hoe de melkwegstelsels, ons zonnestelsel, de sterren en de planeten uit dit nulpunt zijn voortgekomen?”, vraagt Man aan Carla.

“Jij heb gelijk: ik denk dat er in de verbeelding van de mensheid maar een beperkt aantal mythen mogelijk zijn. Voor de verklaring van het ontstaan van ons heelal moeten wij met onze verbeelding de bestaande mythen te buiten gaan.

De natuurkundige Richard Feynman¹⁷ heeft gezegd dat:

*Our imagination is stretched to the utmost,
not—as in fiction—to imagine things that are not really there,
but just to comprehend those things that are there.*¹⁸

Zoals ik al eerder zei: ons heelal is overal gelijkmatig uitgedijd vanuit een uiterst miniem punt. Waar wij ook kijken naar de sterrenhemel: overal dijt het heelal met dezelfde snelheid uit. Dit houdt in dat alles evenveel en gelijkmatig voortkomt uit het oorspronkelijk minieme punt. Of, zoals jij al zei: “Niets is op enigerlei wijze bevoorrecht boven iets anders”. Dit is volkomen juist wanneer wij door onze oogharen naar het heelal kijken; alles is uniform verdeeld op de schaal die beduidend groter is dan een Melkwegstelsel. Maar wanneer wij inzoomen naar een

Melkwegstelsel—of zeker naar sterrenstelsels en planeetstelsels—, dan neemt de uniformering van de materie en straling binnen ons heelal steeds verder af: er ontstaan steeds grotere verschillen.



19

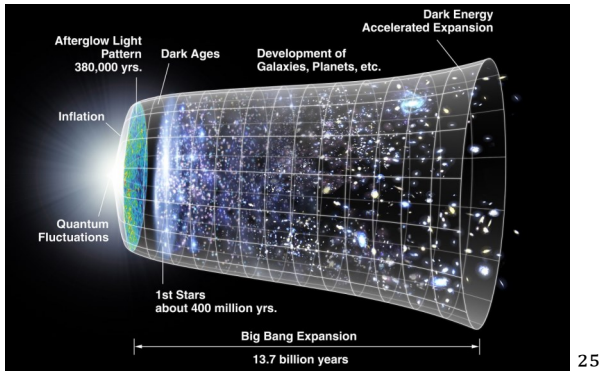
Hoe zijn deze verschillen ontstaan? Eigenlijk weten wij dat niet, maar het standaard model—of de standaard mythe—gaat er vanuit dat ons heelal ongeveer 13,8 miljard jaren geleden op een miniem punt met een afmeting van nagenoeg nul is ontstaan. De temperatuur was meer dan $1,5 \times 10^{12}$ K. en alle materie, energie en straling was onvoorstelbaar homogeen. Na 0,1 seconde is de temperatuur gedaald tot 10^{11} K. ²⁰. Niet veel later zal ten gevolge van kwantummechanische fluctuaties de eerste zeer kleine onregelmatigheid in de homogeniteit zijn ontstaan.

Er is een variant van het standaard model dat veronderstelt dat materie en antimaterie tezamen zijn ontstaan. Bij materie en antimaterie zijn de elektrische ladingen van de deeltjes elkaars tegengestelden. Volgens de Feynman diagrammen²¹ (mede ontwikkeld door Richard Feynman) gaat antimaterie niet in de tijd vooruit, maar gaat in de tijd terug²². De materie en antimaterie zijn in een ontstellende hoeveelheid energie weer samen gegaan—of beter gezegd omgezet in energie—, maar door een kleine onregelmatigheid was er net iets meer materie dan antimaterie²³. Uit deze materie is ons heelal voortgekomen en de energie van het samengaan is de belangrijke motor voor de uitdijing. Het is ook goed mogelijk dat de materie van ons heelal zich heeft ontplooid langs de positieve as van de tijd, terwijl de antimaterie zich heeft ontvouwen langs de negatieve as van de tijd: hierdoor zijn materie en antimaterie—ontstaan tijdens de oerknal—elkaar niet meer tegengekomen zodat beiden niet hebben kunnen annihileren in energie.

Ruim één seconde na de oerknal is ons heelal afgekoeld tot 10^{10} K en de eerste deeltjes zijn ontstaan binnen het—nog steeds homogene—geheel. Na zo'n 15 seconden is de temperatuur naar 10^9 K gedaald—dit is 70 keer de temperatuur van onze zon—en de eerste chemische elementen zoals Waterstof en Helium hebben zich kunnen vormen.

De volgende 700.000 jaar vormen zich atomen en dijt ons heelal zich verder uit. De kleine kwantummechanische onregelmatigheden die zich eerder binnen de homogeniteit hebben voorgedaan, zorgen ervoor dat materie onder invloed van de zwaartekracht gaat samenklonteren in melkwegstelsels en sterren. In beeldspraak: de homogene slagroom schift langzaam in klonters binnen relatief lege doorzichtige vloeistof.

Na zo'n 10 miljoen jaren ontstaan de eerste levende wezens in ons heelal²⁴.



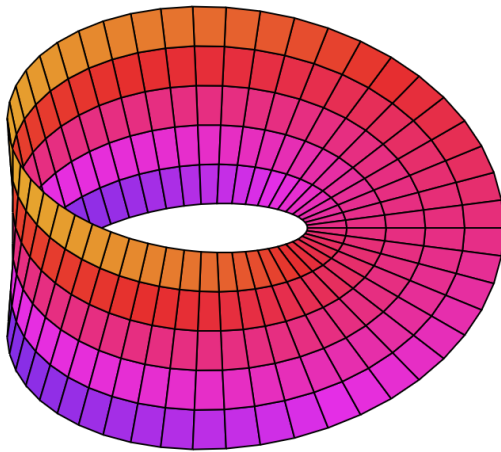
25

Op dit moment dijt ons heelal nog steeds uit, waardoor het totale heelal verder afkoelt. Uiteraard zal de temperatuur bij het ontstaan van nieuwe sterren of tijdens een supernova plaatselijk enorm oplopen, maar de totale energie wordt door de uitdijning over een grotere ruimte verdeeld.

Afhankelijk van de totale hoeveelheid massa in ons heelal, zijn er volgens het standaard model drie scenario's mogelijk:

1. Er is onvoldoende massa om ons heelal weer te laten inkrimpen. Dit houdt in dat ons heelal blijft uitdijen en alles zal steeds verder gaan afkoelen. Dit resulteert uiteindelijk in een koud heelal met mogelijk lokaal tijdelijke oplevingen van energie, misschien zelfs periodiek zoals in John Conway's "Game of Life"²⁶;
2. Er is precies voldoende massa om de uitdijning van ons heelal op een bepaald tijdstip tot stilstand te laten komen zonder verdere uitdijning of inkrimping;
3. Er is voldoende massa om de uitdijning van ons heelal te laten stoppen en vervolgens om te zetten in een inkrimping die uiteindelijk ons heelal weer tot één punt laat samenkrimpen²⁷.

Dit derde scenario kent twee varianten. De eerste variant: na de krimp zal ons heelal weer op het beginpunt terugkomen om te annihilieren (bijvoorbeeld door samen te gaan met antimaterie) en verdwijnen. En de tweede variant: ons heelal komt nabij het beginpunt terug om dan weer in een grote oerknal te beginnen aan een volgende cyclus van uitdijen en inkrimpen²⁸. Deze laatste cycli kunnen zich ontstellend veel keren herhalen. Hierbij moet ik altijd denken aan een Möbius ring waarover de heenreis gelijk loopt met de terugreis met het verschil dat de heenreis over de ene zijde van het oppervlak verloopt en de terugreis over de andere zijde van het oppervlak²⁹.



30

De laatste schattingen van de aanwezige massa in ons heelal duiden op:

- een blijvende uitdijning met uiteindelijk een koud heelal of
- net geen blijvende uitdijning, waarna ons heelal weer zal gaan krimpen”, zegt Carla.

“Het temperatuurverschil van $1,5 \times 10^{12}$ K naar 10^9 K van de oorsprong van ons heelal naar 15 seconden van het bestaan lijkt klein, maar het

zijn wel 1500 °C of het verschil tussen gesmolten staal en staal bij kamertemperatuur. Dit is het temperatuurinterval waarbinnen ons aardse leven plaatsvindt. Er zijn een aantal wetenschappers—veelal met een Christelijk achtergrond—die ervan zijn overtuigd, dat de nauwkeurige afstemming van ons heelal geen toeval is: het is voor hen duidelijk dat het heelal exact zo is ingericht om ons leven op aarde mogelijk te maken. Het menselijk leven op aarde kan volgens de evolutietheorie van Darwin door “trial and error” en “survival of the fittest” zijn hedendaagse gedaante hebben gekregen. Maar voor ons heelal geldt dit niet, ons heelal is uit één oerknal ontstaan: het moet in één keer goed zijn verlopen om leven mogelijk te maken”, zegt Peter.

“Ik heb mijn twijfel of ons heelal uniek is in zijn soort; ik heb ook mijn twijfel of ons heelal uit slechts één oerknal is ontstaan. Mensen hebben de neiging om het bestaan vanuit hun eigen perspectief te beschouwen. Ieder mens leeft in haar/zijn optiek binnen één omgeving, in één sociaal milieu binnen één samenleving, in één tijdperk, in één wereld, in één planeetstelsel, in één melkwegstelsel, in één heelal waarvan wij nu een deel aan de sterrenhemel zien. Dit perspectief is zo overweldigend dat een bestaan buiten ons heelal—laat staan voorbij de oerknal en het einde van ons heelal—lastig inleefbaar is.

Uiteraard kan ik mijn twijfels bij de uniciteit van ons heelal niet aantonen noch weerleggen, het is metafysica die buiten de mogelijkheden van de menselijke waarneming valt”, zegt Carla.

“Welke mogelijkheden zie jij tot bestaan buiten ons heelal”, vraagt Man.

“Er zijn mogelijkheden sequentieel en/of parallel binnen de ruimte van ons heelal; en daarnaast zijn er sequentieel en/of parallel mogelijkheden buiten de ruimte van ons heelal.

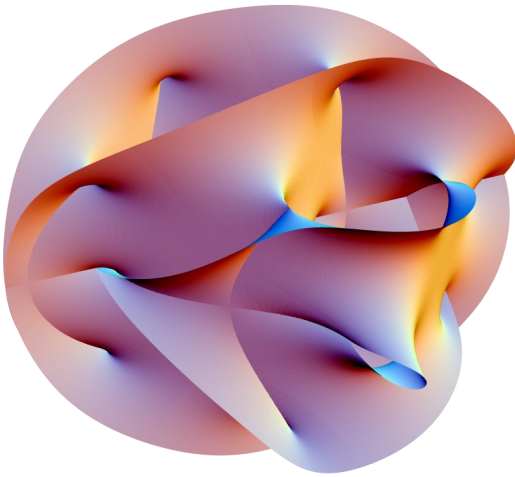
Laat ik met sequentieel beginnen. Als wij de 13,8 miljard jaren dat ons heelal bestaat, inkorten tot enkele centimeter op een tijdlijn en stel dat

ons heelal—als een harmonisch systeem—cyclisch uitdijt tot een bepaalde maximum waarde die wordt bepaald door de totale energie binnen ons heelal, om daarna weer in te krimpen tot nagenoeg één punt, om daarna met een enorme knal—een nieuwe oerknal binnen ons weer samengekrompen hedendaagse heelal—weer te ontplooiën, dan ontstaat achtereenvolgens steeds een zelfde soort nieuw heelal dat weer vergaat wanneer het is ingekrompen tot weer nagenoeg één punt. Dit proces kan in principe tot in het oneindige doorgaan wanneer er geen energie verloren gaat door demping of door energie die aan de randen ontsnapt. Ieder achtereenvolgend heelal lijkt van buiten op het vorige heelal, maar door kleine variaties in de begin situatie ten gevolge van kwantummechanische onregelmatigheden zullen er binnen ieder heelal toch verschillen ontstaan waardoor andere vormen van sterrenstelsels mogelijk zijn en er andere vormen van leven zullen ontstaan. Wanneer dit proces tot in het oneindige doorgaat, dan kan er bij een eindige energie in ons heelal heel goed exact identieke heelallen in het verleden en in de toekomst bestaan. De oneindigheid is zo groot dat ons heelal het een oneindig aantal keren kan proberen om zichzelf exact te reproduceren. Denk maar aan de aap die oneindig doorgaat met typen: bij tijd van leven zal deze aap één keer het gehele werk van Shakespeare achter elkaar typen en heel veel later nog een keer enz..



Daarnaast zijn er binnen de ruimte van ons heelal voldoende mogelijkheden aanwezig tot het bestaan van een tweede, een derde en zelfs een oneindig aantal soortgelijke heelallen. Binnen onze leefwereld zijn vier onafhankelijke dimensies—lengte, breedte, hoogte en tijd—tijdens de oerknal uitgevouwen; in het standaard model voor de oerknal wordt uitgegaan van 10 of 11 dimensies die zijn uitgevouwen, omdat hiermee goed bruikbare uitkomsten lijken te ontstaan. Dit standaard model is gebaseerd op een wiskundig model dat op een aantal punten redelijk sluitend is, maar niet eensluidend kan worden bewezen, omdat er nog teveel onduidelijkheden zijn.

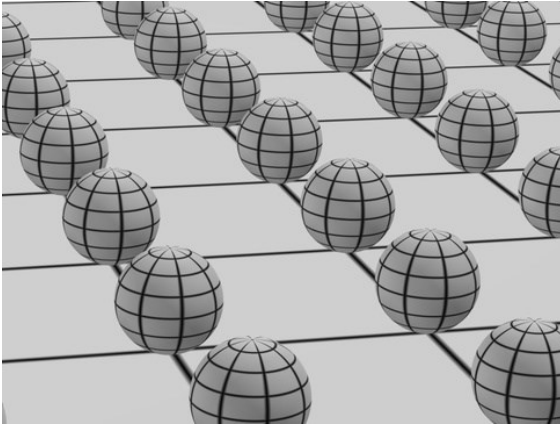
Stel nu dat vanuit de oorsprong van de oerknal buiten ons bevattingsvermogen—dus buiten de voor ons waarneembare vier dimensies—er vier andere dimensies tegelijkertijd zijn ontvouwen: er is dan op hetzelfde moment vanuit dezelfde oorsprong van ons eigen heelal een tweede heelal parallel ontvouwen.



Op dezelfde manier kunnen drie keer zoveel, vier keer zoveel tot oneindig keer zoveel dimensies zijn ontvouwen, die evenzoveel parallele heelallen opleveren. Er is geen enkele wiskundige regel die verbiedt om de eenheidsmatrix/-tensor van vier, naar 8 tot 11 dimensies uit te breiden en vervolgens naar een veelvoud—tot aan oneindig toe—van dit aantal.

$$I_1 = [1], \quad I_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad I_3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \dots, \quad I_n = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad 33$$

Daarbij is het ook goed mogelijk dat—naast het minuscuul kleine punt dat de oorsprong is van ons heelal—er in de onbepaalde leegte op vele andere punten zich parallele heelallen hebben ontvouwen en zullen gaan ontvouwen. Deze parallele heelallen zijn—net als ons heelal—naast elkaar overal gelijkmatig uitgedijd. Dit uitdijen kan—nagenoeg identiek aan ons heelal—met kleine kwantummechanische fluctuaties hebben plaatsgevonden of met een verschillende omvang van uitdijning net als ballonnen die naast elkaar op nagenoeg identieke manier (of met een verschillende omvang) worden opgeblazen, waarbij de lege ruimte ongeveer evenveel wordt opgeblazen waardoor de ballonnen elkaar in theorie niet zullen hinderen bij het uitdijen. De kwantummechanische kleine verschillen bij de oorsprong zorgen voor waarneembare verschillen tijdens het verder uitdijen. Voor zover ik weet, wordt nergens verhinderd dat er buiten ons eigen heelal oneindig veel kernen voor andere heelallen kunnen bestaan, die oorsprong kunnen zijn voor een oneindig aantal andere soortgelijke oerknallen.



34

Wanneer er vele universa kunnen ontstaan en weer kunnen verdwijnen—sequentieel en/of parallel binnen de oorsprong van ons heelal of, sequentieel en/of parallel vanuit oorsprongen buiten ons heelal—, dan is er heel goed ook een selectie van “trial and error” en daarmee een “survival of the fittest” mogelijk binnen het ontstaan en verdwijnen van universa. Er is dus een evolutie mogelijk onder universa die overeenkomt met de evolutieleer—herontdekt door Darwin³⁵—of die deze evolutieleer zelfs overtreft, omdat er oneindig veel mogelijkheden zijn in plaats van een eindig aantal mogelijkheden in ons eindig universum”, zegt Carla.

“Wanneer er oneindig veel mogelijkheden zijn, dan kan volgens mij alles—ergens en op een bepaald moment—blijven bestaan en dan vindt er geen selectie plaats waardoor minder levensvatbare vormen zouden moeten afvallen”, zegt Man.

“Jij hebt volkomen gelijk, op voorwaarde dat ieder van de oneindige universa die ontstaan, ook voldoende ruimte krijgen en er oneindig veel energie—en daarmee materie—aanwezig is. Maar voor zover ik

snel overzie, zijn er tenminste twee mogelijkheden tot selectie die worden veroorzaakt door kleine kwantummechanische fluctuaties bij de oorsprong—in dit model tijdens de afzonderlijke oerknallen—die later grote en vergaande gevolgen hebben voor de ontplooiing en het voortbestaan van de universa.

Allereerst kan er tijdens het begin te weinig ruimte zijn voor de hoeveelheid energie om volgens plan te kunnen ontplooiën; hierdoor ontstaat er een andere vorm en/of samenstelling van materie dan verwacht zou mogen worden. De ene vorm kan duurzamer of levensvatbaarder zijn voor nageslacht van navolgende universa, dan de andere vorm. Er kan ook teveel ruimte zijn voor de hoeveelheid energie, waardoor de energie sneller uitdooft en het heelal als een slappe ballon oneindig blijft bestaan en dus geen nakomelingen oplevert en daardoor zal verstarren in een levenloze kilte. Zelfs deze levenloze kilte met een temperatuur op bijna het absolute nulpunt, kent nog veel veranderingen.

Door kwantummechanische fluctuaties kan de verdeling van energie over de heelallen na verloop van tijd aanmerkelijk gaan variëren, waardoor de ene vorm meer levensvatbaar is voor nakomelingschap.

Wanneer er oneindig aantal mogelijkheden zijn, kunnen er ook oneindig veel—kleine—verschillen gaan ontstaan: een vorm van oneindig kan zich veel sneller gaan ontwikkelen dan de andere vorm. Hierbij kan de verdeling van energie aanmerkelijk meer wordt toegediend aan voorkeursvormen dan aan andere vormen, waardoor de voorkeursvormen zich steeds sneller gaan ontwikkelen en sneller tot ontplooiing kunnen komen. De andere vormen kunnen in oneindig stappen naar een bepaald eindige waarde groeien”, zegt Carla.

“Nu ik deze uitleg heb gehoord, begrijp ik jouw aarzeling bij iedere vorm van oorsprong beter. En ineens schiet mij de vraag te binnen:

wilde jij op dit onderwerp aan de TU Delft gaan afstuderen?³⁶”, vraagt Man aan Carla.

“Voor een deel: indertijd was ik nog zeker niet zover. Ik heb de ontwikkelingen op dit onderwerp bijgehouden. Later zijn er een aantal nieuwe inzichten bijgekomen, die ik toen nog niet voor ogen had”, zegt Carla.

“Hoe zie jij de wet van behoud van energie tijdens het ontstaan van ons heelal?”, vraagt Peter aan Carla.

“Voor zover ik weet, zijn er nog nooit afwijkingen gevonden van de wet van behoud van energie. Alle afwijkingen zijn op papier tot nu toe altijd te herleiden tot rekenfouten of tot observatiefouten. Ik denk dat jij vraagt waar de ontstellende energie bij het begin van de oerknal vandaan komt?”, vraagt Carla aan Peter.

“Ja, dat is eigenlijk mijn vraag”, zegt Peter.

“Een eenvoudige verklaring voor de energie die de oerknal heeft veroorzaakt, is het samenkomen van materie en antimaterie na een inkrimping van een heelal tot een miniem punt door de zwaartekracht. Of beter: materie krimpt door de zwaartekracht aan de ene kant langs een positieve tijdslijn en antimaterie krimpt door de zwaartekracht aan de andere kant langs de negatieve tijdslijn, om op een punt kleiner dan de Planck ruimte bij elkaar te komen om daarna in fractie van een fractie van de kleinste tijdseenheid te annihileren en daarna te ontvouwen en expanderen via kwantumfluctuaties volgens dezelfde dimensies, of misschien wel te ontvouwen via andere dimensies³⁷.

Een andere verklaring voor de energie van de oerknal is dat alle materie/energie binnen ons heelal tijdens de krimp opnieuw samenkomt op een miniem punt dat kleiner is dan de Planck ruimte. De materie/energie wordt zodanig samengeperst door de zwaartekracht,

dat iedere vorm van materie, energie en straling weer volkomen homogeen wordt. Hierdoor wordt de inwendige energie van het totale heelal zodanig samengebald dat de materie het karakter van massa verlies en er alleen straling en energie overblijft. De andere mogelijkheid is dat inwendige energie de zwaartekracht te boven gaat en het homogene punt uiteenspat in een oerknal en het heelal opnieuw ontstaat.

De natuurkundige John Archibald Wheeler heeft hierover—volgens een quote in een boek—gezegd:

*“No point is more central then this, that empty space is not empty. It is the seat of the most violent physics”*³⁸

Het ontstaan van de eerste oerknal is in nevelen gehuld en het vraagt om alle verbeeldingskracht die wij kunnen opbrengen. Misschien gaat deze gebeurtenis onze verbeeldingskracht zelfs te buiten. Ik moet hierbij denken aan de beschrijving van Dante’s Vagevuur:

*Verbeeldingskracht, jij die ons vele malen
Belette op (het ontstaan van) de wereld acht te slaan
Al schalde er een duizendtal cimbalen.*

*Wat drijft jou, buiten onze zinnen, aan?
Een lichtflits, in de hemel vormgegeven,
Vanzelf of door de wil van God ontstaan.*³⁹

Misschien kunnen wij een ander keer hierop terugkomen, want het is al laat. Volgens mij is er ook een verband met jouw vraag over kwantummechanica”, zegt Carla.

“Ik ga nu slapen, want ik ben moe. Ik wens jullie een goede nachtrust toe”, zegt Man.

“Welterusten”, zeggen Carla, Ferdinand, en Peter tegen Man.

Zij schenken de laatste wijn in hun glazen.

“Jij bent vanavond wel op dreef met jouw uitleg over het ontstaan van het heelal”, zegt Peter tegen Carla.

“Ik heb gemerkt dat ik wat doordraaf, maar als ik aan het uitleggen ben, dan maak ik mij geen zorgen over Man. Hij is vanavond snel moe en ik heb de indruk dat hij nog niet goed aan de warmte is gewend. Ik merk zelf ook dat het overdag warm is, maar 's-avonds leef ik weer op”, zegt Carla.

“Man heeft heel bewust voor deze reis gekozen, terwijl hij weet dat zijn gezondheid zwak is. Wanneer hij tussentijds extra rust nodig heeft, dan zullen Man en ik de rondreis onderbreken en een rustplaats zoeken”, zegt Ferdinand.

“Gelukkig ben jij als arts bij ons om over zijn gezondheid te waken”, zegt Peter.

“Dit stelt mij maar een beetje gerust. Ik ga mij ook klaar maken voor de nacht, want morgen moeten wij weer vroeg op. Welterusten”, zegt Carla.

“Welterusten”, zeggen Ferdinand en Peter. Zij doven hun kampvuur.

¹ Zie ook: https://nl.wikipedia.org/wiki/Masai_Mara

² Bron afbeelding: https://nl.wikipedia.org/wiki/Masai_%28volk%29

³ Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Maasai_people

⁴ Bron: Harrison, Edward, *Cosmology – The Science of the Universe (2nd Edition)*. Cambridge: Cambridge University Press: 2013, p. 138.

⁵ Foto van de Krabnevel die is ontstaan uit de explosie van een supernova. Een supernova is een ster die een aantal keren zwaarder is dan de zon, en aan het einde van haar leven als ster is gekomen. De supernova heeft niet voldoende energie meer om haar omvang te behouden en implodeert onder invloed van de zwaartekracht van de grote eigen massa. Deze implosie duurt ruim een maand waarbij de supernova net zoveel energie en materie uitstraalt totdat weer een nieuwe stabiele afgekoelde toestand ontstaat. De witte punten rondom de Krabnevel zijn sterren.

Zie ook: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Supernova>

Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Crab_Nebula

⁶ Zie ook: <https://en.wikipedia.org/wiki/Topology>

⁷ De klaverbladknoop is de eenvoudigste niet-triviale knoop, zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Trefoil_knot. Bron afbeelding: <https://en.wikipedia.org/wiki/Topology>

⁸ Bijvoorbeeld: de Constante van Planck, of de Constante van Dirac voor de energie van een foton, zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Planck_constant of de Dirac delta functie, zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Dirac_delta_function

⁹ Een voorbeeld van een Calibi-Yau veelvlak. Dit type veelvlakken zijn toegepast in de snaartheorie om de overige dimensies—buiten onze vier dimensies voor ruimtetijd—terug te vouwen tot nagenoeg nul. Andere dimensies buiten onze vier dimensies voor ruimtetijd kunnen mogelijk onze ruimtetijd waarnemen als Calibi-Yau veelvlak. Bron afbeelding:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Calabi-Yau-Mannigfaltigkeit>

¹⁰ Zie ook: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Snaartheorie>

¹¹ Bron afbeelding: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bud>

¹² Zie: https://en.wikipedia.org/wiki/Michelson%E2%80%93Morley_experiment

¹³ Zie ook: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Entropie>

¹⁴ Zie ook: Origo, Jan van, *Wie ben jij—een verkenning van ons bestaan—deel 2.3—Leegte*. Amsterdam: Omnia – Amsterdam Uitgeverij, 2015, p. 61 en 63

¹⁵ Titel van een populair wetenschappelijk boek over dit onderwerp: Greene, Brian, *The Elegant Universe—Superstrings, Hidden Dimensions, and the Quest for the Ultimate Theory*. New York: W.W. Norton & Company, 2003

¹⁶ See also: Booker, Christopher, *The seven basic Plots—Why we tell stories*. London: Continuum, 2010 and Lewis-Williams, David & Pearce, David, *Inside the neolithic Mind—Conscious, Cosmos and the Realm of Gods*. London: Thames & Hudson, 2009

¹⁷ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Richard_Feynman

¹⁸ Bron: Taylor, Edwin F., Wheeler, John Archibald, *Spacetime Physics—Introduction to special relativity; second edition*. New York: W.F. Freeman and Company, 1992, p. 1

¹⁹ Bron afbeelding: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Astronomie>

²⁰ Bron: Weinberg, Steven. *The First Three Minutes—A modern view of the Origin of the Universe*. New York: Basic Books, 1993, p. 101 - 121

²¹ Zie: https://en.wikipedia.org/wiki/Feynman_diagram

²² Bron: https://en.wikipedia.org/wiki/Feynman_diagram

²³ Bron: Harrison, Edward, *Cosmology—The Science of the Universe (2nd Edition)*. Cambridge: Cambridge University Press: 2013, p. 433

²⁴ De beschrijving van de eerste drie seconden van ons heelal en de eerste 10 miljoen jaren waarin de eerste levende wezens zijn ontstaan, is in eigen bewoording overgenomen uit: Weinberg, Steven, *The First Three Minutes—A modern view of the Origin of the Universe*. New York: Basic Books, 1993, p. 101 - 121

²⁵ Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Big_Bang

²⁶ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Conway's_Game_of_Life

²⁷ Zie ook: Harrison, Edward, *Cosmology—The Science of the Universe (2nd Edition)*. Cambridge: Cambridge University Press: 2013, Chapter 18

²⁸ Zie ook: Harrison, Edward, *Cosmology—The Science of the Universe (2nd Edition)*. Cambridge: Cambridge University Press: 2013, p. 370 figure 18.15

²⁹ Zie ook de houtsnede Möbius II uit 1963 van M. C. Escher via: <http://www.mcescher.com/gallery/recognition-success/mobius-strip-ii/>

³⁰ Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/M%C3%B6bius_strip

³¹ Bron afbeelding: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Monkey-typing.jpg>

³² Vanuit drie dimensies bezien: voorbeeld van 6 assen die zijn ontvouwen vanuit één oorsprong. Bron afbeelding: https://simple.wikipedia.org/wiki/Calabi-Yau_manifold

³³ Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Identity_matrix

³⁴ Bron afbeelding: <https://www.quora.com/What-do-string-theorists-mean-when-they-say-extra-dimensions-are-rolled-up-tightly>

³⁵ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/On_the_Origin_of_Species

³⁶ Zie ook: Narayana, Narrator, *Carla Drift—Een Buitenbeentje, Een Biografie*. Amsterdam: Omnia – Amsterdam Uitgeverij, 2012, p. 43 - 50

³⁷ Volgens de algemene relativiteitstheorie van Einstein vormen ruimtetijd en energie elkaar. Ruimtetijd kent twee vormen van vectornotatie die punt-spiegel-symmetrisch zijn. Opgeteld zijn deze beide vormen van vectornotatie weer nul: $(1; 1; 1; -1) + (-1; -1; -1; 1) = 0$. Dit zou kunnen inhouden dat ons heelal is voortgekomen uit een punt-symmetrische ruimtetijd: of uit een totale energie-inhoud van nul.

³⁸ Harrison, John, M. *Space – A Haunting*. London: Gollancz, 2012, p. 2

³⁹ Dante “Purgatorio” XVII.13-18; vertaling uit: Dante Alighieri, *De goddelijk komedie*. Amsterdam: Atheneum—Polak & Van Gennep, 2008, p. 282

Einde der tijden

In vergankelijkheid en imperfectie

De zon gaat onder; de lucht kleurt dieprood. Carla, Man, Peter en Ferdinand zitten rond het kampvuur. Over een kwartier zal het avondmaal klaar zijn.

“Gisteravond hadden wij het over het ontstaan van ons heelal. Hoe zal de zon en onze aarde eindigen?”, zegt Ferdinand.

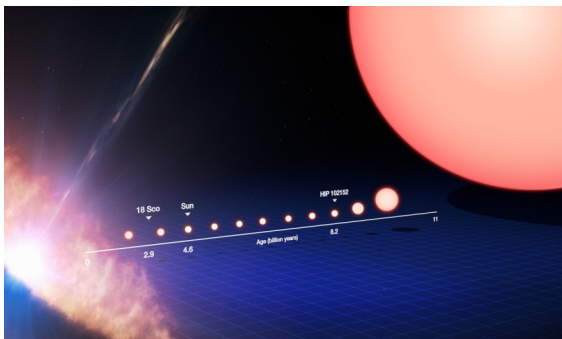
“In een boek over kosmologie heb ik gelezen dat de zon ongeveer 5 miljard jaren geleden is ontstaan uit een enorme waterstofnevel, die onder invloed van de onderlinge zwaartekracht van de deeltjes in de loop van een half miljard jaren is samengeballd tot een kern. Door deze geconcentreerde grote massa in de kern is de druk en de temperatuur zo hoog opgelopen dat in de kern van de zon een voortdurende kernfusie is gaan plaatsvinden, waarbij waterstofkernen worden omgezet in heliumkernen. Dit proces van kernfusie in het binnenste van de zon blijft ongeveer 10 miljard jaren stabiel; de zon is nu op de helft van deze stabiele fase.

Tijdens deze kernfusie wordt in de zon een klein deel van de massa van de waterstofkernen omgezet in straling, waarvan wij het licht en de warmtestraling vandaag op aarde zien en voelen. Door het zonlicht en deze warmtestraling is leven op aarde mogelijk; anders zou het aardoppervlak veel te koud zijn voor het leven van mensen en dieren.

Door het voortdurende verlies van massa tijdens de kernfusie, neemt de zwaartekracht in het binnenste van de zon steeds iets verder af, waardoor de kern van de zon langzaam gaat zwellen, omdat de druk

door de kernfusie ongeveer gelijk blijft en de samenpersing onder invloed van de zwaartekracht steeds verder afneemt.

Na 10 miljard jaren is de meeste waterstof in de kern als brandstof verbruikt; daardoor zal deze manier van kernfusie gaan stoppen. In het binnenste van de zon neemt dan de stralingsdruk door de kernfusie af en de zwaartekracht zorgt ervoor dat de kern voor een groot deel instort. Hierdoor neemt de temperatuur in de kern enorm toe. In de laag rond de kern is nog niet alle waterstof verbruikt en de kernreactie gaat in de buitenste delen van de zon verder. Door de snelle instorting van de kern is de temperatuur in de lagen rond de kern veel hoger dan in de oorspronkelijke kern en deze buitenlagen zwellen enorm op—de diameter van de zon wordt wel 200 keer groter—en daarbij neemt de zonnestraling vele malen toe. Door het veel grotere oppervlak van de zon wordt het zonlicht rood van kleur: de zon wordt een rode reus¹. De omvang van de zon wordt zo groot dat de planeten Mercurius en Venus worden opgeslokt; het rekenmodel is onzeker over wat er met de Aarde zal gaan gebeuren, maar de zonnestraling is zo intens dat leven op aarde onmogelijk wordt.



2

Deze enorme straling over een periode van 2,5 miljard jaren—na 10 miljard jaren—veroorzaakt een massaverlies van een zeer aanmerkelijk

deel van de buitenste lagen. Na 2,5 miljard jaren zal de kern verder krimpen—de diameter van de zon krimpt in deze periode van 200 keer groter naar 100 keer kleiner dan de hedendaagse diameter—en de temperatuur in de kern neemt zodanig toe dat de zon zeer fel gaat schijnen: de zon is veranderd in een witte dwerg³ die zo'n 10 miljard jaren zal blijven bestaan. Hierna zal de zon waarschijnlijk gaan afkoelen en uitdoven: de zon verandert in een zwarte dwerg⁴”, zegt Peter.

“Dit voorspelt een gewelddadig en verzegend einde van ons aardse leven. Wij moeten eerst nog zien of ons aardse leven meer dan 5 miljard jaren kan blijven bestaan voordat de zon zal gaan veranderen in een rode reus. Ik verwacht dat ons leven in deze 5 miljard jaren eerst nog een aantal andere grote bedreigingen zal tegenkomen, zoals inslagen van grote meteorieten die waarschijnlijk de aanzet zijn geweest voor het uitsterven de dinosaurussen⁵. Of de mensheid veroorzaakt een kernoorlog op wereldschaal die ons bestaan in menselijke vorm vernietigt”, zegt Ferdinand.

“Het is ook goed mogelijk dat de aarde in deze 5 miljard jaren door de zwaartekracht van een groot passerend hemellichaam uit haar baan om de zon wordt getrokken. Als dit gebeurt dan zal de aarde in de lege ruimte afkoelen tot bijna het absolute nulpunt”, zegt Carla.

“Peter, jouw beschrijving van het einde van ons zonnestelsel doet mij denken aan het einde der tijden in het boeddhistisch vraagstuk “Aeonie Fire” of “Eeuwig/Oneindig Vuur”:

“Wanneer aan het einde der tijden een vuur woedt, waarin het gehele universum wordt vernietigd, wordt dit dan ook vernietigd?”

Een leraar antwoordde: “Vernietigd, want dit gaat met alles ten onder”.

Een andere leraar antwoordde: “Niet vernietigd, omdat het hetzelfde is als dit”.

“Waarom wordt dit niet vernietigd?”

De andere leraar antwoordde: "Omdat dit hetzelfde is als ons universum".⁶

Carla, jij hebt gisteren uitgelegd dat ons heelal vanuit één punt volledig gelijkmatig is uitgedijd met in het begin kleine kwantummechanische onregelmatigheden die later door samenballing van materie tot planeten en sterren hebben geleid. Hierdoor bevindt het middelpunt van ons heelal zich overal en nergens; of anders gezegd, iedere plaats is het middelpunt van ons heelal.

Wanneer alles verandert, verandert het middelpunt van ons heelal dan ook? En verandert—verdwijnt—aan het einder der tijden het middelpunt van ons heelal? Wat denken jullie?", vraagt Man.

"Een heel goede vraag met een belangrijke kern. Ik denk dat ons avondmaal klaar is. Zullen wij eerst gaan eten voordat ik mijn licht laat schijnen op deze vraag?", zegt Carla.

"Jij hebt gelijk: ons avondmaal is belangrijker dan de vragen over het ontstaan en de ondergang van ons heelal⁷. Laat ons genieten van het eten dat door onze kok en kookploeg is bereid", zegt Man.

Carla, Ferdinand, Peter en Man gaan naar de medereizigers bij de eettent voor hun avondeten. Na de maaltijd helpen zij met de afwas en het opruimen van de eetplaats, en zij maken koffie voor de hele groep. Daarna gaan zij met verse koffie bij het nog smeulende kampvuur zitten. Het vuur wordt door Peter opnieuw opgestookt.

"Welke belangrijke kern zag jij in mijn vraag over het veranderen van het middelpunt?", vraagt Man aan Carla.

"Voordat ik hierop wil ingaan, lijkt het mij goed om eerst het levenseinde van de verschillende soorten sterren te belicht.

Op hoofdlijnen wordt de manier waarop een ster uitdooft, bepaald door de massa—of de energie—van de ster. Sterren met een massa tot 1,4 keer de massa van de zon⁸, zullen aan het einde van hun leven net als de zon op eenzelfde manier opzwellen als een rode reus, inkrimpen als een witte dwergster en vervolgens uitdoven als een zwarte dwerg, omdat 1,4 keer de massa van de zon het maximum is waarbij witte dwergsterren stabiel zijn.

Sterren met een grotere massa dan deze kritische massa kunnen—afhankelijk van hun massa en samenstelling—verschillende wegen bewandelen op weg naar hun einde als ster. Ik noem een drietal van deze verschillende wegen:

1. Sterren met een massa rond de kritische massa van 1,4 keer de massa van de zon zullen tegen het einde van hun stabiele bestaan zeer snel imploderen, waarbij in de kern door kernfusie zoveel druk en energie optreedt, dat de samenballende zwaartekracht volledig wordt overwonnen: de beginnende witte dwerg zal volledig exploderen en aan de sterrenhemel te zien zijn als een supernova⁹;
2. Sterren met een massa van meer dan 8 keer de massa van de zon kunnen—na een enorme explosie tijdens hun korte leven als supernova waarbij het grootste deel van de kernmassa de ruimte in wordt weggeblazen—eindigen als neutronensterren met een massa van tussen 1,4 en 3 keer de massa van de zon en een diameter van ongeveer 10 kilometer¹⁰. De massadichtheid van deze neutronensterren is zeer groot en bestaat geheel uit neutronen, doordat de protonen in de kern versmelten met de elektronen: de kern lijkt op één gigantische atoomkern van neutronen die wordt bijeengehouden door de zwaartekracht. Er kan nog wel degelijk straling in de vorm van neutronen en radiogolven aan de zwaartekracht ontsnappen. Door de straling van neutronen met hoge energie, koelt een neutronenster binnen

enkele jaren af van 10^{12} K naar 106 K. De elektromagnetische straling wordt meestal waargenomen als pulserende radiogolven terwijl de neutronenster snel om haar as draait: dit type neutronenster wordt pulsar genoemd. Een standaardwerk over Kosmologie zegt vrij vertaald over deze pulserende neutronensterren: *“De ster is dood! Lang leve de ster! Uit de as van de oorspronkelijke ster is een pulserende neutronenster ontstaan die haar straling uitzendt tot aan het einder van ons heelal; totdat na een miljoen jaren haar rotatie-energie opraakt”*¹¹.

3. Sterren met een massa van meer dan ongeveer 15 tot 20 keer de massa van de zon kunnen—na een enorme explosie tijdens hun korte periode als supernova—eindigen als een zogenaamd zwart gat wanneer hun restmassa na de explosie meer dan 3 tot 4 keer de massa van de zon¹² bedraagt. De zwaartekracht van deze restmassa is zo groot dat de kern verder wordt samengebald tot een zwart gat waaruit niets—dus ook geen straling en geen licht—kan ontsnappen. Rond het zwarte gat is een denkbeeldig oppervlak dat de waarnemingshorizon wordt genoemd. Vlak buiten deze waarnemingshorizon kan licht nog net aan de zwaartekracht van het zwarte gat ontsnappen; voorbij deze horizon wordt alles—dus ook licht—onherroepelijk in het zwarte gat gezogen. Zwarte gaten zijn er in verschillende maten en soorten die afhankelijk zijn van de massa van de kern van het zwarte gat en de diameter van de kern. De dimensies variëren van minder dan een millimeter tot 1000 km doorsnede en van 10 keer tot 10^9 keer de massa van de zon¹³. Er zijn ook snel roterende zwarte gaten met een platte schijf van gas/materie buiten de waarnemingshorizon. Deze roterende schijf kan materie en plasma loodrecht uit de schijf de ruimte in slingeren. Het binnenste van de schijf—uiteraard buiten de waarnemingshorizon—kan zo heet zijn dat de helderheid 100 tot

1000 keer groter is dan alle sterren in de nabijheid en bovendien kan het binnenste van de schijf—ook weer buiten de waarnemingshorizon van het zwarte gat—röntgenstraling uitzenden¹⁴.



15

Dit is een kleine rondgang over het kerkhof van de sterren binnen ons heelal als opmaat naar een beschouwing van jouw vraag over het veranderen—en het mogelijke einde—van middelpunt van ons heelal. Zullen wij eerst een biertje pakken voordat ik hiermee begin?”, zegt Carla.

“Met jouw rondgang over de begraafplaats van sterren, begin ik een eerste indruk te krijgen van de uitspraak van een natuurkundige: *“Het lege firmament is de zetel van de meest gewelddadige natuurkunde”*¹⁶”, zegt Ferdinand.

Peter gaat vier pilsjes halen en hij geeft de flesjes aan Carla, Ferdinand en Man. Zij drinken een paar slokken.

“Hoe kunnen wij zwarte gaten waarnemen wanneer deze gaten geen informatie over hun bestaan kunnen uitzenden?”, vraagt Man aan Carla.

“Tegen het einde van de achttiende eeuw werd al gespeculeerd over het bestaan van een groot aantal zwarte sterren—of zwarte gaten—binnen ons heelal¹⁷. In 1915 werd door de astrofysicus Karl Schwarzschild aan

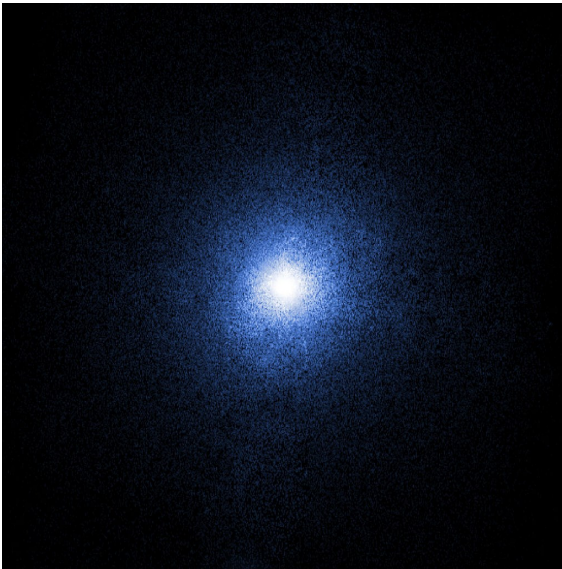
de hand van de algemene relativiteitstheorie van Einstein de randvoorwaarden voor niet draaiende zwarte gaten voorspeld: zijn berekeningen voorspelden de mogelijkheid van een zwaartekrachtsveld ten gevolge van een puntmassa met een waarnemingshorizon. Maar Albert Einstein en Arthur Eddington—de twee gerenommeerde experts op het gebied van algemene relativiteit en zwaartekracht gedurende de jaren 20 en 30—vonden intuïtief zwarte gaten niet passen binnen hun theoretische denkkaders ¹⁸.

De Indiase astrofysicus Subrahmanyan Chandrasekhar¹⁹ heeft de maximale stabiele massa van witte dwergen als 19-jarige jonge man op zijn bootreis naar Engeland—om daar zijn studie en loopbaan te gaan vervolgen—uitgerekend²⁰. In Engeland had niemand interesse in zijn berekeningen, of zijn berekeningen werden niet geaccepteerd. Daarbij was Arthur Eddington een opponent van formaat: hij presenteerde in 1935 zijn—achteraf onjuiste—zienswijze waarin sterren met een aanmerkelijk grotere massa dan de zon het noodlot van een einde als zwart gat bespaard bleven. Tot ver na 1960 bleef de zienswijze van Arthur Eddington gangbaar in de wereld van sterrenkundigen. Subrahmanyan Chandrasekhar zag zich gedwongen om zijn aandacht op andere terreinen te richten²¹.

In 1939 voorspelden Robert Oppenheimer²² en anderen aan de hand van de zogenaamde “Tolman–Oppenheimer–Volkoff–limiet” dat neutronensterren met meer dan drie keer de massa van de zon zouden kunnen samenballen tot zwarte gaten. De Tweede Wereldoorlog en de kernwapenwetloop zorgden voor een intermezzo in de theorievorming over het levenseinde van sterren. Met de ontwikkeling van kernbommen waren de natuurkundigen bezig met de dreigingen voor het levenseinde van vijanden van de staat.

In de jaren 50 kwam de theorievorming over de levensloop van sterren weer op gang; in 1967 werd de naam Zwart Gat in de kring rond de

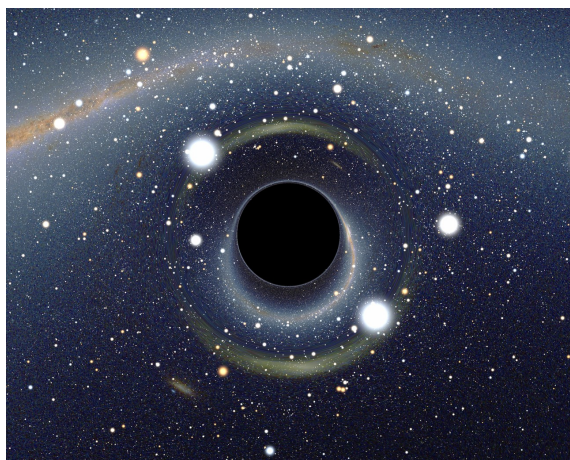
natuurkundige John Archibald Wheeler²³ geïntroduceerd en vervolgens algemeen geaccepteerd. In 1964 werd Cygnus X-1²⁴ voor het eerst waargenomen; het is een van de sterkst stralende bronnen van röntgenstraling die te zien is vanaf de aarde. Rond 1971 werd vermoed dat de kern van Cygnus X-1 een zwart gat bevat en in 1990 is dit indirecte bewijs van het bestaan van een zwart gat algemeen geaccepteerd²⁵.



26

In 1975 publiceerde de Engelse natuurkundige Stephen Hawking²⁷ berekeningen waaruit zou blijken dat zwarte gaten straling uitzenden met een temperatuur net boven het absolute nulpunt. Door deze straling verliest het zwarte gat energie en wordt dus lichter van gewicht in het geval dat er meer materie verdampt dan er nieuwe materie—vanbuiten de waarnemingshorizon—het zwarte gat wordt ingetrokken. Theoretisch zou het zwarte gat door deze straling volledig kunnen verdampen, maar gedurende de gehele leeftijd van het heelal zal op

deze manier slechts een zeer kleine hoeveelheid energie uit het zwarte gat weglekken²⁸. Deze “Hawking straling” wordt veroorzaakt doordat aan de absolute buitenste grens van de waarnemingshorizon door het kwantummechanische onzekerheidsbeginsel materie/energie binnen de grens net buiten de grens komt te vallen. Deze materie/energie net buiten de grens straalt met een temperatuur net boven het absolute nulpunt.



29

In 1981 ontstond er een debat tussen Stephen Hawking aan de ene zijde en Gerard 't Hooft en Leonard Susskind aan de andere zijde over de vraag of de informatie die in een zwart gat verdwijnt, voor altijd verloren gaat³⁰. Gerard 't Hooft³¹ en Leonard Susskind³² waren van mening dat informatie niet verloren gaat in een zwart gat. Eén reden waarom beiden het met Stephen Hawking oneens zijn, is dat door het verloren gaan van informatie in ons heelal—dat met het gelijkmatig uitdijen na de grote knal moet worden gezien als een gesloten systeem—de entropie³³ afneemt: dit zou een grove schending zijn van de tweede wet van de Thermodynamica die stelt dat de entropie³⁴ van een gesloten systeem alleen maar kan toenemen³⁵.

Ik zal dit beginsel van toename van entropie eenvoudig uitleggen: vers geklopte slagroom is bijna geheel uniform, heeft een lage entropie en bevat weinig informatie, want de slagroom is overal gelijk en kan eigenlijk maar op één manier geordend worden. Na verloop van tijd gaat de homogeniteit van slagroom steeds verder verloren en op een bepaald moment schift slagroom: de wijze waarop slagroom na schifting geordend kan worden, neemt steeds meer toe en daarmee neemt de entropie ook steeds verder toe. Of heel vrij weergegeven: orde verandert in chaos en een schone kamer verandert na verloop van tijd in een stoffige vuile kamer. En binnen ons heelal: in het begin was de entropie zeer laag, want alles was nagenoeg homogeen en alles kon maar uiterst beperkt geordend worden. In de loop der tijd ontstonden deeltjes, clusters van gaswolken, melkwegstelsels met sterren en zonnestelsels; en enige tijd later kwamen er kerkhoven van sterren en zonnestelsel bij: kortom de entropie neemt steeds verder toe.

Voor deze drie natuurkundigen was dit verschil van inzicht van een fundamenteel belang, vergelijkbaar met de fundamenteel verschillen van inzicht over het hiernamaals binnen het Christelijk geloof voor, tijdens en na de Reformatie³⁶.

Het verlies van alle informatie bij het passeren van de waarnemingshorizon van een zwart gat houdt voor Gerard 't Hooft en Leonard Susskind in, dat alle energie die gemoeid is met deze informatie ook verloren zou moeten gaan. Of anders gezegd: alle energie—lees: $E = mc^2$ —verbonden met de massa van deze informatie gaat bij het passeren van de waarnemingshorizon volledig verloren. Dit is niet toegestaan op basis van de natuurkundige wet van behoud van energie³⁷. Wanneer alle informatie verloren zou gaan, dan zou—op basis van de wet van behoud van energie—alle energie van deze informatie/massa bij het passeren van de waarnemingshorizon volledig moeten annihilieren³⁸. Dergelijke enorme energie pulsen/straling—of

restanten ervan—door het volledig annihileren van informatie/massa zijn bij zwarte gaten binnen ons heelal tot op heden nog niet waargenomen. Volgens Gerard 't Hooft en Leonard Susskind gaat deze informatie niet verloren aan de waarnemingshorizon en/of binnen een zwart gat. Ik denk dat deze informatie alleen verloren kan gaan als ons heelal geen gesloten systeem is: deze energie zou dan naar andere dimensies—dus een ander heelal—moeten weglekken³⁹. Tot op heden is binnen ons heelal geen toename van energie vanuit een ander heelal waargenomen.

Stephen Hawking is van mening dat de zwaartekracht van een zwart gat zo groot is dat er niets—geen licht, geen straling, geen massa—uit de waarnemingshorizon kan ontsnappen. De zwaartekracht binnen een zwart gat is zo groot dat alle materie volledig in de kern is samengeperst in de kleinst mogelijke ordening en vorm: een niet roterend zwart gat zal de vorm van een volledig samengeperste bol of punt aannemen. Hierdoor is de kern volledig homogeen geordend en de kern heeft een lage entropie waarin de oorspronkelijk informatie volledig verdwijnt: dus volgens Stephen Hawking gaat de informatie van materie die in het zwarte gat terechtkomt, voorgoed verloren.

In de loop van de vele discussies over dit verschil van inzicht, heeft Leonard Susskind (mede op basis van werk van Gerard van 't Hooft) het idee uitgewerkt—en met behulp van de snaartheorie⁴⁰ aangetoond—dat de informatie van de verdwijnende materie als een hologram⁴¹ aan de waarnemingshorizon van het zwarte gat achterblijft.

Ik zal dit idee van een hologram van informatie aan de waarnemingshorizon van een zwart gat eenvoudig proberen te vertellen. Volgens de algemene relativiteitstheorie verloopt de tijd in de nabijheid van een zeer zware massa—bijvoorbeeld aan het oppervlak van een uiterst zware planeet—trager dan in de vrije ruimte⁴². Of nauwkeuriger gezegd: een waarnemer die op een vaste afstand van een planeet in de vrije ruimte zweeft, ziet de klok die op een zware planeet

staat, trager tikken dan zijn eigen klok. Grote zwarte gaten bevatten ontstellend veel meer massa dan een zware planeet. De volledig samengebalde massa van een groot zwart gat veroorzaakt: een—in op enige afstand in de vrije ruimte—zwevende waarnemer ziet de veranderingen en bewegingen van een tweede waarnemer die de waarnemingshorizon van een—niet roterend—zwart gat nadert, volledig tot stilstand komen. De in de vrije ruimte zwevende waarnemer ziet de tijd van de tweede waarnemer bijna tot stilstand komen; op het moment dat de tweede waarnemer door de waarnemingshorizon van het zwarte gat gaat, zal de zwevende waarnemer de tweede waarnemer niet meer zien veranderen: deze tweede waarnemer blijft voor altijd aan de waarnemingshorizon zichtbaar⁴³. Voor de zwevende waarnemer in de vrije ruimte staat de tijd aan de waarnemingshorizon van het grote zwarte gat voor altijd stil. De informatie van de massa die in een zwart gat valt, blijft dus volgens Gerard 't Hooft en Leonard Susskind voor altijd aanwezig aan de waarnemingshorizon.

Dit verschil van inzicht is beëindigd met de publicatie van Stephen Hawking in juli 2004, waarin hij vermeldt dat de informatie die is verdwenen in een zwart gat, tezamen met het verdampen van de massa/energie weer uit het zwarte gat tevoorschijn zal komen.

Nadat ik de uitkomsten van het verschil van inzicht had gelezen, betwijfel ik of beide standpunten fundamenteel nader tot elkaar zijn gekomen. Daarnaast heb ik mijn twijfels bij de twee modelleringen. Ik kom hier een andere keer op terug, Peter. Misschien wanneer ik jouw vraag over kwantummechanica belicht”, zegt Carla.

“Aan het begin van jouw inleiding begreep ik niet goed waarom jij eerst het levenseinde van de verschillende soorten sterren nader hebt belicht, om daarna het vraagstuk van behoud van informatie/energie van materie/energie aan de orde te stellen bij het passeren van de waarnemingsgrens van zwarte gaten.

Ook tijdens jouw toelichting op de zoektocht naar antwoorden voor dit vraagstuk, krijg ik weer de indruk dat de mensheid voor haar wetenschap en levensbeschouwing slechts kan beschikken over beperkt aantal mythen voor duiding van ons bestaan in brede zin.

Nu mijn levenseinde nadert, bereid ik mij voor op het passeren van de waarnemingsgrens tussen mijn leven op aarde en een leven na de dood. De mensheid heeft voor het geven van duiding aan deze onherroepelijke verandering een beperkt aantal mythen ontwikkeld. De verschillende wereldreligies maken gebruik van deze mythen en zij hebben deze religieuze ideeën ieder op een andere wijze geordend, maar de oorspronkelijk ideeën vertonen grote gelijkenissen⁴⁴.

Daarbij herken ik twee ideeën zeer duidelijk. Na het overlijden van mijn tante heb ik zorg mogen en moeten dragen voor het afhandelen van haar erfenis of—in beeldspraak—een hologram van mijn tante bij (en na) de waarnemingsgrens tussen leven en dood. In haar erfenis herkende ik haar volkomen zoals zij was in mijn recente herinnering. Vele jaren later bekeek ik foto's van haar opnieuw; mijn wereld was veranderd en zij bleef op de foto's onveranderd: zij stond stil in de tijd.

Laten wij verder gaan met onze beschouwing van het heelal. Carla, wat gebeurt er volgens de theoretische natuurkunde met een waarnemer bij het passeren van de waarnemingsgrens van een zwart gat?", zegt Man.

“Dat is een interessante vraag waarop wij waarschijnlijk het antwoord nooit met zekerheid kunnen krijgen, omdat een waarnemer binnen de kern van een zwart gat ophoudt te bestaan: de waarnemer gaat dan volledig op in de kern.

Laat ik bij mijn bespiegeling uitgaan van het eenvoudigste model⁴⁵:

- Allereerst gaat dit model uit van een niet-roterend zwart gat, omdat een roterend zwart gat door zijn kleine diameter bijna met de snelheid van het licht ronddraait; hierdoor is de laag net buiten de waarnemingsgrens zeer heet door wrijving⁴⁶.

- Daarnaast gaat de waarnemer loodrecht met de voeten vooruit naar de waarnemershorizon van het zwarte gat, omdat anders de waarnemer waarschijnlijk steeds sneller rond het zwarte gat gaat tollen⁴⁷.
- Laten wij uitgaan van een zeer groot zwart gat met een waarnemingshorizon op een aantal kilometers van de kern, want hierdoor is de overlevingstijd van de waarnemer maximaal⁴⁸.

Op het moment dat een waarnemer door de waarnemingshorizon van een zwart gat zakt, ontstaat er een tweedeling tussen binnen en buiten de waarnemingshorizon. Net als in ons dagelijks leven hebben verschillende waarnemers een verschillend en een gefragmenteerd zicht op ons heelal⁴⁹.

Net heb ik al verteld dat een waarnemer die zich op een veilige afstand van het zwarte gat bevindt, de tweede waarnemer die de waarnemingshorizon gaat naderen, steeds verder ziet verstillen. Door de enorme zwaartekracht van het zwarte gat ziet de waarnemer op afstand de tweede waarnemer bij het passeren van de waarnemingshorizon tot stilstand komen in de tijd. Na het passeren van deze horizon blijft het beeld van de passant aan de waarnemershorizon staan, omdat de tijd er stilstaat. Ruimte, tijd en ruimtetijd kunnen door de waarnemer op veilige afstand niet meer worden waargenomen voorbij deze waarnemingshorizon⁵⁰. Op deze horizon gaan oneindig en nul elkaar wiskundig naderen in een singulariteit⁵¹. Na verloop van tijd vervaagt buiten de waarnemingsgrens het beeld van de waarnemer die deze grens is gepasseerd zeer traag, onder meer onder invloed van nieuwe materie die het zwarte gat nadert en omcirkelt.

De waarnemer die door de waarnemingshorizon gaat, zal bij het naderen van de horizon niets merken van de vertraging in de tijd, omdat alles in zijn haar/hem omgeving even veel vertraagt. Iedere seconde wordt door haar/hem op dezelfde wijze beleefd als eerder op

een veilige afstand. Ook zal zij/hij niets bijzonders ervaren bij het passeren van de waarnemingshorizon, want het leven gaat gewoon verder. Zij/hij is nog te ver van de singulariteit van de kern van het zwarte gat verwijderd om deze invloed te merken. In haar/zijn tijdsbeleving zal zij/hij nog ongeveer 20 uur gewoon verder leven, maar steeds sneller komt de kern van het zwarte gat naderbij. De laatste seconde voor haar/zijn uiteindelijke dood, wordt het lichaam van de waarnemer door de enorme—bijna puntmassa—van het zwarte gat in de lengte uitgerekt en in de lengterichtlijn samengedrukt; in de laatste honderdsten van seconden overlijdt de waarnemer om daarna volkomen op te gaan in de massa en singulariteit van het zwarte gat.



52

Dan houdt voor haar/hem de ruimte, tijd en ruimtetijd—net als voor de kern van het zwarte gat—op te bestaan⁵³: de dimensies van ruimtetijd zijn in een zwart gat weer tot een punt gereduceerd of opgerold net als in ons heelal voor de oerknal.

Dit is in mijn ogen een zeer snelle en vredige dood”, zegt Carla.

“Zeker een snelle dood, maar de laatste 20 uur zijn eenzaam”, zegt Man.

“Ik denk dat tegelijkertijd met haar/hem meer materie in het zwarte gat zal verdwijnen. Het zal niet veel materie zijn, omdat het lastig is om van afstand rechtstreeks naar een zwart gat te reizen. De meeste materie in de richting van het zwarte gat zal een kleine afwijking hebben, waardoor de reis in de ruimte voor waarnemers op een grote afstand in een afwijkende richting wordt vervolgd. Bij een uiterst minieme afwijking heeft de materie een grote kans om in een baan rond het zwarte gat te cirkelen. Bij een precies juiste koers zal materie precies naar de waarnemingsgrens van een zwart gat reizen”, zegt Carla.

“Kan er ook materie en straling uit het zwarte gat tevoorschijn komen?”, vraagt Ferdinand.

“Ik denk dat er zwarte gaten in maten en soorten zijn, net zoals er ook sterren in maten en soorten zijn. Laat ik uitgaan van een zwart gat dat zo compact is dat er geen beweging, geen kernfusie en geen warmteontwikkeling in de kern meer mogelijk is.

Toch verwacht ik dat dit zeer compacte zwarte gat zal stralen als zwart lichaam. De energie van straling is evenredig met de frequentie van de straling⁵⁴. Omdat alle massa—en dus alle energie via $E = mc^2$ —het zwarte gat in wordt gezogen, zal het zwarte gat als zwart lichaam alleen met een uiterst lage oppervlaktetemperatuur kunnen stralen. Deze straling heeft een heel lage frequentie: waarschijnlijk zal deze straling—vanuit een zwart gat voorbij de waarnemingshorizon—een golflengte hebben van meer dan de diameter van de waarnemingshorizon. Via kwantummechanische mechanismen zal een klein deel van deze straling/massa buiten de waarnemingshorizon komen, maar deze straling zal zeer weinig informatie bevatten”, zegt Carla.

“Is het mogelijk dat ons heelal in een zwart gat zal verdwijnen?”, vraagt Peter.

“Ik weet het niet; ik denk het niet. Het is al laat. Zullen wij een andere keer verder gaan”, zegt Carla.

¹ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Red_giant

² Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Red_giant

³ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/White_dwarf

⁴ Bronnen voor deze bijdrage van Peter:

- Harrison, Edward, *Cosmology—The Science of the Universe (2nd Edition)*. Cambridge: Cambridge University Press: 2013, p. 100 – 104,
- Thorne, Kip S., *Black Holes & Time Warps—Einstein’s outrageous legacy*. New York: W.W. Norton & Company: 1994, p. 164 – 178,
- <https://nl.wikipedia.org/wiki/Zon>

⁵ Zie ook:

- <https://en.wikipedia.org/wiki/Meteorite>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Cretaceous%E2%80%9993Paleogene_extinction_event

⁶ Vrije weergave van de koan Dasui’s “Aeonic Fire” in: Cleary, Thomas, *Book of Serenity—One Hundred Zen Dialogues*. Bosten: Shambhala, 1998 p. 131 – 136

⁷ Zie ook: het Boeddhistisch vraagstuk “Yunmen’s Sesambroodje” in Yamada Kōun Roshi, *Hekiganroku, Die Niederschrift vom blauen Fels*. München: Kösel-Verlag, 2002, p. 236 - 243

⁸ Dit is de zgn. “Chandrasekhar limiet”, die is vernoemd naar de Indiase astrofysicus Subrahmanyan Chandrasekhar. Zijn voornaam is via Sanskriet herleidbaar naar: “Geboorte/Oorsprong uit de goede Brahman) en zijn tweede naam naar: “Top/

Kroon of Mooiste Deel van de Maan”. In het Boeddhisme wordt de “maan” wel als metafoor voor het “geloof” of het “Alomvattende Een” gebruikt.

Bronnen:

- Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Chandrasekhar_limit
- Thorne, Kip S., *Black Holes & Time Warps—Einstein's outrageous legacy*. New York: W.W. Norton & Company: 1994, p. 140 – 164,

⁹ Zie ook: <https://en.wikipedia.org/wiki/Supernova>

Opmerking: een supernova kan ook op een andere manieren ontstaan, bijvoorbeeld uit een witte dwerg in de buurt van een rode reus, waarbij de witte dwerg explodeert en de rode reus uit zijn baan rond de witte dwerg verdwijnt, omdat de zwaartekracht van de witte dwerg zich met de explosie over een enorm ruimte heeft verspreid.

¹⁰ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Neutron_star

¹¹ Bron: Harrison, Edward, *Cosmology—The Science of the Universe (2nd Edition)*. Cambridge: Cambridge University Press: 2013, p. 105

¹² Dit is de zogenaamde “Tolman–Oppenheimer–Volkoff limiet”. Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Tolman%E2%80%93Oppenheimer%E2%80%93Volkoff_limit

¹³ Bronnen:

- https://en.wikipedia.org/wiki/Black_hole
- Harrison, Edward, *Cosmology—The Science of the Universe (2nd Edition)*. Cambridge: Cambridge University Press: 2013, p. 246 – 269
- Thorne, Kip S., *Black Holes & Time Warps—Einstein's outrageous legacy*. New York: W.W. Norton & Company: 1994, p. 209 – 258

¹⁴ Bron: Thorne, Kip S., *Black Holes & Time Warps—Einstein's outrageous legacy*. New York: W.W. Norton & Company: 1994, p. 351

¹⁵ Impressie van een roterend zwart gat—de waarnemingshorizon is weergegeven als een zwarte bol—met een schijf van gas/materie die rond het zwarte gat wervelt en een wervelstroom loodrecht op de schijf door bijvoorbeeld: a) hete gassen door hitte ten gevolge van frictie in de binnenring van de draaiende schijf of b) magnetische lijnen ten gevolge van de draaiende schijf die plasma uit de schijf buiten de waarnemingshorizon omhoog laat wervelen.

Bronnen:

- Thorne, Kip S., *Black Holes & Time Warps—Einstein's outrageous legacy*. New York: W.W. Norton & Company: 1994, p. 346 – 354 en
- https://en.wikipedia.org/wiki/Black_hole

Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Black_hole

¹⁶ Vrije weergave van een uitspraak die wordt toegewezen aan John Archibald Wheeler; zie: John Harrison, M. *Empty Space—A Haunting*. London: Gollancz, 2012, p. 2

¹⁷ Bron: Thorne, Kip S., *Black Holes & Time Warps—Einstein's outrageous legacy*. New York: W.W. Norton & Company: 1994, p. 123

¹⁸ Bron: Thorne, Kip S., *Black Holes & Time Warps—Einstein's outrageous legacy*. New York: W.W. Norton & Company: 1994, p. 124 – 134

¹⁹ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Subrahmanyan_Chandrasekhar

²⁰ Bron: https://en.wikipedia.org/wiki/Chandrasekhar_limit

²¹ Bron: Thorne, Kip S., *Black Holes & Time Warps—Einstein's outrageous legacy*. New York: W.W. Norton & Company: 1994, p. 140 – 163

²² Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/J._Robert_Oppenheimer

²³ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/John_Archibald_Wheeler

²⁴ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Cygnus_X-1

²⁵ Bron: Thorne, Kip S., *Black Holes & Time Warps—Einstein's outrageous legacy*. New York: W.W. Norton & Company: 1994, p. 314 – 321. Opmerking: In 1990 heeft de Stephen Hawking zijn ongelijk erkend in zijn weddenschap met Kip Thorne.

²⁶ Opname van röntgenstraling van Cygnus X-1. Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Cygnus_X-1

²⁷ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Stephen_Hawking

²⁸ Bron: https://en.wikipedia.org/wiki/Hawking_radiation

²⁹ Simulatie van een zwart gat waarin een melkwegstelsel verdwijnt. De zwaartekracht heeft het effect van een lens die sterk vertekent.

Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Hawking_radiation

³⁰ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Black_hole_information_paradox

³¹ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Gerard_%27t_Hoof

³² Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Leonard_Susskind

³³ Zie ook:

- Susskind, Leonard, *The Black Hole War: My Battle with Stephen Hawking to Make the World Safe for Quantum Mechanics*. New York: Little, Brown and Company, 2008 p. 126 - 175
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Entropy_\(information_theory\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Entropy_(information_theory))

³⁴ Entropie is ook een maat voor het aantal mogelijke manieren van ordening van informatie binnen een bepaalde context. Zie ook: Susskind, Leonard, *The Black Hole War: My Battle with Stephen Hawking to Make the World Safe for Quantum Mechanics*. New York: Little, Brown and Company, 2008 p. 131

³⁵ Zie ook: <https://en.wikipedia.org/wiki/Entropy>

³⁶ Zie ook: Origo, Jan van, *Wie ben jij—een verkenning van ons bestaan—deel 2.2—Intensiteiten en Associaties*. Amsterdam: Omnia – Amsterdam Uitgeverij, 2014, p. 100

³⁷ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Conservation_of_energy

³⁸ Zie ook: Susskind, Leonard, *The Black Hole War: My Battle with Stephen Hawking to Make the World Safe for Quantum Mechanics*. New York: Little, Brown and Company, 2008 p. 184

³⁹ Zie ook: Susskind, Leonard, *The Black Hole War: My Battle with Stephen Hawking to Make the World Safe for Quantum Mechanics*. New York: Little, Brown and Company, 2008 p. 191

⁴⁰ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/String_theory

⁴¹ Zie ook: Susskind, Leonard, *The Black Hole War: My Battle with Stephen Hawking to Make the World Safe for Quantum Mechanics*. New York: Little, Brown and Company, 2008 p. 290 – 308; en https://en.wikipedia.org/wiki/Holographic_principle

⁴² Zie ook:

- https://en.wikipedia.org/wiki/Time_dilation
- https://en.wikipedia.org/wiki/Gravitational_time_dilation

⁴³ Uiteraard zal het beeld van de tweede waarnemer aan de waarnemingshorizon voor de in de vrije ruimte zwevende waarnemer veranderen, maar deze verandering vervloeien uiterst traag doordat de tijd (bijna) stilstaat.

⁴⁴ Zie bijvoorbeeld: Eliade, Mircea, *A History of Religious Ideas, Volume 1,2,3*. Chicago: The University of Chicago Press, 1982

⁴⁵ Dit is het model voor het zwarte gat van Oppenheimer – Snyder. Zie: Thorne, Kip S., *Black Holes & Time Warps – Einstein's outrageous legacy*. New York: W.W. Norton & Company: 1994, p. 211 – 219 en 451

⁴⁶ Zie: Thorne, Kip S., *Black Holes & Time Warps—Einstein's outrageous legacy*. New York: W.W. Norton & Company: 1994, p. 294 en 346 - 347

⁴⁷ Zie: Thorne, Kip S., *Black Holes & Time Warps—Einstein's outrageous legacy*. New York: W.W. Norton & Company: 1994, p. 291 - 292

⁴⁸ Zie: Thorne, Kip S., *Black Holes & Time Warps—Einstein's outrageous legacy*. New York: W.W. Norton & Company: 1994, p. 451

⁴⁹ Smolin, Lee, *Three roads to Quantum Gravity*. New York: Basic Books, 2001, p. 45

⁵⁰ Zie: Thorne, Kip S., *Black Holes & Time Warps—Einstein's outrageous legacy*. New York: W.W. Norton & Company: 1994, p. 451

⁵¹ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Gravitational_singularity

⁵² Bron afbeelding: <https://universe-review.ca/I15-61-tidal.jpg>

Deze afbeelding geeft de uitrekking in de lengte bij het naderen van de kern van de black hole correct weer, maar in werkelijkheid zullen daarnaast ook de voeten en benen in de richting van de kern worden samengedrukt.

⁵³ Zie: Thorne, Kip S., *Black Holes & Time Warps—Einstein's outrageous legacy*. New York: W.W. Norton & Company: 1994, p. 451

⁵⁴ Zie ook: Susskind, Leonard, *The Black Hole War: My Battle with Stephen Hawking to Make the World Safe for Quantum Mechanics*. New York: Little, Brown and Company, 2008 p. 155 – 175

De fluïde tijd *Vluchtig als het leven*

Net voor de zon ondergaat, komt Man tussen Carla en Peter bij het kampvuur zitten. Carla heeft deze plaats voor hem vrijgehouden.

“Ik zag dat jij net bij Ferdinand bent geweest. Hoe is het vandaag met jou?”, vraagt Carla aan Man.

“Na een kleine week, had ik gehoopt aan de hitte overdag te zijn gewend, maar dat gebeurt nog niet. Het blijft zorgelijk. Over een paar dagen zal ik moeten beslissen of het verstandig is om naar Nairobi te gaan en vandaar met het vliegtuig terug te gaan naar Amsterdam”, zegt Man.

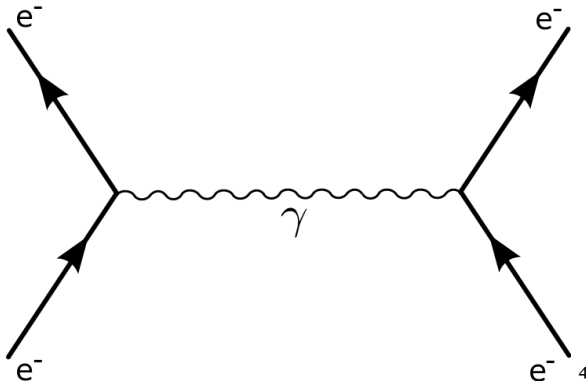
“Als dit het geval is, dan zal ik met jou terugreizen”, zegt Carla.

“Dat moet jij niet doen; jij kunt beter de familie van Narrator bezoeken.

Laatst zei jij bij het kampvuur dat entropie in ons heelal alleen maar kan toenemen¹: de orde verandert—zonder hulp van buiten—onherroepelijk in chaos en verval. Dit geldt voor een huis en voor een auto, en ik denk dat dit ook van toepassing is op mijn lichaam dat met het ouder worden steeds meer tijd en rust nodig heeft om te herstellen van inspanningen. Ik merk nu dat ik niet meer goed herstel van het reizen: vroeger had ik er geen enkele last van. Ik vraag mij af, waarom kunnen wij alleen van jong naar oud veranderen? Ik zou zelf niet omgekeerd terug in de tijd willen gaan—in mijn geval van oude man via jonge man naar mijn geboorte—zoals Merlijn in *“Arthur, Koning voor eens en altijd”* van Terence White². Er is teveel in mijn leven gebeurd: ik heb een rijk leven gehad, rijk in vreugde en rijk in verdriet; mijn persoonlijk leven is nu wel afgerond. Maar de vraag blijft. Waarom kan de tijd niet teruggaan; waarom gaat

ons leven van het verleden naar de toekomst; waarom kunnen wij niet van de toekomst naar het verleden leven?”, vraagt Man aan Carla.

“In de wereld van de ideale fysica—een wereld zonder entropie—is er geen voorkeur voor de richting van de tijd. Een opname van twee botsende biljartballen op een ideale biljarttafel kan probleemloos vooruit en achteruit in de tijd worden afgedraaid zonder vreemd over te komen. Datzelfde geldt voor de uitwisseling van een foton tussen twee elektronen. Ik zal het Feynman diagram³ voor deze uitwisseling in het zand tekenen.



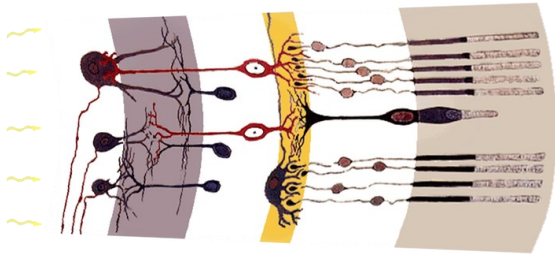
In een ruimtetijd-diagram gaat het verloop van beneden naar boven. Maar in dit Feynman diagram kan het verloop van de tijd net zo goed van boven naar beneden verlopen: de pijlen bij de twee elektronen aan weerszijde van het diagram worden dan omgedraaid en het foton⁵—dus de elektromagnetische energie (weergegeven als γ in het diagram)—gaat dan weer terug naar het andere elektron en gaat dus ook terug in de tijd⁶.

In het leven van alledag is de kans dat een proces volgens een bepaald tijdspad verloopt veel groter, dan dat het proces in omgekeerde volgorde terugkeert in de tijd. Analoot aan het “gedankenexperiment”⁷

van Albert Einstein zal ik dit laten zien via het volgende gedachte-experiment in twee delen.

Het eerste deel gaat als volgt. In een donkere kamer is een laser geplaatst die willekeurig om de paar seconden slecht één foton uitzendt naar één van beide ogen van een vrouw. Het uitzenden van de fotonen wordt vastgelegd op een tijdslijn. De vrouw duwt met haar vinger op een knop wanneer zij met een van haar ogen een foton waarneemt⁸. De knop is verbonden met een teller die op een tijdlijn registreert wanneer en hoe vaak de vrouw de knop indrukt. Na een zekere tijd wordt nagegaan hoe de tijdlijn van registratie van de waarnemingen zich verhoudt tot de tijdlijn van de uitgezonden fotonen. Stel dat 40 procent van de uitgezonden fotonen door de vrouw correct worden geregistreerd—of anders gezegd: 40 procent van de registraties op beide tijdlijnen komen overeen—en dat 10 procent van de waargenomen fotonen niet door de laser zijn uitgezonden, maar de vrouw heeft deze wel op de tijdlijn geregistreerd, dan is dit een zeer goede uitkomst van het eerste deel van dit gedachte-experiment. Deze beide afwijkingen in de waargenomen fotonen kan worden verklaard uit:

- het deel van de uitgezonden fotonen wordt geabsorbeerd in de ooglenzen en in delen van het netvlies dat geen fotonen kan waarnemen (zie onderstaande afbeelding) en
- een willekeurige zenuwactiviteit geeft een signaal af dat als foton wordt ervaren, terwijl geen foton het netvlies raakt. Daarnaast zal heel soms—met een kleine kans—een elektron in het oog zelf een foton uitzenden, dat via het netvlies wordt waargenomen. Op deze laatste mogelijkheid kom ik later terug.



9

In het tweede deel van het gedachte-experiment zit de vrouw opnieuw in dezelfde donkere kamer. Zij krijgt de opdracht om met haar ogen willekeurig om de paar seconden slecht één foton uit te zenden naar een sensor die op twee meter afstand van haar is geplaatst. Terwijl zij een foton uitzendt, moet zij op een knop duwen, die is verbonden met een teller die op een tijdlijn registreert wanneer en hoe vaak de vrouw de knop indrukt.

De uitkomst van dit tweede deel is zoals verwacht:

- heel af en toe registreert de sensor de waarneming van een foton. De tijdlijn van deze registratie door de sensor vertoont geen enkel verband met de registratie van de momenten waarop de vrouw de knop indrukt, omdat zij denkt een foton met haar ogen uit te zenden.

Het eerste deel van het gedachte-experiment laat zien dat het eerste proces van waarnemen van fotonen door het menselijk oog en het indrukken van een knop goed waarneembaar in de loop van de tijd verloopt. Het omgekeerde proces in het tweede deel—waarbij de registratie van fotonen die zijn uitgezonden door het oog, wordt vergeleken met de “intentie van de vrouw om fotonen uit te zenden”—verloopt zeer slecht in de loop van de tijd.

Beide delen van dit gedachte-experiment laten zien dat een proces goed verloopt in onze gebruikelijke richting van de tijd, maar ronduit hopeloos in de omgekeerde richting van de tijd.

Wij mensen zijn gericht op overleven en wij geven aandacht aan processen die nuttig zijn voor ons bestaan, waarbij wij processen proberen te vermijden die schadelijk zijn voor ons overleven. Dit houdt in dat processen in de omgekeerde loop van de tijd die zo goed als nooit voorkomen, geen aandacht krijgen, omdat deze processen niet in ons belang zijn.

De tijdslijnen van belangwekkende processen—zoals een dag, de draagtijd van een mensenkind of dier, een jaarcyclus, een mensenleven of het bestaan van de mensheid—ordenen wij aan de hand van referentietijdslijnen en hiermee ervaren wij de voortgang van de tijd. De uiterst minieme kans op een omkering van deze vertrouwde processen, zien wij in het leven van alledag terecht over het hoofd; hierdoor ervaren wij niet dat er een uiterst minieme kans mogelijk is dat zeer sporadisch een proces ook omgekeerd kan verlopen, zoals bijvoorbeeld: een groep cellen van een mens die gedurende een korte periode jonger worden, om daarna weer gewoon te verouderen.

De astronoom, natuurkundige en wiskundige Arthur Eddington¹⁰—die ik gisteravond enkele keren heb genoemd in relatie met zwarte gaten en als opponent van de Indiase astrofysicus Subrahmanyam Chandrasekhar—heeft in 1928 in zijn boek *“The Nature of the Physical World”*¹¹ de verandering in de loop der tijd volgens de “Arrow of time” op de tijdslijn beschreven.

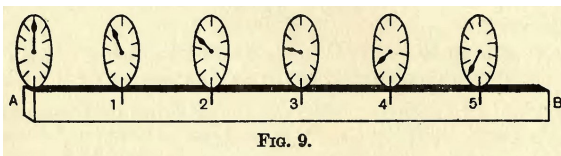


FIG. 9.

Arthur Eddington schrijft over deze “Arrow of time” dat als wij de pijl volgen en wij steeds meer van de willekeurige elementen tegenkomen, dan wijst de “Arrow of time” naar de toekomst; als de willekeurige elementen afnemen dan wijst de pijl naar het verleden. Dit is het enige bekende verschil tussen toekomst en verleden in de fysica. Dit is meteen duidelijk indien de fundamentele stelling wordt erkend, dat de invoering van willekeur—en de kwantummechanische onregelmatigheden—het enige is, dat niet ongedaan kan worden gemaakt. Arthur Eddington gebruikt het begrip “Arrow of time” om deze eigenschap van de tijd in een richting—die niet voorkomt in de ruimte—uit te drukken.

Hierna heeft Eddington drie punten op te merken over de “Arrow of time”:

- De “Arrow of time” is duidelijk herkenbaar met ons bewustzijn;
- De “Arrow of time” dringt zich aan ons op door onze gave voor redenering en beoordeling die ons zegt, dat een omkering van de “Arrow of time” onze leefwereld onzinnig maakt;
- De “Arrow of time” treedt niet op in de natuurkundige wetenschap, behalve in de studie van de ordening van een aantal individuen.

Volgens Arthur Eddington geeft de “Arrow of time” de richting aan van de geleidelijke progressie/voortgang van de willekeurige elementen. Na een lang argument over de aard van de thermodynamica komt hij tot de conclusie dat, voor zover de natuurkunde betreft, de “Arrow of time” alleen voortkomt uit een eigenschap van entropie.

Ik ben niet volledig overtuigd door dit betoog van Arthur Eddington, want ik denk dat de “Arrow of time” door mensen in het leven van alledag vooral wordt ervaren, doordat een aantal processen veel eenvoudiger in een richting verlopen; in omgekeerde volgorde hebben deze processen een uiterst kleine kans om zich te manifesteren in het

alledaagse leven. Dit heb ik proberen aan te tonen met het waarnemen en uitzenden van fotonen door het menselijk oog in het gedachte-experiment. De voor de mens belangrijke veranderingen—bijvoorbeeld ouder worden—bestaan uit vele processen die ieder afzonderlijk een goede kans hebben om voor te vallen, en die vervolgens goed achterelkaar moeten kunnen verlopen. Als één van deze processen verkeerd verloopt, dan overlijdt de mens in kwestie voortijdig.

De kans dat een mens jonger wordt, vereist vele processen achterelkaar die ieder slechts een heel kleine kans hebben om voor te vallen.

Dit is het begin van mijn antwoord. Kunnen jullie het nog volgen?”, vraagt Carla.

“Ik moet denken aan ons maag-darmkanaal waar het gewone proces ongeveer als vanzelf in de loop van de tijd verloopt. De omgekeerde weg is alles behalve prettig, maar een gezond mens vomeert meestal alleen als het eten verkeerd valt”, zegt Ferdinand.

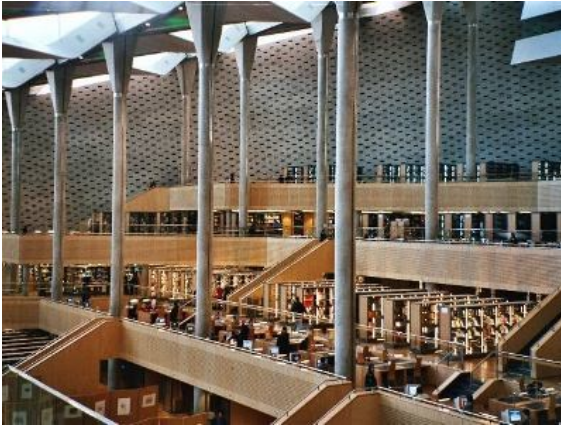
“Herkenbaar. Carla, jouw gedachtegang lijkt op zakbiljart—of poolbiljart—waarbij het eenvoudig is om binnen enkele seconden de driehoek met gekleurde ballen door middel van een stoot tegen de witte bal over het biljartlaken te verspreiden. Maar het is bijna ondoenlijk om daarna alle ballen door vijftien afzonderlijke biljartspelers—ieder in één stoot—weer op dezelfde manier in een driehoek terug te ordenen”, zegt Peter.



13

“Het tweede deel van jouw voorbeeld is goed te volgen en bijna iedereen zal het voorbeeld met de verspreiding van de biljartballen over het laken kennen. Bijna iedereen ziet de verspreiding van de ballen door de botsingen via de witte bal als één uitkomst. Maar ik verwacht dat iedere afzonderlijke verspreiding van de vijftien ballen door de witte bal bijna even uniek is—en een kans van een bijna gelijke orde heeft—als de vijftien spelers die de ballen weer in de driehoek moeten terugstoten.

Of in beeldspraak: iedere mogelijke verspreiding van de 15 ballen over het laken na een biljartstoot, is een afzonderlijk boek in de enorm uitgebreide “bibliotheek van mogelijkheden”. Helemaal achteraan in de bibliotheek staat op een goed verborgen plaats een kast met “*Boeken van mogelijkheden*” om de vijftien ballen terug in de tijd weer in de oorspronkelijke ordening binnen de driehoek te stoten.



14

Door de manier waarop wij onze waarnemingen ordenen, beschouwen wij deze laatste kast met boeken—achterin de “bibliotheek van mogelijkheden” over processen die terug verlopen in de tijd—als onmogelijk en dus oninteressant. Het overige deel van de bibliotheek is voor ons bekend terrein; deze vele boeken gaan over processen die in onze ogen normaal verlopen in de loop der tijd, hoewel ieder bekend boek afzonderlijk bijna even uniek is als de afzonderlijke onbekende boeken achter in de bibliotheek over processen die in de tijd terug verlopen.

Ik kom op deze beeldspraak van de “bibliotheek van mogelijkheden”, omdat ik nu een boek over Soefisme en Taoïsme, waarin wordt beschreven dat Ibn ‘Arabi—een Soefistisch filosoof—onze tastbare wereld van alledag enkel als een droom ervaart. Wij nemen met onze zintuigen een groot aantal zaken waar, wij onderscheiden deze van elkaar, wij plaatsen deze met ons verstand in een volgorde, en uiteindelijk vormen en constateren wij aan de hand van deze waarnemingen een bepaalde realiteit rondom ons. Wij noemen dit realiteit en wij twijfelen niet aan de echtheid hiervan¹⁵.

Volgens Ibn ‘Arabi is deze vorm van realiteit—op basis van opeenvolgende waarnemingen—geen realiteit in de ware zin van het woord. Dit is geen waarachtig “Zijn”. Want de realiteit die wij ervaren zijn alleen fenomenen binnen het “Zijn” of in mijn eigen woorden: binnen het Alomvattende Een. Het waarachtig “Zijn” is volgens Ibn ‘Arabi voor ons niet waarneembaar, net zoals onze alledaagse realiteit ook niet waarneembaar is voor een mens die—al slapend—droomt van het alledaagse leven¹⁶”, zegt Man.

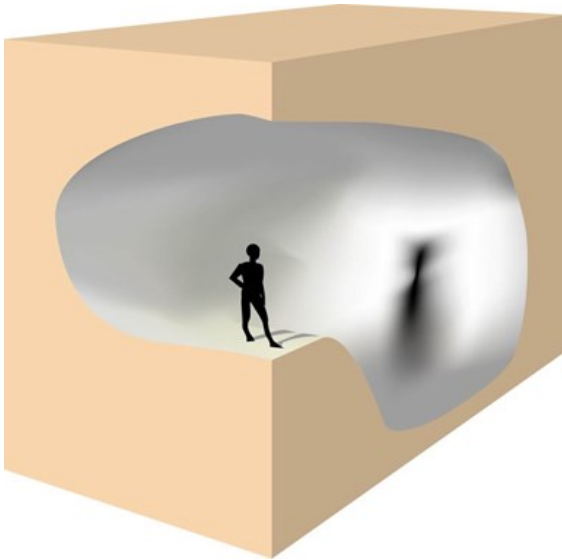
“De natuurkundige John Archibald Wheeler¹⁷ die de naam Zwart Gat heeft geïntroduceerd, heeft eens met de zinsnede “*No phenomena is a real phenomena until it is observed*”¹⁸ de positivistische grondslag¹⁹ voor een belangrijke interpretatie van de kwantummechanica samengevat, waarin deeltjes geen onafhankelijk eigenschappen hebben: wanneer deeltjes niet worden waargenomen, dan hebben deze deeltjes geen eigenschappen. Ik ben het niet helemaal eens met deze interpretatie van de kwantummechanica, die de Kopenhagen interpretatie²⁰ wordt genoemd.

Als ik jou goed begrijp, dan combineert Ibn ‘Arabi de waargenomen tastbare wereld—als fenomenen in een droom—met de idealistische werkelijkheid van het Alomvattende Zijn die door de mens meestal niet wordt waargenomen, of kan worden waargenomen. Begrijp ik jou goed?”, vraagt Carla aan Man.

“Ik denk dat jij de zienswijze van Ibn ‘Arabi goed weergeeft, want hoewel de realiteit van ons leven van alledag volgens Ibn ‘Arabi een droom is, is het geen pure illusie, maar het is een bepaalde vorm van weergave—en zelf-manifestatie—van het Alomvattende Zijn. De alledaagse wereld van voortdurende veranderingen is een verbeelding en tegelijkertijd ook (een onderdeel van) Zijn²¹.

Volgens Ibn 'Arabi vraagt de terugkeer naar het Alomvattende Zijn om een sterven van deze weergave/beeltenis van het Alomvattende Zijn. Een opstaan uit de droom is nodig om te ontwaken in het Zijn in de ware zin van het woord. Dit sterven is geen fysiek sterven in de alledaagse zin van het woord, maar het achterlaten van de droom van het Zijn en van de fenomenen binnen het Zijn.

Naar mijn mening overstijgt Ibn 'Arabi hiermee de Platonische allegorie van de grot, waar de geketende gevangenen de werkelijkheid zien als schaduwen op de grotwand²².



23

Bij Ibn 'Arabi zijn de fenomenen—of tastbare wereld van alledag die mensen als een droom binnen het Alomvattende Zijn ervaren—een onderdeel van het Alomvattende Zijn.

Dit doet mij denken aan de haiku in “Leegte”²⁴

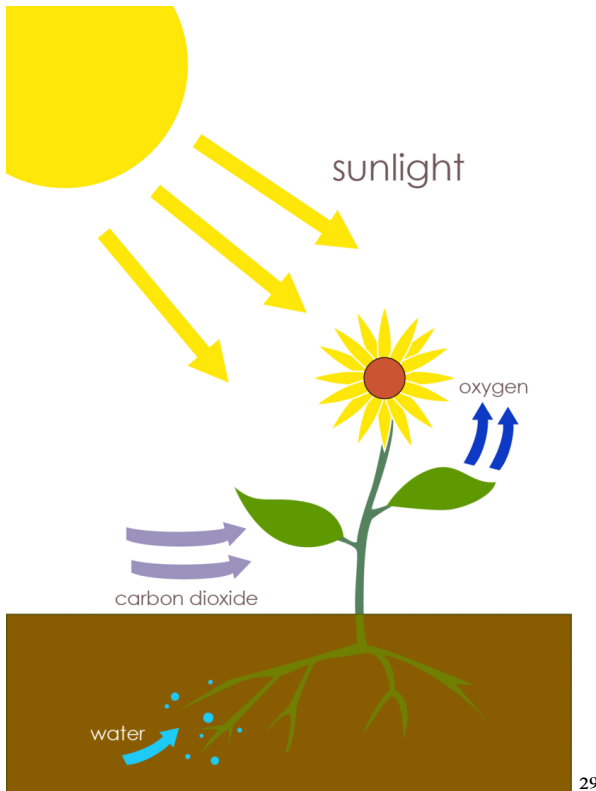
*Weg van de leegte
In het dagelijks leven,
Droom aller dromen.*

Als ik naar ons kampvuur kijk, is dit kampvuur droom of werkelijkheid? Ik denk droom en werkelijkheid en noch droom noch werkelijkheid. Het vuur dat wij zien, is een afspiegeling van vele complexe verbrandingsprocessen²⁵—voortgekomen uit de oerknal—die tezamen zorgen dat het hout met zuurstof in een bepaalde tijdsrichting—of “Arrow of time” volgens Arthur Eddington—wordt omgezet in warmte, licht, as en waterdamp. Wij ervaren deze verbrandingsprocessen als fenomeen “kampvuur”, dat als een sluier aanwezig is binnen de verandering van het Alomvattende Zijn. De verbrandingsprocessen zijn realiteit, het fenomeen “kampvuur” is realiteit en de verandering van het Alomvattende Zijn is realiteit. Het kampvuur en de vele complexe verbrandingsprocessen zijn een droom van het Zijn; de verandering van het Alomvattende Zijn is de “Droom aller dromen”. En daarbij zijn deze dromen allen leeg binnen het “Heel-Zijn”²⁶.



27

In de alomvattende leegte van het “Heel-Zijn” verlopen de vele complexe verbrandingsprocessen en het kampvuur niet alleen in één richting, maar ook voortdurend in omgekeerde richting: as, licht en warmte worden binnen het “Heel-Zijn” door fotosynthese²⁸ omgezet in hout en zuurstof.



Ik kom terug bij mijn oorspronkelijke vraag: “Waarom kan de tijd in ons leven van alledag niet terug gaan; waarom gaat ons leven van het verleden naar de toekomst; waarom kunnen wij niet van de toekomst naar het verleden leven?”, terwijl in de leegte van het “Heel-zijn” voortdurend leven opnieuw voortkomt uit het sterven.

De processen van fotosynthese naar hout voor het kampvuur, en de verbranding van hout in het kampvuur naar as zijn cyclisch en achtereenvolgend in de tijd. Het proces van dit kampvuur zal niet omdraaien in de tijd, zodat de vlammen weer kleiner worden en het as

zal veranderen in goed hout voor het kampvuur. Dit verbrandingsproces van het kampvuur is onomkeerbaar: het kan niet ongedaan worden gemaakt, zodat de tijd van het heden naar het verleden verloopt. Maar in het “Heel-zijn” van de aarde verlopen de processen van fotosynthese en verbranding gelijktijdig—wel op verschillende plaatsen—naast elkaar. Verderop groeien bomen waarvan het hout later door andere mensen voor het kampvuur zal worden gebruikt.

Carla, is het mogelijk dat de tijd stilstaat, en zullen wij dat waarnemen³⁰?”, vraagt Man aan Carla.

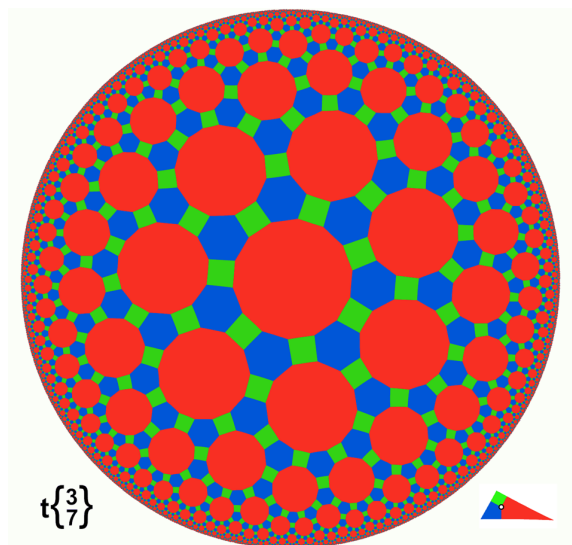
“Gisteravond hebben we gezien dat een waarnemer die de observatiehorizon van een zwart gat passeert, volkomen opgaat in de kern van het zwarte gat. Door de enorme zwaartekracht komt de tijd nagenoeg tot stilstand. Maar de waarnemer zal niet in staat zijn om deze stilstand van de tijd bewust waar te nemen.

Ik zal proberen om op verschillende manieren een antwoord te vinden op jouw vraag of wij de stilstand van de tijd kunnen waarnemen. Eerst kijk ik naar ons heelal.

Voor zover ik weet, is ons heelal na de oerknal gelijkmatig gaan uitdijen. Wij nemen dit waar door een overal gelijkmatige en evenredige roodverschuiving³¹ in het licht van alle sterrenstelsels om ons heen. Dit houdt in dat alles overal om ons heen evenveel en evenredig uitdijt. Dit houdt in dat “evenwijdige” lijnen in de loop van de ruimtetijd ook zullen uitdijen; hierdoor is de meetkunde van ons heelal niet Euclidisch³², maar hyperbolisch³³.

Net na de oerknal zijn in ieder geval de vier dimensies van ruimtetijd ontplooid; en met deze voortschrijdende uitdijning ontplooiën overal om ons heen de vier dimensies van ruimtetijd steeds verder. Hierdoor is de ruimtetijd voorlopig nog niet tot stilstand gekomen. Het is nog niet

duidelijk of ons heelal blijft uitdijen, of dat het heelal na verloop van tijd weer zal gaan inkrimpen.



34

In een van mijn studieboeken over hyperbolische geometrie staat een afbeelding waarin ons uitdijend heelal schematisch wordt weergegeven: alle veelvlakken zijn overal even groot op het zelfde tijdstip na de oerknal: de veelvlakken aan de rand zijn in werkelijkheid even groot en zijn evenveel uitgedijd—wanneer wij deze zouden waarnemen op hetzelfde moment na de oerknal—als het veelvlak in het midden van deze afbeelding.



35

De houtsnede *Circle Limit III* van Maurits Cornelis Escher geeft een soortgelijke afbeelding. In een uitdijend heelal zijn de vierkanten aan de rand even groot als het vierkant in het midden, en alle vierkanten dijen evenveel uit.

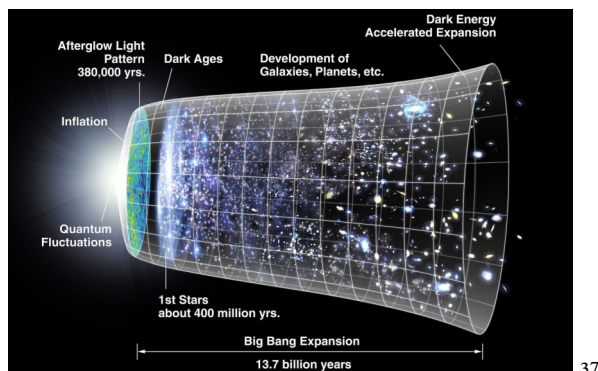
Wat is ruimtetijd en hoe dijt ruimtetijd uit?

In het verlengde van de speciale relativiteitstheorie van Albert Einstein uit 1905, heeft zijn wiskunde leraar Hermann Minkowski in 1908 tijdens de 80e bijeenkomst van de Vereniging van Duitse Wetenschappers en Artsen gesteld dat:

*"The views of space and time which I wish to lay before you have sprung from the soil of experimental physics, and therein lies their strength. They are radical. Henceforth space by itself, and time by itself, are doomed to fade away into mere shadows, and only a kind of union of the two will preserve an independent reality."*³⁶

Voordat het begrip ruimtetijd werd aanvaard in de wetenschap, gingen wetenschappers meestal uit van een "vaststaande referentie met

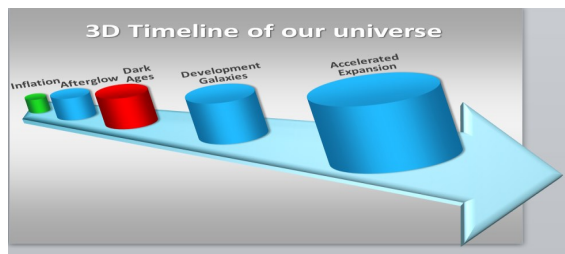
punten in de ruimte” (binnen een coördinatenstelsel), die niet van plaats veranderde in de loop van de tijd. In de ruimtetijd kan deze “vaststaande referentie met bijbehorende punten” in de loop van de tijd volgens een bepaalde tijdlijn veranderen.



37

In deze schematische figuur—van de oerknal tot nu—volgt de referentie van ruimtetijd aan de rand van het heelal bij “Inflation” de uitdijende tijdlijn via “Dark Ages” en “Dark Energy Accelerated Expansion” naar de referentie in onze tijd.

Zo is een referentiecirkel bij “Dark Ages” na een kleine 12 miljard jaren uitgedijd tot een beduidend grotere referentiecirkel in onze tijd. En als wij de volumes van de verschillende perioden na de oerknal schematisch in een tijdlijn weergeven, ontstaat een vierdimensionale indruk van de uitdijning van ons heelal na de oerknal in de ruimtetijd.



38

Op deze manier zijn de 4 dimensies van de ruimtetijd eenvoudig inzichtelijk te maken”, zegt Carla.

“Een mensenleven kan op een zelfde manier schematisch in de vier dimensies van de ruimtetijd worden afgebeeld. In plaats van de “Inflation” komen de jonge jaren, de “Afterglow” wordt de pubertijd, de “Dark Ages” worden de adolescentie, de “Development Galaxies” wordt de jaren van wasdom, en de “Accelerated Expansion” is de versnelde veroudering na de pensionering”, zegt Man.

“Met jouw bouwkundige achtergrond heb jij hier geen moeite mee. Veel mensen hebben moeite om de vier dimensies van de ruimtetijd te visualiseren.

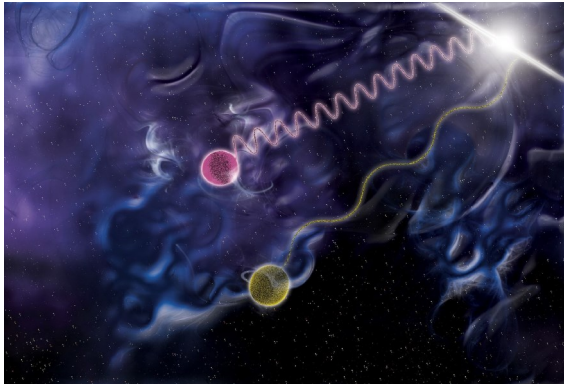
Niet alleen de ruimte van ons heelal verandert in de loop van de ruimtetijd, maar ook de tijd verandert in de loop van de ruimtetijd. Beide veranderingen komen goed overeen met onze ervaringen van alledag, zeker wanneer snelheden ruim beneden de lichtsnelheid liggen en versnelling binnen de menselijke maat plaatsvinden.

Maar veranderingen in de ruimtetijd wijken sterk af van ons dagelijks leven, wanneer er wordt gereisd met snelheden in de buurt van de lichtsnelheid, wanneer er grote versnellingen optreden of wanneer de reis in de nabijheid van veel energie/massa (bijvoorbeeld een zwart gat) eindigt. Ik zal hier enkele voorbeelden van geven.

Een foton³⁹ heeft geen massa en verplaatst zich in de vrije ruimte met de lichtsnelheid⁴⁰. In een materiaal—een medium met verhoudingsgewijze veel energie via $E = mc^2$ —zal een foton aanmerkelijk worden afgeremd: in bijzondere gevallen zal een foton in een materiaal zich verplaatsen met de snelheid van minder dan 10 meter per seconde⁴¹.

Een foton is—in werkelijkheid—energie met een impuls waarvan de grootte wordt bepaald door de frequentie (E is de constante van Planck

vermenigvuldigd met de frequentie van het foton). De frequentie is het aantal trillingen per seconde.



42

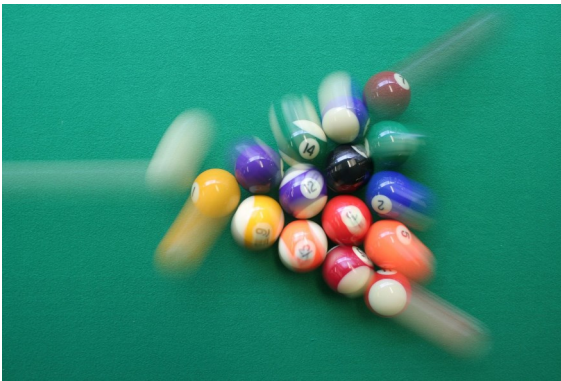
Fotonen manifesteren zich tijdens experimenten als deeltjes en als golven, afhankelijk van de manier waarop fotonen worden waargenomen.

Er is in de loop der tijd veel discussie gevoerd over de vraag of fotonen moeten worden gezien als deeltjes of als golven. Isaac Newton beschouwde fotonen als deeltjes, omdat licht—fotonen met een frequentie van waarneembaar licht—een impuls zal uitoefenen op een voorwerp waartegen het licht botst. Christiaan Huygens—en twee eeuwen later Thomas Young en August Fresnel—beschouwden fotonen als golven, omdat licht eigenschappen van golven zoals breking en interferentie vertoont.

Deze discussie werd verder gecompliceerd door het onzekerheidsbeginsel⁴³ dat Werner Heisenberg in 1927 heeft geformuleerd. Dit onzekerheidsbeginsel houdt in dat er een fundamentele limiet is aan de nauwkeurigheid waarmee de plaats en de impuls van een foton zijn te bepalen. Deze fundamentele limiet wordt vooral bepaald door de eigenschappen van het golfkarakter van het foton. Vrij vertaald naar onze dagelijkse ervaring wordt de fundamentele limiet bepaald door

de toppen van de golven die altijd een bepaalde afstand zullen hebben. De nauwkeurigheid waarmee de plaatsbepaling van de golf kan worden verricht, hangt alleen af van de afstand tussen de toppen van de golven. Door dit golfkarakter van het licht zal de maximale vergroting van objecten onder een microscoop een grens hebben die door de frequentie van het (zichtbare) licht wordt bepaald.

Ditzelfde geldt ook voor de impuls⁴⁴; de top van een golf veroorzaakt de impuls: de nauwkeurigheid waarmee de impuls kan worden waargenomen hangt af van de afstand tussen de toppen van de golven.



45

Wanneer de plaats en de impuls nauwkeuriger moeten worden bepaald, dan zal de frequentie—en dus de energie—van het foton moeten toenemen. Onder meer door dit onzekerheidsbeginsel—er zijn ook andere redenen—zijn bij fundamenteel onderzoek naar elementaire deeltjes versnellers nodig, die een hoge energie kunnen produceren. Maar door het golfkarakter—met toppen en dalen—kan niet tegelijkertijd de plaats en de impuls nauwkeurig worden bepaald. Wanneer de plaatsbepaling nauwkeuriger wordt, dan neemt de nauwkeurigheid van de bepaling van de impuls af, en omgekeerd. De relatie tussen beiden wordt bepaald door de constante van Planck⁴⁶ in de volgende formule waarin “ Δx ” de onnauwkeurigheid is in de

plaatsbepaling, “ Δp ” de onnauwkeurigheid in de bepaling van de impuls en “ h ” de constante van Planck.

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi} \quad 47$$

Dit is volgens mij nog goed te volgen met onze kennis van het leven van alledag. Klopt dit?”, zegt Carla.

“Voor mij is dit eenvoudig te volgen, maar ik heb ook de nodige achtergrondkennis. Kun jij het nog volgen?”, vraagt Peter aan Man.

“Als ik mij niet vergis, dan zijn de plaats en de impuls van een foton twee verschillende fenomenen in een droom van de werkelijkheid. De impuls kan ons raken—net als een gebeurtenis in een droom—en de plaatsbepaling is een illusie in de steeds veranderende en verglijdende manifestatie van het Alomvattende Zijn”, zegt Man.

“In mijn ogen heb jij gelijk, maar sommige positivistische natuurkundigen zijn het hier—om verschillende redenen—hartgrondig mee oneens. De uitkomsten van kwantummechanische berekeningen overtuigt iedereen door de grote mate van herhaalbaarheid en door de zeer grote mate van nauwkeurigheid waarmee de onnauwkeurigheid wordt vastgesteld. Maar over de interpretatie van de berekeningen wordt heftig gediscussieerd zonder tot enige overeenstemming te kunnen komen.

Aan de randen van onze waarneming komen veel wiskundige problemen—zoals delen door nul—en interpretatieproblemen samen. Ik zal proberen een tipje van deze sluier op te lichten.

Laat ik beginnen met een nieuw gedachte-experiment: laten wij samen met een foton—uiteraard zijn wij massaloos—in de vrije ruimte op weg gaan in de richting van een waterstofatoom, dat zich met een elektron op het laagste energieniveau op enige afstand bevindt. Wij nemen een

referentieklok mee, die bij vertrek gelijk loopt met de klok thuis. Bij ons vertrek stappen wij op het foton dat zich langzaam met een snelheid van 10 m/s door een doorzichtig glasachtig materiaal in de richting van de vrije ruimte beweegt. Deze trage snelheid van het foton wordt waarschijnlijk veroorzaakt, doordat het foton van atoom naar atoom in het glasachtig materiaal beweegt en daarbij bij elk atoom een tijdje rust neemt.

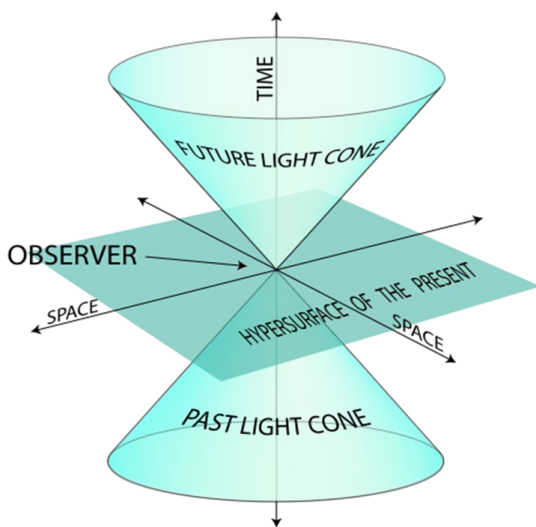
De thuisblijvers staan klaar om ons aan de rand van het materiaal uit te zwaaien bij ons vertrek naar de vrije ruimte; met een camera maken zij een opname die uiterst langzaam kan worden afgedraaid.

Wat zien de thuisblijvers bij ons vertrek?

Eerst zien zij ons duidelijk zitten in een foton dat met een snelheid van 36 km/u naar de rand van het glasachtig materiaal beweegt. Wanneer wij met het foton—beiden massaloos—de rand van het materiaal passeren, versnellen wij ogenblikkelijk naar de lichtsnelheid in de vrije ruimte en zijn wij meteen verdwenen; het zwaaien heeft geen zin. Gelukkig is er nog de video-opname. De thuisblijvers draaien deze opname uiterst langzaam af. Op de opname zien zij ons in het licht van het foton naar de rand van het materiaal bewegen en daarna is het beeld zwart en blijft zwart. Nu draaien zij ons vertrek uit het materiaal op de aller langzaamste stand af. Zij zien eerst het foton met ons duidelijk nog net in het materiaal. Heel misschien is op het volgende beeldje op de rand van het materiaal het beeld helemaal donkerrood, doordat de frequentie van het foton afneemt, omdat de energie van het foton zich naar de vrije ruimte is aan het verplaatsen (en door de verminderde energie neemt ook de frequentie van het foton af). Het derde beeldje is zwart en een beetje onscherp: de energie van het foton heeft zich volledig naar de vrije ruimte verplaatst en het foton heeft een kleine impuls gegeven aan het materiaal.

Wat ervaren wij terwijl wij massaloos met het foton reizen?

Eerst bewegen wij met een snelheid van 36 km/u naar de rand van het glasachtig materiaal. Als wij in het materiaal met het foton naar de rand gaan, dan zien wij heel vaag door het glas—wanneer het foton een moment rust neemt bij een atoom—stroboscopisch de thuisblijvers aan ons voorbijglijden. Aan de rand van het materiaal naar de vrije ruimte worden wij ogenblikkelijk versneld van 36 km/u naar de lichtsnelheid van 1,08 miljard km/u in de vrije ruimte. Wij merken hier bijna niets van, want wij zijn net als het foton massaloos en daardoor is de kracht op ons lichaam nul⁴⁸: wij voelen bij het vertrek naar de lege ruimte alleen de impuls van het foton tegen het glas. Hierna nemen wij—reizend op het foton—niets meer waar, want geen informatie uit het verleden kan ons meer bereiken. Ook onze referentieklok is tot stilstand gekomen: de tijd-as is binnen het foton uitgedijd naar oneindig⁴⁹.



Waar zijn wij voor de thuisblijvers nadat wij met het foton het materiaal hebben verlaten?

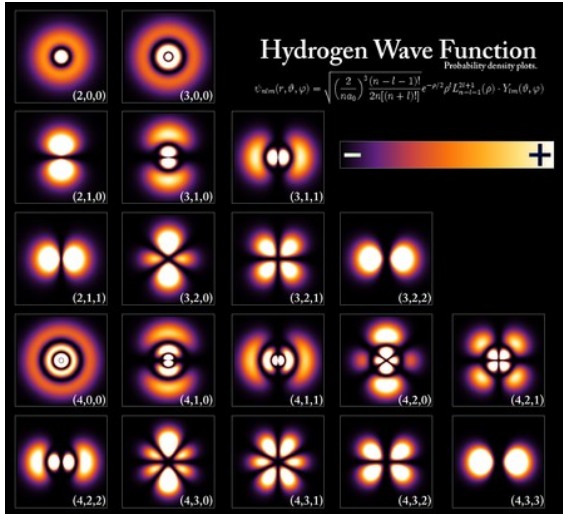
Dat is onbekend, totdat onze plaats is bepaald door een waarneming. Wel kan met zekerheid gezegd worden dat voor de thuisblijvers—“observer” in bovenstaande schematische figuur—wij ons ergens op de lichtkegel “future light cone” bevinden, nadat wij het materiaal hebben verlaten. In deze figuur wordt de tijd in seconden weergegeven en de maat voor “space” is lichtsnelheid maal seconden; de lichtsnelheid in de “past light cone” is 36 km/u terwijl in de “future light cone” de lichtsnelheid in de vrije ruimte van toepassing is.

Omdat wij—met het foton—het materiaal in de richting van de tijd-as hebben verlaten, zullen wij voor de thuisblijver een zeer grote kans hebben om ons op een cirkel van de uitdijende lichtkegel “future light cone” te bevinden precies op het tijdstip dat overeenkomt met de tijd “time” die voor de thuisblijvers is verstreken na ons vertrek. Maar door het onzekerheidsbeginsel hebben wij een kleine kans om ons bij een waarneming ergens anders te manifesteren binnen de uitdijende lichtkegel “future light cone”. In de richting van de as binnen deze lichtkegel neemt de kans om ons aan te treffen steeds verder af, maar de kans is niet nul. In de kwantummechanica is de nauwkeurigheid van deze kans in verhouding tot ander berekeningen/bepalingen in de natuurkunde zeer groot.

In de tussentijd reizen wij—in ons referentiekader van het foton—tijdloos (en de “observer” schuift buiten ons blikveld “spacelike” met de lichtsnelheid van ons vandaan) verder totdat wij tegen het waterstof atoom botsen dat het foton—samen met ons—als een platte schijf/golf van energie tegenkomt. Wij hebben geluk, want de kans is klein dat het foton—samen met ons—tegen een waterstofatoom aanbotst: de vrije ruimte is erg leeg.

De energie en de impuls van het foton—en ook wij met het foton—veroorzaken dat het elektron van het waterstof atoom in een hogere energie staat komt: de bol/golf van het elektron neemt—

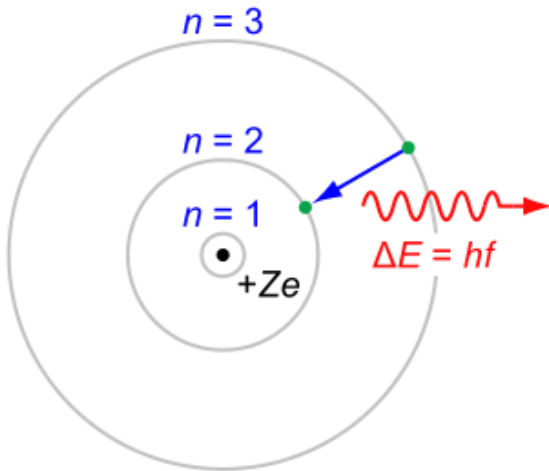
overeenkomstig het Comptoneffect⁵¹—precies zoveel toe in diameter dat het elektron in de volgende kwantumtoestand komt⁵².



De energie en impuls van het foton die niet wordt geabsorbeerd door het elektron waarbij het waterstofatoom in een hogere kwantum-/energiestaat komt, vervolgt zijn weg in de vrije ruimte. Wij blijven binnen de bol van het waterstof atoom achter. Door de geringe massa van het elektron en het atoom, is onze tijd-as weer voor een miniem gedeelte teruggevouwen van oneindig naar een eindige maat: onze referentieklok loopt uiterst langzaam ten opzichte van de referentieklok van de “observer”.

Na een voor ons heel lange tijd—ook door de uiterst langzaam lopende referentieklok—worden wij weer versneld naar de lichtsnelheid: onze referentieklok staat weer stil. Wij reizen weer met een ander foton—met een energie en impuls die gelijk is aan de energie en impuls om het waterstof atoom in de laagste kwantum-/energiestaat terug te brengen—tijdloos met de lichtsnelheid door de vrije ruimte.

Voor een buitenstaander zal de kleur van het foton en van ons—na het vertrek bij het waterstofatoom—precies overeenkomen met een van de spectraallijnen⁵⁴ van het waterstof atoom: het atoom is weer teruggevallen in het laagste energieniveau en een massaloos foton heeft zich met de lichtsnelheid afgescheiden van het waterstof atoom.



55

Kunnen jullie dit gedachte-experiment volgen? Zo ja, dan stel ik voor om een andere keer verder te gaan met het twee spleten experiment⁵⁶ dat de golf- en deeltjes eigenschappen van het foton laat zien”, zegt Carla tegen Peter en Man.

“Jouw uitleg is voor mij niet nieuw, maar jij brengt een duidelijke samenhang aan”, zegt Peter.

“Ik krijg de indruk dat de manifestatie van de gebeurtenissen in de wereld van de kwantummechanica afhankelijk is van de waarnemer. Is dit juist?”, vraagt Man aan Carla.

“De gebeurtenissen zijn universeel, maar de manier waarop en het tijdstip waarop de gebeurtenissen worden waargenomen is afhankelijk

van het referentiekader van de waarnemer⁵⁷. De universele gebeurtenissen manifesteren zich verschillend volgens de regels van de algemene en speciale relativiteitstheorie aan de waarnemers⁵⁸”, zegt Carla.

“Kunnen wij gebeurtenissen sneller dan het licht waarnemen”, vraagt Man aan Carla.

“Nee en ja. Nee, want fotonen zijn de snelste deeltjes die ons een gebeurtenis kunnen laten waarnemen, of die een gebeurtenis rechtstreeks invloed op ons kunnen laten uitoefenen: deze invloed of verandering is “timelike” en volgordelijk in de tijd. En ja, wanneer wij van de ene kant van deze nachtelijke sterrenhemel naar de andere kant kijken, dan nemen wij sneller waar dan met de lichtsnelheid, maar wij kunnen de gebeurtenissen aan beide zijden van de sterrenhemel geen invloed op elkaar laten uitoefenen: deze waarneming is “spacelike” en de waargenomen gebeurtenissen vallen min of meer gelijktijdig voor zonder elkaar direct te beïnvloeden”, zegt Carla.

“Ik zie dat de anderen zich gaan gereedmaken voor de nacht. Ik ga nu ook naar bed”, zegt Man.

“Ja, ik ben ook moe; welterusten”, zegt Carla.

“Welterusten”, zegt Peter.

Zij maken zich klaar voor de nacht.

¹ Zie ook: <https://en.wikipedia.org/wiki/Entropy>

² Bron: White, Terence, Arthur, *Koning voor eens en altijd*, Utrecht: Het Spectrum, 1968, p. 38

³ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Feynman_diagram

⁴ Bron afbeelding: <https://de.wikipedia.org/wiki/Feynman-Diagramm>. Opmerking: de tijd-as gaat van beneden naar boven.

⁵ Zie ook: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photon>

⁶ Opmerking: in het Feynmandiagram voor de uitwisseling van een foton tussen twee positronen—of elektronen met een positieve lading—hoeft alleen de richting van de tijd-as te worden omgekeerd van boven naar beneden.

⁷ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Thought_experiment

⁸ Het menselijk oog is in staat om een afzonderlijk foton met de juiste frequentie binnen het zichtbare lightspectrum waar te nemen. Bron: https://en.wikipedia.org/wiki/Human_eye

⁹ De fotonen worden links in de tekening als gekringelde gele pijlen afgebeeld. De “staafjes” en “kegeltjes” die fotonen in zwartwit en in kleur kunnen waarnemen zijn rechts in de grijs/bruine band afgebeeld. Hiertussen zit (zenuw-)weefsel dat fotonen kan absorberen. Bron afbeelding: <https://en.wikipedia.org/wiki/Retina>

¹⁰ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Arthur_Eddington

¹¹ Bron: Eddington, Arthur, Stanley, *The Nature of the Physical World*. New York: The Macmillan Company, 1929, p. 68 - 69

¹² De “arrow of time” verloopt in de afbeelding langs de maatlat van A naar B. Bron afbeelding: Eddington, Arthur, Stanley, *Space Time and Gravitation*. Cambridge: Cambridge University Press 1920

¹³ Bron afbeelding: [https://en.wikipedia.org/wiki/Pool_\(cue_sports\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Pool_(cue_sports))

¹⁴ Bron afbeelding: https://nl.wikipedia.org/wiki/Bibliotheca_Alexandrina

¹⁵ Bron: Izutsu, Toshihiko, *Sufism & Taoism—A comparative study of key philosophical concepts*. Berkeley: University of California Press, 1984, p. 7

¹⁶ Bron: Izutsu, Toshihiko, *Sufism & Taoism—A comparative study of key philosophical concepts*. Berkeley: University of California Press, 1984, p. 7

¹⁷ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/John_Archibald_Wheeler

¹⁸ Zie: Kumar, Manjit, *Quantum—Einstein, Bohr and the Great Debate about the Nature of Reality*. London: Icon Books, 2014, p. 312

¹⁹ Zie ook: <https://en.wikipedia.org/wiki/Positivism>

²⁰ Dit is de zgn. Kopenhagen interpretatie van de kwantummechanica. Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Copenhagen_interpretation

²¹ Bron: Izutsu, Toshihiko, *Sufism & Taoism—A comparative study of key philosophical concepts*. Berkeley: University of California Press, 1984, p. 8

²² Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Allegory_of_the_Cave

²³ Bron afbeelding: http://nl.wikipedia.org/wiki/Allegorie_van_de_grot

²⁴ Zie ook: Origo, Jan van, *Wie ben jij—Een verkenning van ons bestaan Deel 2: Vijf gangbare werkelijkheden—Leegte*. Amsterdam: Omnia – Amsterdam Uitgeverij, 2015

²⁵ Zie ook: <https://en.wikipedia.org/wiki/Combustion>

²⁶ Zie ook: Origo, Jan van, *Wie ben jij—Een verkenning van ons bestaan Deel 2: Vijf gangbare werkelijkheden—Leegte*. Amsterdam: Omnia – Amsterdam Uitgeverij, 2015, p. 55 e.v.

²⁷ Bron afbeelding: <https://en.wikipedia.org/wiki/Combustion>

²⁸ Zie ook: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photosynthesis>

²⁹ Bron afbeelding: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photosynthesis>

³⁰ Zie ook: Muller, Richard A. Now—*The Physics of Time*. New York: W.W. Norton & Company, 2016, p. 16

³¹ Zie ook: <https://en.wikipedia.org/wiki/Redshift>, en: Origo, Jan van, *Wie ben jij—Een verkenning van ons bestaan, Deel 1*. Amsterdam: Omnia – Amsterdam Uitgeverij, 2012, p. 189 - 193

³² Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Euclidean_geometry

³³ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Hyperbolic_geometry

³⁴ Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Hyperbolic_geometry

³⁵ Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Circle_Limit_III

³⁶ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Hermann_Minkowski

³⁷ Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Metric_expansion_of_space

³⁸ Vierdimensionaal indruk van de uitdijng van ons heelal na de oerknal in de ruimtetijd. De afbeelding is vervaardigd aan de hand van een template verkrijgbaar via: <http://www.free-power-point-templates.com/>

³⁹ Zie ook: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photon>

⁴⁰ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Speed_of_light

⁴¹ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Slow_light

⁴² Bron afbeelding: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photon>

⁴³ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Uncertainty_principle

⁴⁴ Zie ook: <https://en.wikipedia.org/wiki/Momentum>

⁴⁵ Bron afbeelding: <https://en.wikipedia.org/wiki/Momentum>

⁴⁶ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Planck_constant en Phillips, A.C., *Introduction to Quantum Mechanics*. Chichester: Wiley, 2009, p. 11 – 17.

⁴⁷ Bron afbeelding: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Kwantummechanica>

⁴⁸ De kracht door een versnelling op een lichaam is gelijk aan de massa maal de versnelling. Wanneer de massa nul is, dan is de kracht op een lichaam ook nul.

⁴⁹ De tijdsexpansie "gamma" bij reizen met de lichtsnelheid $v = c$ is te bepalen met de formule:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Bij $v = c$ wordt de noemer nul en de tijdsexpansie is oneindig. Dit houdt in dat de tijd tot stilstand komt wordt voor een reiziger op een foton; en dit heeft als consequentie dat tijd ophoudt als enige vorm van referentie. Zie ook:

https://en.wikipedia.org/wiki/Time_dilation

⁵⁰ Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Minkowski_space

⁵¹ Zie ook: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Compton-effect>

⁵² Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_state

⁵³ Het waterstofatoom is door deels samen te gaan met het foton van kwantumstaat 2,0,0 naar kwantumstaat 3,0,0 veranderd. Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_state

⁵⁴ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Spectral_line

⁵⁵ Bron afbeelding: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photon>

⁵⁶ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Double-slit_experiment

⁵⁷ Zie ook: Susskind, Leonard & Friedman, Art, *Special Relativity and Classical Field Theory—The Theoretical Minimum*. Toronto: Allen Lane, 2017, p. 48 - 53

⁵⁸ Zie ook: <https://en.wikipedia.org/wiki/Spacetime>

De gestolde tijd *Hier en nu—overal en altijd*

Na het avondeten zitten Carla en Man bij het kampvuur; zij drinken hun koffie.

“Met een beetje geluk zullen wij overmorgen familie van Narrator ontmoeten, nadat wij de grens met het buurland zijn overgestoken. Ik ben benieuwd of de familie—na een kleine veertig jaren—nog herinneringen aan Narrator heeft”, zegt Man.

“Ik denk het wel: Narrator—als adolescent—moet hier indertijd in veel opzichten een markante verschijning zijn geweest. Ik verwacht dat de familie zich ook zijn vader en moeder nog zal herinneren; zijn vader was bijzonder en zijn moeder had een sterke wil”, zegt Carla.

Peter en Ferdinand komen bij Carla en Man zitten.

“De afwas is gedaan en de kok is tevreden”, zegt Ferdinand.

“Het koelt al flink af. Gelukkig hebben wij vanavond een groot kampvuur om ons te warmen. Nu ik de warmtestraling van het kampvuur voel en ik de vonken van het vuur naar de sterrenhemel zie opstijgen, vraag ik mij af of jij nu jouw kijk op het twee spleten experiment—over de golf- en deeltjeseigenschappen van een foton—zou willen vertellen”, vraagt Peter aan Carla.

“Ongeveer een eeuw geleden heeft de fysica geworsteld—en ook een onderlinge strijd gevoerd—over de vraag of een foton het karakter van een golf of van een deeltje heeft. Hier bij het kampvuur ligt het antwoord gevoelsmatig voor de hand; wij voelen de warmte van het golfkarakter van fotonen en wij zien de bundels van deeltjes in de

vonken. Uiteindelijk is op dit moment het compromis aanvaard dat fotonen het karakter van deeltjes en van golven hebben².

Maar er is een lange weg afgelegd voordat dit compromis zo'n 90 jaar geleden in 1927 is verwoord door Louis de Broglie, en later herontdekt door David Bohm in 1952³. De Noord-Ierse natuurkundige John Bell³ heeft in 1990 over het idee dat fotonen het golf- en deeltjeskarakter hebben, geschreven:

"This idea seems to me so natural and simple, to resolve the wave-particle dilemma in such a clear and ordinary way, that it is a great mystery to me that it was so generally ignored".⁴

Toch heeft de fysica—zeer begrijpelijk—moeite gehad met het bereiken van dit compromis. Er zijn indertijd terecht de nodige vraagtekens geplaatst bij dit tweeledige karakter van fotonen dat wij intuïtief bij het kampvuur waarnemen.

Ik zal eerst vertellen waarom de fysica zo'n moeite heeft gehad om dit tweeledige karakter van fotonen te duiden, terwijl het idee intuïtief zo eenvoudig is te vatten.

De klassieke fysica (voorafgaand aan de kwantummechanica) kent twee fundamentele concepten. Allereerst is er het concept van het ideale puntdeeltje—bijvoorbeeld: het allerkleinst voorstelbaar rond fietskogeltje als op zichzelf staande eenheid (met een bepaalde plaats en impuls)—dat zich voortbeweegt volgens de bewegingsleer die is beschreven door Isaac Newton⁵. Het tweede fundamentele concept zijn golven—bijvoorbeeld golven in het water—die binnen grenzen overal in de ruimte, in de ether⁶ en in veldtheorie⁷ aanwezig zijn en die hun invloed uitoefenen op elkaar en op ideale puntdeeltjes. De elektromagnetische trillingen en golven in de ruimte—beschreven door de vergelijkingen van Maxwell⁸—zijn een voorbeeld van golven als tweede fundamenteel concept.



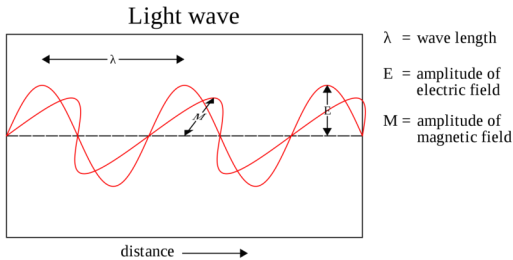
9

Een kiezelsteentje dat door een glad wateroppervlak valt, zal golven in het water veroorzaken die zich over het wateroppervlak uitbreiden. Het kiezelsteentje beweegt zich—als puntdeeltje—voort volgens de bewegingsleer van Newton; en het wateroppervlak volgt het concept van golven, en niet omgekeerd: het wateroppervlak wordt niet gezien als een puntdeeltje dat de bewegingsleer van Newton volgt.

Verblind door de kennis van de klassieke fysica, konden de natuurkundigen zich ruim een eeuw geleden niet voorstellen dat een foton tegelijkertijd de eigenschappen van een deeltje en van een golf zou kunnen hebben. Een foton kon binnen het denkkader van de klassiek fysica slechts één van beide eigenschappen bezitten: een foton zou hetzij een deeltje of hetzij een golf moeten zijn.

Isaac Newton ging uit van het deeltjes karakter van een foton. Christiaan Huygens—en Thomas Young en August Fresnel halverwege de negentiende eeuw—toonden aan dat licht zich gedraagt als een golf¹⁰. Maxwell's theoretisch model van licht/fotonen—als trillingen van elektromagnetische velden—verklaarde vele eigenschappen van

licht, maar dit model kon in ieder geval twee eigenschappen van fotonen niet verklaren.



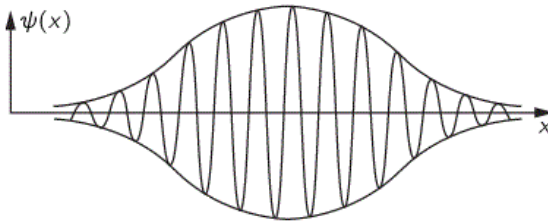
11

Allereerst oefent een massaloos foton zonder elektromagnetische lading dat weerkaatst wordt door een spiegeltje, op dit spiegeltje een impuls uit die gelijk is aan de impuls (of botsing) van een deeltje/kogeltje met een identieke impuls tegen spiegeltje¹². Dit soort impuls kan niet goed verklaard worden uit de eigenschappen van trillingen binnen elektromagnetische velden volgens het theoretische model van Maxwell.

Daarbij leidde onderzoek door verschillende onderzoekers aan hitte-/warmtestraling die vrijkomt uit objecten—die zwart gekleurd waren—tot een hypothese van Max Planck. Deze hypothese stelt dat de energie van ieder systeem—dat elektromagnetische straling (dus ook fotonen) met een bepaalde frequentie absorbeert en/of uitzendt—plaatsvindt in “kwanta”, of anders gezegd: in een veelvoud van een geheel getal. Deze kwanta zijn niet te verklaren volgens het theoretische model voor elektromagnetische straling van Maxwell.

De hypothese van Max Planck houdt in dat één afzonderlijk foton met een bepaalde frequentie precies één kwantum is van de energie van dit foton bij de betreffende frequentie. Fotonen kunnen volgens deze hypothese alleen voorkomen in kwanta van gehele getallen en een afzonderlijk foton kan geen kleinere energie bezitten dan de energie

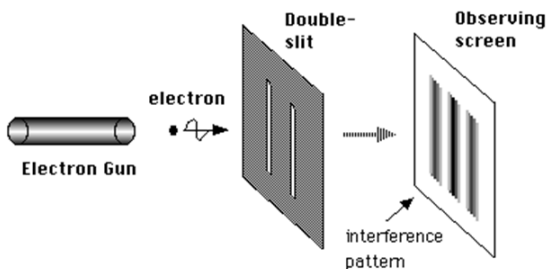
van één kwantum¹³. Deze hypothese van “kwantisering in gehele getallen” van fotonen die een impuls kunnen uitoefenen, is door Albert Einstein in 1905 beschreven, en deze veronderstelling is in een experiment door Robert Millikan in 1914 onomstotelijk bevestigd. In 1921 heeft Albert Einstein de Nobelprijs ontvangen voor deze hypothese van kwantisering in gehele getallen van de energie van fotonen¹⁴. Door deze hypothese zijn fotonen lange tijd opnieuw als deeltjes—met een elektromagnetische energie—beschouwd die een impuls kunnen veroorzaken. Een foton is tot voor kort afgebeeld als een soort druppel—met inwendig trillingen—dat zich met de lichtsnelheid door de lege ruimte voortbeweegt.



15

Deze metafoor van een foton—gebaseerd op de hypothese van Albert Einstein—gaat voorbij aan het golf karakter van een foton dat is bevestigd door het twee spleten experiment.

Het twee spleten experiment is verbonden met het “één spleet” experiment. Ik teken schematisch de opstelling van het twee spleten experiment in mijn aantekenboekje (zie figuur 16, waarbij “Electron gun” moet worden vervangen door bron van fotonen):



16

Laat ik eerst mijn visie—of metafoor—geven op het “één spleet” experiment.

Bij het één spleet experiment worden afzonderlijke fotonen met gepaste intervallen door de vrije ruimte verstuurd in de richting van een plaat, die is voorzien van twee parallelle zeer smalle spleten die ieder afzonderlijk net breed genoeg zijn om het licht van een foton door te laten. De rest van de plaat is volkomen ondoorlaatbaar voor licht. Tijdens het één spleet experiment is één van beide spleten afgedekt en volledig lichtdicht gemaakt. Achter deze plaat is op een bepaalde afstand in een vrije ruimte een fotografische plaat aanwezig die parallel is geplaatst aan de eerste plaat met beide spleten, waarvan nu slechts één spleet licht kan doorlaten.

Bij het één spleet experiment zal een afzonderlijk foton de bron verlaten, waarbij de bron bij het vertrek van de foton een uiterst geringe impuls—gelijk aan de impuls van het betreffende foton—zal ervaren. Het foton wordt pas weer waargenomen nadat het foton op de fotografische plaat een elektron heeft geactiveerd. In de tussentijd hebben een waarnemer en/of een meetinstrument—beiden met een massa—geen enkele mogelijkheid om het foton te volgen, omdat het foton zich voortbeweegt met de lichtsnelheid en omdat een foton een kwantum is in de kleinste vorm bij een bepaalde frequentie.

Tussen 1925 en 1930 hebben Niels Bohr en Albert Einstein van gedachten gewisseld over de tussentoestand van deeltjes na het verlaten van de bron en voor het waarnemen met een meetinstrument. Deze discussie heeft geresulteerd in de zogenaamde Kopenhaagse interpretatie¹⁷, die Albert Einstein niet kon weerleggen.

Deze Kopenhaagse interpretatie gaat uit van enerzijds de twee positivistische meetuitkomsten aan de bron en bij de fotografische plaat en anderzijds de waarschijnlijkheid van de plaats waar het deeltje kan

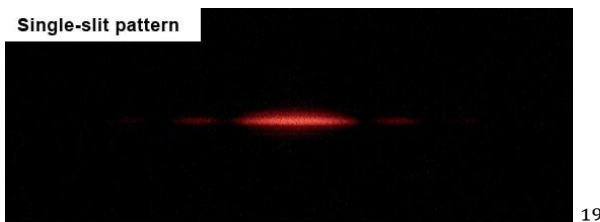
worden waargenomen. De kans op een bepaalde meetuitkomst aan de bron en bij fotografische plaat kan verrassend nauwkeurig bepaald worden via kwantummechanische kansberekening. Over de toestand tussen beide meetuitkomsten kunnen wij volgens de Kopenhaagse interpretatie niets zinvol te weten komen. Dus in navolging van Ludwig Wittgenstein zegt de Kopenhaagse interpretatie over deze tussentoestand:

“Wovon man nicht reden kann, darüber muß man schweigen.”

De mening van Albert Einstein over de Kopenhaagse interpretatie heb ik niet paraat, maar ik heb wel gelezen dat hij de opvallend nauwkeurige kwantummechanische kansberekening op de meetuitkomst niet goed heeft kunnen aanvaarden; hij stelde¹⁸:

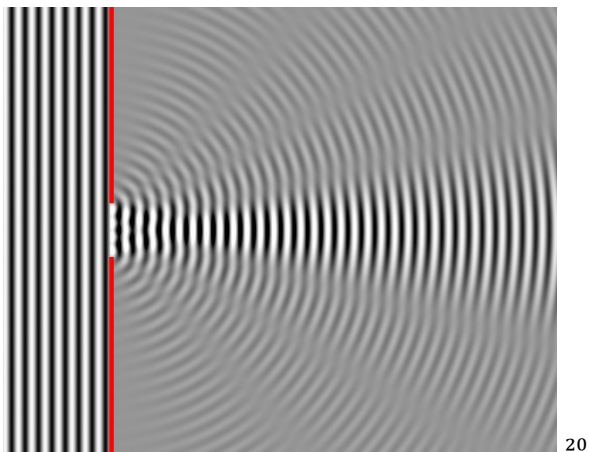
“Gott würfelt nicht” of “God dobbelt niet”.

Na dit eerste foton verlaten achtereenvolgens vele fotonen de bron. Deze fotonen zullen via deze ene spleet door hun impuls de betreffende elektronen op de fotografische plaat activeren. Daarna wordt de fotografische plaat ontwikkeld: de foto die is ontstaan uit de fotografische plaat, toont het “Single-slit pattern” op de volgende foto:



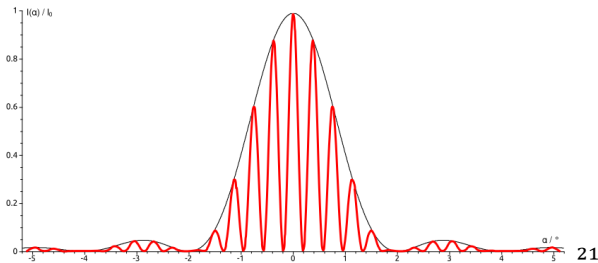
Dit patroon zou kunnen worden verklaard door het interferentiepatroon dat ontstaat nadat uniforme golven door één smalle opening in een muur rollen. De opening in de muur heeft de grootte van enkele keren de afstand tussen de dalen van de golven. Aan

de andere kant van de muur ontstaat een interferentiepatroon tussen de golven dat—van bovenaf gezien—overeenkomt met het patroon op de volgende afbeelding:



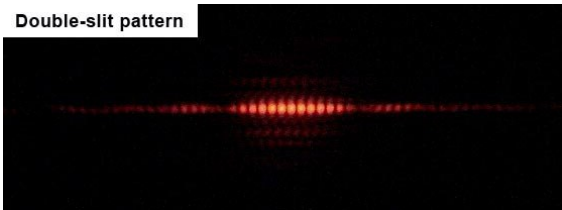
Het patroon van de golven—die door een kleine opening (van enkele keren de afstand tussen de toppen van de golven) in de muur tegen een wand op enige afstand achter te muur golven—komt zeer goed overeen met het patroon van de vele fotonen die achterelkaar door één spleet de elektronen op een fotografische plaat activeren. Dit patroon laat precies de kans zien waar een foton die door de spleet gaat, een elektron op de fotografische plaat zal gaan activeren. Hoe feller de kleur oplicht op de foto met “Single-slit pattern”, hoe groter de kans is dat het foton daar het elektron zal activeren. In de volgende grafiek in figuur 21 is de kans weergegeven met de doorgetrokken grijze lijn. Het punt 0 op de horizontale lijn ligt in het verlengde van de enkele spleet. Op deze plaats is de kans het groots dat het foton de fotografische plaat raakt; vanaf het nulpunt neemt naar beide kanten de kans af tot plus en min twee op de horizontale as in deze grafiek. Vanaf plus en min twee op de horizontale as neemt de kans weer toe tot ongeveer plus en min 2,9 om daarna

weer tot plus en min 4 af te nemen. Van de laatste beide waarden neemt de kans weer een beetje toe tot ongeveer plus en min 5. De maatvoering op de assen in deze grafiek is afhankelijk van het betreffende experiment, maar het patroon komt terug bij ieder golfpatroon dat ontstaat wanneer uniforme golven door een kleine opening rollen, om daarna tegen een wand te botsen die evenwijdig is aan de wand met de kleine opening.

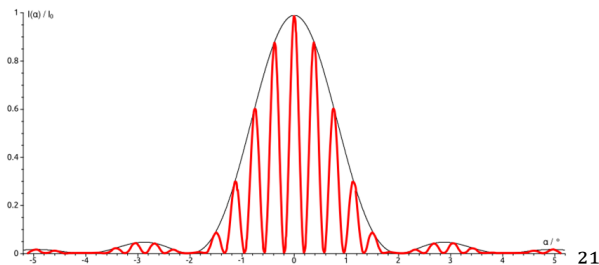


In het twee spleten experiment worden afzonderlijke fotonen met gepaste intervallen door de vrije ruimte gestuurd in de richting van dezelfde plaat die is voorzien van twee parallelle zeer smalle spleten waarbij nu beide spleten zijn geopend. Achter deze plaat is op een bepaalde afstand in een vrije ruimte een (nieuwe) fotografische plaat aanwezig die parallel is geplaatst aan de eerste plaat voorzien van beide spleten. Nadat vele fotonen zijn verstuurd in de richting van beide spleten, wordt de (nieuwe) fotografische plaat ontwikkeld. Het patroon op deze tweede fotografische plaat komt overeen met het patroon “Double-slit pattern” op de volgende foto:

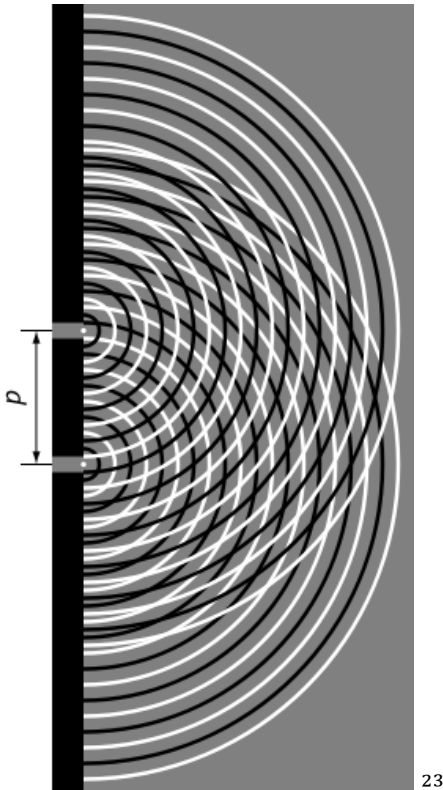
Double-slit pattern



Ook nu weer: hoe feller de kleuren oplichten, hoe meer fotonen op die plaats zijn aangekomen en dus hoe groter de kans dat een volgende foton de fotografische plaat op die plaats zal gaan raken. In figuur 21 is de kans dat een volgend foton de fotografisch plaat gaat raken, weergegeven met de rode lijn. Het nulpunt ligt precies in het verlengde achter het midden tussen beide spleten.



Dit patroon op de fotografische plaat—als uitkomst van het twee spleten experiment—is goed te verklaren uit de aanname dat het foton de puntbron gelijkmatig (en concentrisch) verlaat in de richting van beide spleten. Na het passeren van beide spleten zijn er twee lijnbronnen ontstaan voor de golven die in de vrije ruimte zich verspreiden in de richting van de fotografische plaat. Na een korte afstand interfereren de golven met elkaar. Het interferentiepatroon van deze golven op de fotografische plaat geeft de kans aan dat een foton op die plaats een elektron op de fotografische plaat zal gaan activeren. Deze verklaring is schematisch weergegeven in figuur 23.



De aanname van twee lijnbronnen—die beiden voorkomen uit één foton—is onmogelijk in combinatie met de hypothese van Max Planck die stelt dat een foton het kleinste mogelijke kwantum—in een geheel getal—is bij de frequentie van het foton. Dit foton is dus ondeelbaar in twee lijnbronnen bij een bepaalde frequentie van het foton.

In de loop van de tijd zijn allerlei experimenten verricht om te achterhalen door welk van beide spleten het foton het twéespletenscherm passeert. Alle experimenten geven dezelfde uitkomst. Wanneer één spleet wordt afgedekt, of wanneer achter een van beide spleten een sensor wordt geplaatst, dan ontstaat een

zogenaamd “Single-slit pattern” achter de open spleet (of achter de spleet zonder sensor). En wanneer beide spleten zijn geopend of wanneer de sensor achter één van beide spleten wordt verwijderd, dan ontstaat het zogenaamde “Double-slit pattern”. De conclusie is: iedere testopstelling verandert de ruimtetijd samen met de daarmee samenhangende totale energie waarin het foton zich manifesteert tijdens het twee spleten experiment.

Voordat ik verder ga, vraag ik voor de zekerheid of jullie mijn verhaal nog kunnen volgen?”, zegt Carla.

“Ik heb jouw toelichting en de Kopenhaagse interpretatie al eerder gelezen. Ik krijg de indruk dat men—in de wereld van de kwantummechanica—heeft geaccepteerd dat kennis buiten kwanta niet tot de mogelijkheden behoort.

Als ik mij niet vergis zijn er recent—in het verlengde van de Kopenhaagse interpretatie—modellen ontwikkeld waarin de wereld van de fundamentele deeltjes en misschien wel de hele wereld als binair wordt voorgesteld. Of anders gezegd: een wereld van 0 en 1: het deeltje is hetzij aanwezig (dit is 1) of hetzij het deeltje is afwezig (dit is 0).

Hoe verhoudt deze binaire voorstelling van deeltjes zich tot de uitspraak van John Bell die zei dat het golf/deeltje karakter van fotonen voor hem volkomen natuurlijk is?”, vraagt Peter aan Carla.

“Carla, als ik jou goed begrijp, dan is het sluimergebied tussen de bron van de fotonen en de waarneming van de fotonen op de fotografische plaat onbekend en misschien zelfs niet te kennen. Als arts kom ik in mijn praktijk ook sluimergebieden tegen die onbekend zijn en die misschien wel nooit gekend zullen worden. Ik denk hierbij aan de geboorte waarbij een baby ineens een klein mensje wordt, aan narcose en het weer ontwaken, aan dromen en aan het overlijden waarbij een mens van levend overgaat in dood”, zegt Ferdinand.

“Ferdinand, Peter, bij jullie opmerkingen moet ik denken aan een vraagstuk dat ik een tijdje geleden heb gelezen. Ik zal dit vraagstuk²⁴ aanpassen aan het verhaal van Carla.

Een leerling kwam bij een leraar en legde hem de vraag voor:

“Bestaan en Niet-bestaan zijn als twee ranken die zijn verbonden met de Leegte. Als plotseling de Leegte verdwijnt en de Ranken verdorren, waar blijft dan het Bestaan en Niet-bestaan”.

De leraar lachte als antwoord en zei daarna—ik gebruik de beknopte Engelse versie:

“Word and thought have no road—gone are all machinations”²⁵.

Het woord “road” of “weg” verwijst volgens mij naar Tao—een kernbegrip in het Taoïsme—dat letterlijk “weg of levensloop” betekent. Het woord Tao komt waarschijnlijk voort uit het woord “Maan”²⁶. De Maan is hier een metafoor voor het rotsvast geloof.

Hierbij denk ik aan een haiku van de Japanse dichter Ryōkan dat ik vanavond aanpas aan het kampvuur:

*De vonk laat achter,
de veranderende maan
aan het firmament.²⁷*

Carla, hoe gaat het vervolg van jouw verhaal over het raakvlak tussen licht en duisternis, over het bestaan en niet-bestaan van een foton in de leegte?”, zegt Man.

““Word and thought have no road” geeft de Kopenhaagse interpretatie voor het vraagstuk van de weg van het foton tussen bron en fotografische plaat goed weer: de aanhangers van deze interpretatie

geloven er rotsvast in. Maar ik denk niet dat hiermee de machinaties volgens het antwoord van de Boeddhistische leraar voorbij zijn.

Misschien is het goed dat ik eerst enkele basisideeën vertel voor deze weg van het foton tussen de bron en de fotografische plaat. Al deze basisideeën hebben—volgens mij—één of meer tekortkomingen. Daarna zal ik een “gedankenexperiment” aan jullie voorleggen.

Het eerste basisidee is het simpele idee waarin het foton als een kogeltje van de bron naar de fotografische plaat wordt geschoten; ik ben zo vrij om dit basisidee “schiettent op de kermis” te noemen.

Met dit “schiettent op de kermis” idee is—met een beetje goede wil—het “Single-slit pattern” aardig te verklaren: het foton/kogeltje verlaat bij de bron de virtuele loop van een windbuks met enige onnauwkeurigheid, maar wel zo nauwkeurig dat het foton in meer dan 99 % van de gevallen door de enkele spleet gaat. Door werveling in en rond de spleet worden de meeste fotonen verder afgebogen: hierdoor ontstaat de middelste bredere oplichting op de fotografische plaat. Een beperkt deel van de fotonen interfereert/”botst” met de zijkant van de spleet en wordt daardoor volgens een patroon beduidend verder afgebogen: de meeste interfererende/”botsende” fotonen komen in de twee oplichtingen aan weerszijden van de middelste brede oplichting terecht. Een beperkter deel van deze interfererende/”botsende” fotonen wordt volgens een patroon beduidend verder naar weerszijden afgebogen.

Maar ik zou echt niet weten hoe ik het “Double-slit pattern” door middel van het idee “schiettent op de kermis” zou kunnen verklaren. De experimenten die in de loop van de tijd zijn verricht om te achterhalen door welke spleet het foton de twee spleten scherm passeert, komen—volgens mij—veelal voort uit het idee “schiettent op de kermis”. Zoals ik al eerder zei: alle tweespleten experimenten geven dezelfde uitkomst.

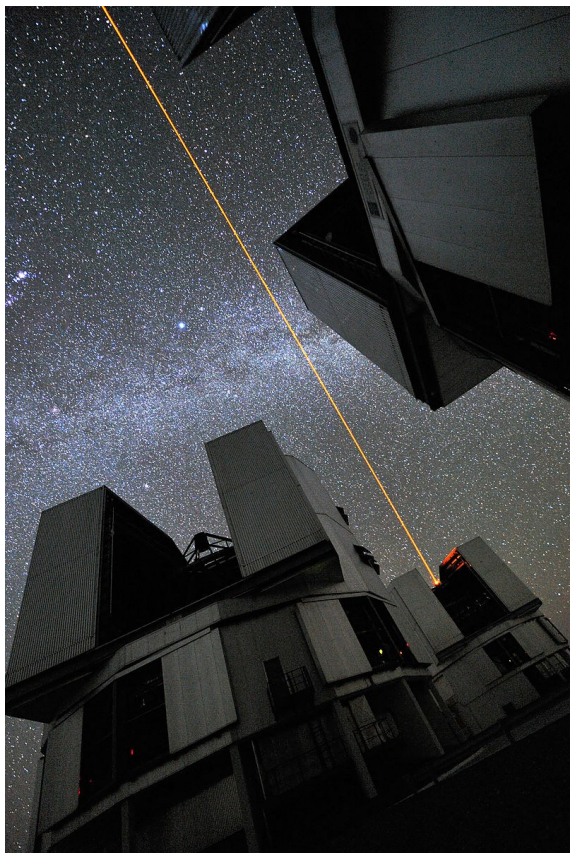
Wanneer één spleet wordt afgedekt, of wanneer achter een van beide spleten een sensor wordt geplaatst, dan ontstaat het “Single-slit pattern”; en wanneer beide spleten zijn geopend of wanneer de sensor achter een van beide spleten wordt verwijderd, dan ontstaat het “Double-slit pattern”.

Dus het idee “schiettent op de kermis” valt af als verklaring voor de weg van het foton vanuit de bron naar de fotografische plaat tijdens het tweespleten experiment met beide spleten volledig geopend.

Het tweede basisidee is een eenvoudig idee waarbij het foton zich—als een “Deus ex machina”—volgens een bepaald patroon en na een bepaalde tijd vanuit de bron manifesteert op de fotografische plaat. De Kopenhaagse interpretatie—en de positivistisch binaire voorstelling van de wereld in het verlengde van de Kopenhaagse interpretatie—gaan beiden uit van het “Deus ex machina” idee waarbij het foton na een bepaalde tijd (volgens de referentieklokken van de bron en/of fotografische plaat) overstapt van de bron naar de fotografisch plaat in een bepaald patroon dat uitstekend overeenstemt met de wiskundige kansberekening.

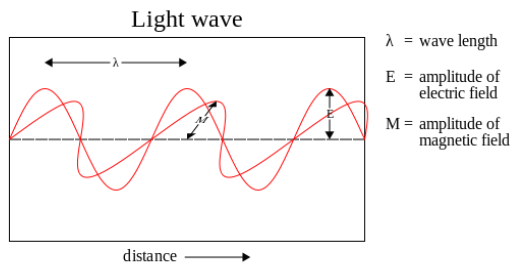
Het “Deus ex machina” model biedt in mijn ogen geen verklaring voor de overgang van het foton vanuit de bron naar de fotografische plaats tijdens het tweespleten experiment met beide spleten volledig geopend.

Het derde basisidee is een eenvoudig idee waarbij het foton zich in de vorm van energie—volgens de formule $E = h \cdot \nu$ is de constante van Planck vermenigvuldigd met de frequentie van het foton—als kwantum via een elektromagnetisch veld²⁸ door de ruimte van de bron naar de fotografische plaat verplaatst. Dit model is zeer bruikbaar voor de staande golf van energie in de vorm van een gebundelde, constante stroom van fotonen die wordt geproduceerd door een monochromatische laser²⁹.



30

De elektromagnetisch golf van een laser is een staande golf, waarbij de elektrische golf loodrecht op de magnetische golf staat, in de richting van het laserlicht.



31

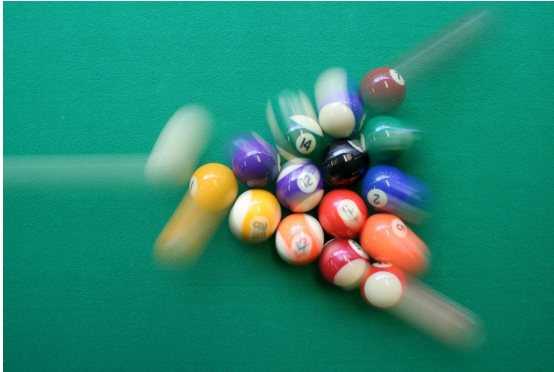
Ik betwijfel of het “Elektromagnetisch veld” model bruikbaar is om de overgang van slechts één foton van de bron naar de fotografische plaat te verklaren. Als wij dit model volgen dan zou:

- Hetzij één ondeelbaar foton het “elektromagnetisch veld” moeten creëren en tegelijkertijd zou het foton zichzelf via dit “elektromagnetisch veld” moeten verplaatsen van de bron naar de fotografische plaat,
- Hetzij in de lege ruimte tussen de bron en de fotografische plaat al “elektromagnetisch veld” aanwezig moeten zijn voor het transport van het foton van de bron naar de fotografische plaat. Dit zou betekenen dat in de lege ruimte voldoende energie aanwezig moet zijn om naast het foton ook een elektromagnetisch veld in een bepaalde vorm in stand te houden in de vorm van een soort ether. Het experiment van Michelson-Morley³² liet geen enkele vorm van ether zien voor het transport van licht en fotonen.

Geen van beide noodzakelijke condities is aannemelijk voor het transport van slechts één foton door de lege ruimte op basis van het “Elektromagnetisch veld” model.

Het vierde idee is een variant van het “Elektromagnetisch veld” model waarbij de vrije ruimte volledig is gevuld met energie. Het foton bij de bron geeft een impuls tegen de energie in de vrije ruimte. De puls verplaatst zich door de vrije ruimte—waarbij er geen energie wordt verplaatst, maar er alleen een impuls met de snelheid van het licht door de energie naar de fotografische plaat gaat. Aan het oppervlak van de fotografische plaat wordt een elektron geactiveerd. Deze variant van “Elektromagnetisch veld” model komt overeen met zakbiljart waar de witte bal een driehoek van ballen raakt: de impuls wordt door de ballen op het biljartlaken overgedragen naar de uiterste bal aan de andere

kant, die—bij geen verlies van energie—met dezelfde energie wegschiet.



33

Dit “biljartballen” model vooronderstelt dat de lege ruimte niet leeg is, maar gevuld met een medium, “ether” of “grid” voor de overdracht van energie en impuls van één foton. De “Quantum Field Theorie” vooronderstelt impliciet een medium, een veld of grid³⁴ voor transport. Dit model is zeer bruikbaar voor de overdracht van de elektrische lading van één elektron met de snelheid van bijna het licht door het atoomrooster van een geleider, maar ik heb mijn twijfels of dit model bruikbaar is bij overdracht van slecht één foton door de vrije lege ruimte. Net als bij het biljartlaken model is ook bij dit model het probleem verschoven van hoe het foton zich door de lege ruimte verplaatst naar twee andere vragen:

- Hoe en waarmee is de lege ruimte gevuld en
- Hoe verplaatst het foton zich met de lichtsnelheid door de gevulde ruimte.

Zijn jullie na de uitleg van deze modellen nog geïnteresseerd in een volgend “gedankenexperiment” over wat wij weten en wat wij zouden kunnen vermoeden als wij niet op de een of andere manier op een dwaalspoor belanden?”, zegt Carla.

“Zoals jij deze modellen vertelt, zijn deze redelijk eenvoudig. Bij het lezen van boeken over kwantummechanica verdrink ik al snel in de wiskundige symbolen en formules die mij het zicht op de modellering ontnemen”, zegt Peter.

“Jouw modellen beschrijven—op plastisch en alledaags manier—een voor mijn niet-alledaagse wereld”, zegt Ferdinand.

“Is de wereld van een foton dat zich met de lichtsnelheid verplaatst, kenbaar? Bij dit kampvuur baden wij ons weldadig in de warmte en het licht van fotonen; en overdag worden wij hier in Kenya verblind in het licht, en bijna overweldigd door de warmte van de fotonen die afkomstig zijn van de zon. Zo dichtbij en zo veraf; zo direct en zo vluchtig. Ik ben benieuwd naar jouw volgend “gedankenexperiment” over het foton in de lege ruimte”, zegt Man.

“Eerst geef ik een korte reactie op de opmerking van Peter. In een nieuw boek moet ik altijd opnieuw mijn weg vinden in de gebruikte symbolen en notatie, voordat ik de inhoud volledig kan doorgronden. Veel symbolen in de natuurkunde zijn redelijk universeel, maar soms worden symbolen specifiek gebruikt, en geregeld wordt voor een ongebruikelijke notatie gekozen. Dit is de eerste uitdaging.

De tweede uitdaging is het doorgronden van de gedachtegang van de auteur. De derde uitdaging is het analyseren van de toetsbaarheid van deze gedachtegang.

Aan deze drie uitdagingen ben ik in mijn verhaal over de modellen voorbij gegaan. Het beschrijven van deze modellen op een wiskundig en fysisch correcte manier vergt een grote inspanning. Het beschrijven van de toetsbaarheid van deze modellen is een volgende grote inspanning. Beide beschrijvingen zullen lastig te doorgronden zijn voor leken.

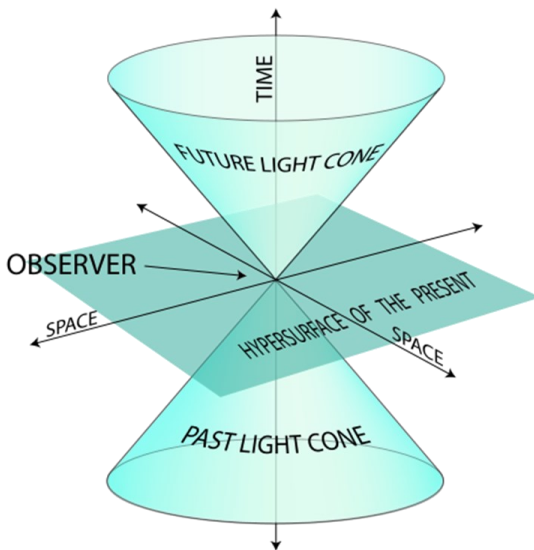
Wanneer beide beschrijvingen niet sluitend zijn, dan ontstaan eenvoudig misverstanden zoals in de anekdote waarin zijn vrouw aan een natuurkundige vraagt om bij de supermarkt een brood te halen en als er verse eieren zijn, haal er zes! Tot verbijstering van zijn vrouw komt de natuurkundige—in zijn ogen volkomen correct—thuis met zes broden, terwijl zij heeft gerekend op één brood en zes eieren wanneer deze in de winkel aanwezig zijn. Mijn verhaal over deze modellen is op het eerste gezicht eenvoudig, maar het verhaal geeft zeer veel aanleiding voor misverstanden en daarbij heb ik de toetsbaarheid van de modellen zeer summier verteld.

Mijn tweede reactie bij de opmerking van Peter is: heel veel fysica is eenvoudig als je het eenmaal doorziet. De meeste fysica is bij de juiste invalshoek te begrijpen met kennis van alledag. Zonder de juiste invalshoek blijft het ploeteren in modellen en in wiskundige berekeningen. Tot nu toe is er voor de reis van het foton uit de bron naar de fotografische plaat nog geen juiste invalshoek gevonden; de Kopenhaagse interpretatie gaat er zelfs vanuit dat er geen juiste invalshoek mogelijk is.

Mijn volgend “gedankenexperiment” over de reis van het foton vanuit de bron naar de fotografische plaat volgt de invalshoek van het foton in plaats van de invalshoek van de waarnemers bij de bron en bij de fotografische plaat. Om misverstanden te voorkomen: het is een gedachtenexperiment voor bij het kampvuur, want een rigueur—of striktheid—van een wiskundige beschrijving ontbreekt en waarschijnlijk is er per definitie geen toetsbaarheid mogelijk omdat nul en oneindig elkaar in dit gedachtenexperiment als singulariteit³⁵ ontmoeten.

Wat wij weten over deze reis van het foton door de lege ruimte in ons heelal:

- Bij het vertrek van het foton wordt aan de bron een impuls en een vermindering van energie van de bron waargenomen die overeenkomt met het foton dat vertrekt;
- Met behulp van berekeningen volgens de kwantummechanica is met grote nauwkeurigheid de plaats op de fotografische plaat te voorspellen waar het foton zal arriveren;
- Tijdens de reis heeft het foton geen massa;
- Tijdens de reis heeft het foton geen elektrische lading;
- Tijdens de reis heeft het foton een “polarisatie”—denk aan zonnebrillen met een polarisatiefilter die een groot deel van de schittering of golven van licht wegfilteren met behulp van een zeer fijn raster³⁶—en een zogenoemde “spin” die ik in dit gedachtenexperiment buiten beschouwing laat.
- Het foton reist met de absolute lichtsnelheid ten opzichte van ieder referentiekader op de “future light cone” voor de waarnemer bij de bron;



- Het foton reist met de absolute lichtsnelheid—ten opzichte van ieder referentiekader—binnen de “past light cone” voor de waarnemer bij de fotografische plaat, waarbij de tijd-as tussen de waarnemer bij de bron en de waarnemer bij de fotografische plaat verschilt met precies de maat van de afstand tussen bron en aankomst op de fotografische plaat;
- De reistijd is met relatief eenvoudig rekenwerk te bepalen binnen het referentiekader van de bron en in het referentiekader van de fotografische plaat.
- Tijdens de reis heeft het foton een energie die overeenkomt met $E = h\nu$ ³⁸, waarin “E” de energie is, “h” is de constante van Planck en “v” is de frequentie van het foton;

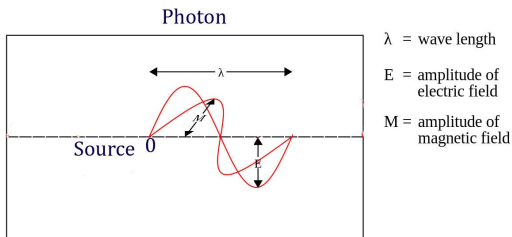
$$p = \frac{h}{\lambda}.$$

- De impuls van het foton bij vertrek is of $p = \frac{h\nu}{c}$ ³⁹, waarin “p” de impuls is, “h” is weer de constant van Planck, “λ” is de golflengte van het foton, “v” is de frequentie van het foton en “c” is de lichtsnelheid. De golflengte en de frequentie verhouden zich tot elkaar als:
 - o Frequentie “v” is golflengte “λ” gedeeld door de lichtsnelheid “c”.

Tot hier lijkt de beschrijving van de reis van het foton door de lege ruimte probleemloos te verlopen volgens de klassieke mechanica. Maar ongemerkt zijn er al twee singulariteiten—dit zijn punten in de ruimtetijd waarin de wetten van de natuurkunde hun geldigheid verliezen—in deze beschrijving geslopen. De eerste singulariteit is het feit dat een foton zonder massa door de vrije ruimte reist: het foton kent geen vertraging, maar wel een impuls. De tweede singulariteit is het feit dat het foton met de absolute lichtsnelheid reist ten opzichte

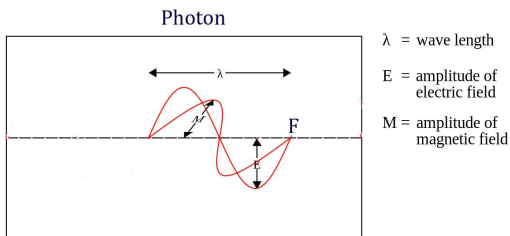
van ieder referentiekader op de “future light cone” voor de waarnemer bij de bron en binnen de “past light cone” voor de waarnemer bij de fotografische plaat: dus ook voor het referentiekader van het foton zelf.

Volgens dit “gedankenexperiment” zou het foton er—volgens het referentiekader van de waarnemer O bij de bron—als volgt uitzien bij het vertrek uit de bron met een impuls “ p ” en energie “ E ”.



40

En het foton wordt door de waarnemer F—bij de fotografische plaat binnen haar/zijn referentiekader—ervaren als impuls “ p ” en energie “ E ” van gelijke grootte, in het geval de impuls en de energie van het foton aan het begin en aan het einde van de reis gelijk zijn. Zie de onderstaande figuur:



41

Beide figuren tonen dat het foton zich op een identieke wijze manifesteert aan het begin van de reis bij de bron en bij de aankomst op de fotografische plaat.

De waarnemers bij de bron en de fotografische plaat nemen in hun stilstaand referentiekader een gelijke golflengte van het foton waar die afhankelijk is van de lichtkleur van het foton. De golflengte varieert bij zichtbaar licht van ongeveer 620 nm bij rood licht tot ongeveer 475 nm bij blauw licht.

Maar in het referentiekader van het foton—that beweegt met de absolute lichtsnelheid—moeten wij de golflengte omrekenen met behulp van de Lorentz transformatie. Deze transformatie is van toepassing bij snelheden die zeer dicht in de buurt van de lichtsnelheid in de lege ruimte komen. Deze Lorentz transformatie gaat als volgt:

$$t' = \gamma (t - vx/c^2)$$

$$x' = \gamma (x - vt)$$

$$y' = y$$

$$z' = z,$$

Waarin

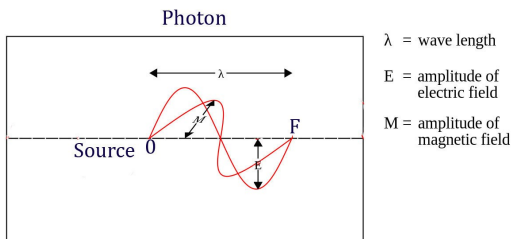
$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

42

Tijdens het reizen met de lichtsnelheid is de snelheid “v” van het foton gelijk aan de lichtsnelheid “c”; hiermee is de noemer gelijk aan nul: dit houdt in dat “γ” gelijk is aan oneindig, dat in de wiskunde wordt weergegeven met het symbool “∞”.

Ik rommel nu snel en onnauwkeurig met de cijfers. In dit “gedankenexperiment” bepaal ik dat de golflengte x’ van het foton in het

referentiekader van de waarnemers—bij de bron en de fotografische plaat—gelijk is aan de golflengte van rood licht (620 nm). De waarde “ vt ” is in dit experiment de afstand tussen de bron en de fotografische plaat. Met deze aannamen wordt x'/γ gelijk aan nul; en de golflengte van het foton in haar eigen referentiekader wordt dan precies de afstand tussen de bron (weergegeven met O in onderstaande figuur) en de plaats waar het foton de fotografische plaat activeert (weergegeven met F in onderstaande figuur).



43

Hoe ervaart het foton de tijd tijdens de overdracht van energie tussen de bron en de fotografische plaat?

Hiervoor moeten wij in het referentiekader van het foton—dat beweegt met de absolute lichtsnelheid—net als bij het omrekenen van de beleving van de golflengte door het foton, de Lorentz transformatie toepassen om de tijdseenheid “ t' ” van de waarnemers bij de bron en de fotografische plaat naar de tijdseenheid van het foton “ t ”. In de omrekenformule is “ γ ” weer gelijk aan oneindig, “ v ” is de lichtsnelheid “ c ”, en “ x ” is de afstand voor het foton tussen de bron en de fotografische plaat. In deze formule zijn drie eenheden “ t' , c , x ” eindige getallen die niet gelijk zijn aan nul. Hierdoor is de tijdseenheid van het foton “ t ” tijdens de overdracht van energie tussen de bron en de fotografische plaat gelijk aan nul, want een eindig getal gedeeld door oneindig is gelijk aan nul. Dit houdt in dat voor het foton deze overgang

van energie momentaan plaatsvindt. Deze tijdseenheid is nul, omdat eenheden op de tijd-as in het referentiekader van het foton naar oneindig gaan. Ik kom hier binnenkort op terug.

Zijn deze uitkomst uit dit “gedankenexperiment”—waarbij de golflengte van het foton in het eigen referentiekader van het foton gelijk is aan de afgelegde afstand; en waarbij de overdracht van energie in de tijdseenheid van het foton momentaan plaatsvindt—fysisch irrealistisch?

Experimenteel is aangetoond dat kosmische straling bij het intreden van de dampkring rond de aarde muonen creëren. Deze muonen gaan met bijna de lichtsnelheid naar de aarde, maar deze muonen zijn uiterst instabiel. Slechts een zeer klein deel van deze muonen zou op basis van de halfwaardetijd het aardoppervlak mogen bereiken, maar in werkelijkheid bereiken een groot deel van de muonen het aardoppervlak. De oorzaak hiervan is: de tijd gaat voor de muonen—die bijna met de lichtsnelheid reizen—veel langzamer in het referentiekader van deze muonen, waardoor de reistijd naar de aarde veel korter wordt en waardoor het verval van muonen ook veel minder is. De correctie van de reistijd naar het referentiekader van de muonen door middel van de Lorentztransformatie geeft een zeer nauwkeurige voorspelling van het gemeten aantal muonen op het aardoppervlak⁴⁴.

Stel nu dat beide uitkomsten voor de golflengte en de momentane overgang van energie in het eigen referentiekader van het foton experimenteel worden bevestigd, dan verklaren deze uitkomsten dat:

- Een foton in de lege ruimte tegelijkertijd een deeltje èn een golf is, die bovendien volkomen met elkaar samenvallen;
- Een foton in de lege ruimte binnen het eigen referentiekader probleemloos de “future light cone” als deeltje èn als golf vult, voordat het foton via een impuls tegen een elektron rond een atoom botst;

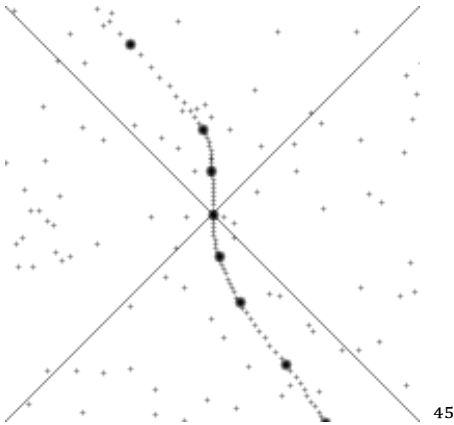
- Een foton in de lege ruimte over de—met de lichtsnelheid—afgelegde weg in het referentiekader van dit foton niet divergeert, tijdens reis de entropie niet toeneemt en bij de botsing tegen het elektron rond een atoom nog steeds de volledige oorspronkelijke energie en impuls heeft;
- Een foton in de vrije ruimte—dat de “future light cone” als deeltje en golf vult—eenvoudig door beide spleten tegelijkertijd kan gaan en na het passeren van beide spleten kan interfereren als twee golven vanuit beide lijnbronnen.

Ik denk dat ik vanavond genoeg over kwantummechanica heb vertelt. Als jullie een andere avond nog interesse hebben in dit soort onderwerpen, dan wil ik hierover verdergaan”, zegt Carla.

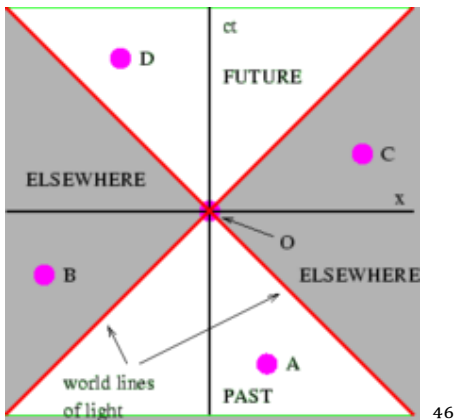
“Jouw uitleg over de verschillen tussen de werelden van fotonen in de ogen van een buitenstaander en in de beleving van het foton zelf, geeft mij stof tot denken. Ik heb wel eens gelezen dat: *“Het oog kan zichzelf niet zien; er is een ander nodig om het oog waar te nemen”*. Ik heb hierbij mijn aarzelingen, maar de uitleg van mijn onvrede over deze strofe bewaar ik voor een andere keer.

Heb ik het juist dat volgens jouw uitleg een foton zichzelf per definitie niet kan waarnemen, omdat het foton op het moment van waarneming van zichzelf al is vervlogen?”, vraag Man aan Carla.

“Goede vraag, met—voor zover ik zo snel kan overzien—twee antwoorden. In de ruimtetijd bevindt een foton zich precies op het grensvlak (“light like” in het Engels) tussen het tijdsgebied (“time like” in het Engels), waar gebeurtenissen elkaar rechtstreeks kunnen beïnvloeden binnen dezelfde lichtkegel (zie de punten op de lijn de volgende figuur)—



en het ruimte gebied (“space like” in het Engels)—waar gebeurtenissen naast elkaar plaatsvinden en elkaar pas later indirect kunnen beïnvloeden wanneer de toekomstige kegels die ontstaan uit beide gebeurtenissen, elkaar in de toekomst gaan raken (zie de punten B en C in onderstaande figuur).



Na de impuls tijdens het ontstaan—bijvoorbeeld nadat het foton een elektron rond een atoom (waardoor het elektron in een lagere

energietoestand komt) heeft verlaten —bestaat het foton in de vrije ruimte in zijn eigen beleving in het “hier en nu; overal en altijd”, totdat het foton tijdens een impuls weer verdwijnt—bijvoorbeeld doordat het foton een ander elektron rond een atoom in een hogere energietoestand brengt.

Misschien hebben de schrijver van de strofe en jij wel allebei gelijk: het foton kan zichzelf tegelijkertijd “wel waarnemen” in het “hier en nu; overal en altijd” en tegelijkertijd niet waarnemen.

Laat ik hier een andere keer op terugkomen”, zegt Carla.

“Ik vind het interessant hoe jij het metafysisch aspect van de theoretische natuurkunde met het empirisch experiment verbindt. Ontstaat door deze binding een eenduidige onomstotelijke waarheid, of begeleiden de “dromende verbeelding”—dit is de metafysica—en “ziende zonder duiding”—dit is het empirisme—elkaar door het doolhof van een bij vlagen gewelddadige lege ruimte? Wat vind jij?”, vraagt Man aan Carla.

“Zonder duiding—of theorie—blijven metingen zonder betekenis. Een mooi theoretisch model zonder bevestiging van een meetbare waarneming blijft een luchtspiegeling. Maar de geschiedenis leert dat door een “schok van het nieuwe” de voorheen onwankelbare theorie en bijbehorende waarnemingen in een ander perspectief worden geplaatst. Bijvoorbeeld: de klassieke mechanica en natuurkunde van ruim 100 jaar geleden—waarbinnen slechts een paar details indertijd om opheldering vroegen—kwam binnen een paar decennia in een heel ander perspectief te staan door de relativiteitstheorie, de kwantummechanica en de ruimtetijd. Ik denk dat een soortgelijke omwenteling ons binnenkort opnieuw staat te wachten. De zwaartekracht heeft in de moderne natuurkunde nog geen goede plaats gevonden”, zegt Carla.

“Ik ben al moe, maar zou jij dit binnenkort kunnen toelichten?” vraagt Man aan Carla.

“Goed idee. Ik denk dat ik dit kan combineren met het belichten van de kwantumverstrengeling tussen twee elektronen. Maar misschien is het goed dat wij nu naar bed gaan. Het is al laat”, zegt Carla.

“Goed idee”, zegt Peter.

“Welterusten”, zeggen Ferdinand, Man, Carla en Peter tegen elkaar.

¹ Zie ook: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photon>

² Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/De_Broglie%E2%80%93Bohm_theory

³ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/John_Stewart_Bell

⁴ Bron: voetnoot 70 in <https://en.wikipedia.org/wiki/Photon>

⁵ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Newton%27s_laws_of_motion

⁶ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Luminiferous_aether

⁷ Bijvoorbeeld het zwaartekracht veld, de kwantumveldtheorie en Elektromagnetische velden. Zie ook: [https://en.wikipedia.org/wiki/Field_\(physics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Field_(physics)) en ook https://en.wikipedia.org/wiki/Theory_of_everything

⁸ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Maxwell%27s_equations

⁹ Bron afbeelding: https://nl.wikipedia.org/wiki/Superpositie_%28natuurkunde%29

¹⁰ Zie ook: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photon>

¹¹ Bron afbeelding: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photon>

¹² Opmerking van Carla tijdens het redigeren: Deze impuls op het spiegeltjes—door weerkaatsing van een foton—bestaat allereerst uit de impuls van het foton door de botsing en vervolgens ook uit de impuls door de reflectie van het foton waardoor het foton wordt weerkaatst. Bij een volledige weerkaatsing van het foton ervaart het spiegeltje dus twee keer de impuls van het foton, terwijl het spiegeltje bij absorptie van het foton slechts één keer de impuls van het foton zal ervaren.

¹³ Zie ook: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photon>

¹⁴ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Photoelectric_effect

¹⁵ Bron afbeelding:
<https://readingfeynman.org/2014/09/16/the-size-and-shape-of-a-photon/>

¹⁶ Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Double-slit_experiment

¹⁷ Zie ook: https://nl.wikipedia.org/wiki/Kopenhaagse_interpretatie

¹⁸ Bron: Brief aan Max Born, 4 december 1926, Einstein-Archiv 8-180 volgens https://nl.wikiquote.org/wiki/Albert_Einstein

¹⁹ Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Double-slit_experiment

²⁰ Bron afbeelding: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Tweespletenexperiment>

²¹ Bron afbeelding: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Tweespletenexperiment>

²² Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Double-slit_experiment

²³ Bron afbeelding: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Tweespletenexperiment>

²⁴ Vrije weergave van de koan “*Sushan’s Existence and Nonexistence*” Zie: Cleary, Thomas, *Book of Serenity: One Hundred Zen Dialogues*. Boston: Shambhala, 1998, p. 372 - 376

²⁵ Vrij vertaald: “*Woord en gedachte hebben geen weg—verdwenen zijn alle machinaties*”

²⁶ Bron: Porter, Bill, *Road to Heaven—Encounters with Chinese Hermits*. Berkeley: Counterpoint, 1993, p. 35.

²⁷ Bron: Stevens, John, *Three Zen Masters, Ikkyū, Hakuin, Ryōkan*. Tokyo: Kodansha International, 1993, p. 131.

²⁸ Zie: https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_field

²⁹ Zie ook: <https://en.wikipedia.org/wiki/Laser>

³⁰ Bron afbeelding: <https://en.wikipedia.org/wiki/Laser>

³¹ Bron afbeelding: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photon>

³² Zie: https://en.wikipedia.org/wiki/Michelson%E2%80%93Morley_experiment

³³ Bron afbeelding:
<https://de.wikipedia.org/wiki/Poolbillard#/media/File:Billard.JPG>

³⁴ Zie ook: Zee. A., *Quantum field theory in a nutshell*. Princeton: Princeton University Press, 2010², p. 4, fig. 1.1.1.

³⁵ Zie ook: [https://en.wikipedia.org/wiki/Singularity_\(mathematics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Singularity_(mathematics)) en voor de zwaartekracht: https://en.wikipedia.org/wiki/Gravitational_singularity

³⁶ Zie ook: <https://en.wikipedia.org/wiki/Polarizer>

³⁷ Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Minkowski_space

³⁸ Zie ook: <https://de.wikipedia.org/wiki/Photon>

³⁹ Zie ook: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Foton> en <https://en.wikipedia.org/wiki/Photon>

⁴⁰ Bewerking van afbeelding van bron: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photon>

⁴¹ Bewerking van afbeelding van bron: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photon>

⁴² Bron van deze formules voor de Lorentztransformatie:
https://en.wikipedia.org/wiki/Lorentz_transformation

⁴³ Bewerking van afbeelding van bron: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photon>

⁴⁴ Zie: Devanathan, V, *The Special Theory of Relativity*, Oxford: Alpha Series, 2015, p. 33 – 35; en Rindler, Wolfgang, *Relativity—Special, General and Cosmological*. Oxford: Oxford University Press, 2006, p. 66 - 67

⁴⁵ Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/World_line

⁴⁶ Bron afbeelding: <https://en.wikipedia.org/wiki/Spacetime>

De verstilde tijd

De afstand tussen hemel en aarde

Man en Carla lopen onder de sterrenhemel naar het kampvuur.

“Het eten is lekker. Gelukkig kan ik er nog van genieten”, zegt Man.

“Ik maak mij zorgen over jou. Jij ziet er niet goed uit. Als jij overmorgen niet beter bent, dan stel ik voor dat wij samen naar Nairobi reizen om vandaar naar Amsterdam te vliegen”, zegt Carla.

“Laten wij zien hoe het verder gaat. Ik wil graag overmorgen de familie van Narrator ontmoeten, zodat ik hem kan vertellen hoe het met hen gaat. Laten wij bij Ferdinand en Peter gaan zitten,” zegt Man.

“Ik heb mokken en een kan koffie voor jullie meegenomen”, zegt Ferdinand tegen Carla en Man.

“Als jullie zijn gaan zitten, dan ben ik benieuwd wat jij te vertellen hebt over kwantumverstrengeling en zwaartekracht, Carla. Als ik naar het firmament kijk, dan vraag ik mij af hoe de zwaartekracht er over zo’n immense afstand voor zorgt dat alle sterren met elkaar in evenwicht blijven”, zegt Peter tegen Carla.

“Eerst even wat koffie drinken. Daar heb ik nu zin in. Dan kan ik bedenken hoe ik zal beginnen”, zegt Carla.

“Ik herinner mij dat jij gisteravond met jouw kijk op de kwantummechanica bent gebleven bij het “gedankenexperiment” met de titel “reizen met het foton” in het “hier en nu—overal en altijd”.

Bij jouw uitleg herinnerde ik mij het Boeddhistisch vraagstuk: *“Een haarbreedte verschil is de afstand tussen hemel en aarde”*, waarbij het vers—vrij weergegeven—eindigt met: *“Maar uiteindelijk is het foton weer thuis gekeerd en terug bij het nulpunt”*¹.

Is het foton ooit weggeweest van de bron bij de oerknal?”, vraagt Man.

“Jullie overvragen mij om deze vragen tegelijkertijd te gaan belichten. Laat ik beginnen met mijn voorstel van gisteravond: eerst de kwantumverstrengeling tussen elektronen. Ik zal zien of er genoeg tijd overblijft voor het foton en zwaartekracht bij en na de oerknal”, zegt Carla.

“Jij hebt gelijk; ik vraag teveel in een keer. Ik ben benieuwd naar jouw kijk op deze onderwerpen”, zegt Man.

“Kwantumverstrengeling is een eigenschap uit de kwantummechanica waarbij twee (of meer) deeltjes—bijvoorbeeld elektronen—bij hun ontstaan zodanig verbonden en verstrengeld zijn en blijven, dat het ene deeltje niet meer volledig beschreven kan worden zonder het andere deeltje specifiek te benoemen, ook al zijn deze beide objecten ruimtelijk gescheiden². De kwantumverstrengeling van twee elektronen houdt in dat twee elektronen na hun ontstaan—van elkaar gescheiden—door de vrije ruimte bewegen met een tegenstelde spin; of beter gezegd: met een tegengestelde eigenschap (ook wel aangeduid met spin of draaimoment)³. Door de plaats (of zeker het “draaimoment”) van een elektron te meten dat via kwantumverstrengeling is verbonden met een ander elektron, wordt meteen eenduidig de plaats (of het draaimoment) van het andere elektron vastgelegd.

Deze kwantumverstrengeling is onderwerp van een publicatie in 1935 door Albert Einstein, Boris Podolsky, en Nathan Rosen en niet veel later in verschillende publicaties door Erwin Schrödinger; sinds die tijd is de kwantumverstrengeling bekend als de “EPR (dit is de afkorting voor: Einstein, Podolsky en Rosen) paradox”—dit laatste is niet correct, want

het is geen paradox. Voor Albert Einstein was het onbegrijpelijk dat deeltjes elkaar via kwantumverstrengeling over grote afstand—voor een waarnemer buiten de kwantumverstrengeling momentaan en sneller dan de lichtsnelheid—kunnen bepalen⁴.

Dit onbegrip van Albert Einstein is te volgen, omdat naar zijn mening bij het meten van een elektron een eigenschap van dit elektron eenduidig wordt vastgelegd en de kwantummechanische onzekerheid over deze eigenschap verdwijnt. Met dit vastleggen van de eigenschap van het eerste elektron wordt tegelijkertijd eenduidig de tegengestelde eigenschap van het tweede elektron bepaald en verdwijnt ook de kwantummechanische onzekerheid over deze eigenschap van het tweede elektron. Albert Einstein kon niet bevatten op welke wijze deze gemeten informatie over het eerste elektron sneller dan de lichtsnelheid eenduidig naar het andere elektron wordt overgedragen.

Deze kwantumverstrengeling is eenduidig empirisch bepaald in experimenten op basis van het theorema van John Bell; op dit moment is het record voor de gemeten afstand van kwantumverstrengeling tussen twee elektronen 1203 km.

Via kwantumverstrengeling van elektronen en fotonen hopen onderzoeksteams supersnelle kwantum computers te bouwen—waarbij sneller dan de lichtsnelheid informatie wordt overgedragen—of zij hopen op een aanmerkelijk verbeterde cryptografie van gegevens.

Tot op heden is er geen eenduidige verklaring voor deze empirisch eenduidig vastgestelde kwantumverstrengeling.

Laat ik in een “gedankenexperiment” een verklaring proberen te achterhalen voor de eenduidige overdracht van informatie met een snelheid die groter is dan de lichtsnelheid van ongeveer 3×10^8 m/s in ons heelal.

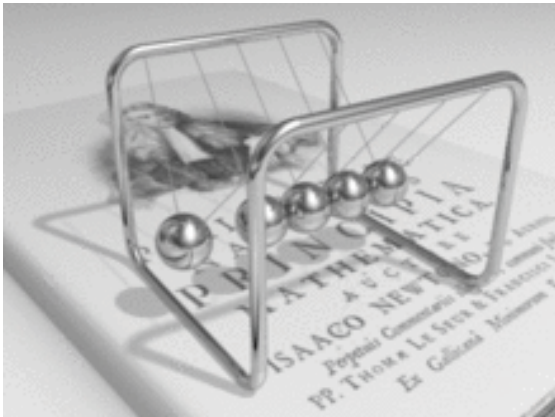
Enkele avonden eerder heb ik al gezegd dat een foton aanmerkelijk wordt afgeremd wanneer het zich voortbeweegt door een materiaal⁵: in

bijzondere gevallen zal een foton zich dan verplaatsen met de snelheid van minder dan 10 meter per seconde⁶.

In het “gedankenexperiment” zal ik de natuurkunde sterk vereenvoudigen door heel veel natuurkundige aspecten weg te laten of te bundelen: alles binnen de natuurkunde wordt in dit “gedankenexperiment” teruggebracht tot drie aspecten:

- energie,
- impuls en
- ruimtetijd.

Massa, deeltjes worden via $E = mc^2$ teruggebracht tot (potentiële) energie; en beweging wordt teruggevoerd tot (kinetische) energie⁷, en krachten worden teruggebracht tot impuls⁸ per tijdseenheid.



9

Binnen deze drie aspecten vormen energie en ruimtetijd elkaar eenduidig.

Ik heb twee avonden geleden al gezegd dat binnen de kern van een zwart gat de ruimte is verschrompeld tot de dimensie van de kern waarbinnen de tijd nagenoeg tot stilstand is gekomen.

Laten wij in het “gedankenexperiment” de drie uitersten van energie en ruimtetijd onderzoeken:

- een ruimtetijd met een volkomen uniform uitgespreide energie binnen de ruimtetijd; in ieder punt—binnen deze ruimtetijd—is deze ruimtetijd volkomen punt-symmetrisch;
- een ruimtetijd met de laagst mogelijke energie;
- een ruimtetijd met alle energie gebundeld in een punt.

Waar wij ook kijken, ons heelal dijt overal gelijkmatig uit: dit houdt in dat de ruimtetijd in ons heelal ook overal gelijkmatig uitdijt. Als wij nu in het donker naar de heldere sterrenhemel kijken, lijkt de energie van het sterrenlicht in puntjes te zijn samengebundeld. Maar als wij naar het heelal kijken in afmetingen die iets groter zijn dan ons melkwegstelsel, dan is de energie volgens het standaard model voor de oerknal ook overal—tot waar wij kunnen kijken—gelijkmatig verdeeld¹⁰.

Daarbuiten—buiten de reikwijdte van de oerknal—weten wij niet hoe de energie is verdeeld.

Stel dat de energie ver buiten de reikwijdte van de oerknal over een zeer grote ruimtetijd gelijkmatig is verdeeld, dan is de ruimtetijd in deze immense omgeving ook volkomen homogeen”, zegt Carla.

“Heb jij enig idee waaruit deze homogene ruimtetijd is ontstaan en waarin deze ruimtetijd zal verdwijnen. Ik heb een idee, maar ik ben benieuwd naar jouw kijk?”, vraagt Man aan Carla.

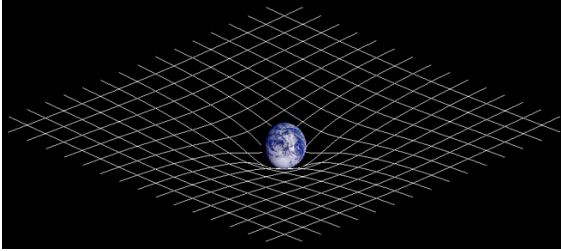
“Deze homogene immens uitgestrekte ruimtetijd buiten ons uitdijende heelal bestaat voor zover wij weten vooralsnog alleen in ons “gedankenexperiment”. Ik verwacht niet dat deze homogene ruimtetijd positief lineair uit een puntbron kan zijn ontstaan, tenzij uit een volkomen gelijkmatige inflatie, die op een bepaald moment tot stilstand is gekomen. Als ik een antwoord zou moeten geven, dan is naar mijn mening de best denkbare optie dat deze homogene ruimtetijd is ontstaan

in de vorm van een multiversum tezamen met één of meer identieke parallelle universa¹¹ waarbij de fasedraaiing van alle parallelle universa zodanig is dat de totale energie—en dus ruimtetijd—van dit multiversum gelijk aan nul is en blijft. Hiermee wordt voldaan aan de wet van behoud van energie. Het eventuele bestaan van een dergelijk multiversum en oorzaak van een eventueel ontstaan en verdwijnen hiervan zijn in nevelen gehuld. Kortom, in veel woorden gezegd: ik heb eigenlijk geen idee over het ontstaan en het mogelijk verdwijnen van deze homogene ruimtetijd in ons “gedankenexperiment”, zegt Carla.

“Ik moest denken aan “Een dag zonder gisteren—een dag zonder morgen”¹², zegt Man.

“Jij hebt voor een deel gelijk. Van grote afstand bekeken, is er in deze homogene immens uitgestrekte ruimtetijd geen verandering: de volkomen homogene energie laat geen verandering in de ruimtetijd toe. Maar lokaal verandert—of beter gezegd: “fibreert”—de ruimtetijd door kwantummechanische invloed voortdurend onder invloed van de energie. Ook een testprobe zal lokaal invloed uitoefenen op de ruimtetijd.

Als wij onze aarde—als testprobe—ergens in een punt binnen dit immense gebied plaatsen, dan zal de energie op dit punt door de energie van de aarde¹³ lokaal (sterk) veranderen. Door deze verandering van de energie verandert lokaal rondom de aarde de dimensies van de ruimtetijd: de tijdseenheid en de afstanden veranderen ten opzichte van de verre omgeving, maar de ruimtetijd op enige afstand van de aarde blijft homogeen en de aarde verandert niet van haar plaats. Of in ons dagelijks spraakgebruik, overal rondom de aarde oefent de energie van de omgeving een gelijke zwaartekracht op de aarde uit: deze krachten heffen elkaar op en de uiteindelijke kracht op de aarde door de zwaartekracht is nul.



14

Dit is ook het geval op de aarde in ons heelal: door de uniforme verdeling en uitdijning van de energie op grote afstand rondom de aarde, oefent de verre omgeving buiten ons melkwegstelsel geen zwaartekracht uit op ons zonnestelsel en dus op onze aarde. De gebalde energie van de zon en planeten in ons zonnestelsel vervormen wel de ruimtetijd binnen ons zonnestelsel; in ons spraakgebruik veroorzaakt de vervorming van ruimtetijd de zwaartekracht tussen de zon en de planeten.

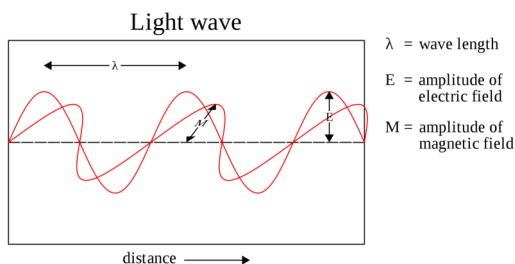
Laten wij eerst wat drinken voordat wij verder gaan met ons “gedankenexperiment”. Kan ik voor jullie wat te drinken halen”, zegt Carla.

Ferdinand en Peter zeggen tegen Carla dat zij een IPA biertje willen en Man houdt het bij water. Carla staat op en gaat de drank halen. Na enkele minuten komt zij terug met de gevraagde drank en een aantekenboekje.

Tijdens het inschenken en drinken van de drank praten zij over het wonder van de ruimtetijd en zwaartekracht die zorgt dat de drank keurig in het glas en daarna in hun mond terecht komt. Na een aantal minuten vraagt Peter aan Carla om verder te gaan met het “gedankenexperiment”.

“Bij het halen van de drank bedacht ik mij dat een foton misschien ook kan worden gezien als een multiversum van twee identieke parallele

universa van het elektrisch veld en het magnetisch veld waarbij de fasedraaiing in de ruimte—en dus niet in de tijd—zodanig is dat de totale energie—en dus ruimtetijd—van het foton gelijk is aan “ $E = h\nu$ ”¹⁵. Ik herinner mij ergens te hebben gelezen dat de lichtsnelheid wordt bepaald door de snelheid waarmee het elektrisch en magnetisch veld van het foton wordt opgebouwd; in een ruimte die is gevuld met veel energie of bij foton met een hoge frequentie¹⁶, kost deze opbouw meer tijd waardoor de lichtsnelheid lager is dan in een ruimte met een lage energiedichtheid. Deze gedachte lijkt mij een mooie opmaat naar de volgende stap in ons “gedankenexperiment”: ik kom zo dadelijk nog terug op de totale energie van één foton die oscilleert in een begrensde ruimte.



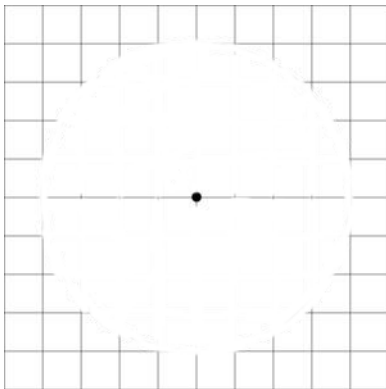
17

De tweede stap in dit “gedankenexperiment” is een vluchtig en oppervlakkig onderzoek van een ruimtetijd van een zwart gat dat vele malen de energie bevat van ons eigen uitdijende heelal. Dit zwarte gat is geplaatst in dezelfde homogene immens uitgestrekte ruimtetijd buiten ons uitdijende heelal dat wij zojuist hebben bekeken. Drie avonden geleden hebben wij al gezien dat rondom een zwart gat in ons uitdijende heelal een bolvormige waarnemingshorizon ligt waarbinnen zo goed als alle energie het zwarte gat wordt ingezogen. Dit is ook het geval binnen dit zwarte gat in ons “gedankenexperiment”: het kernpunt bevat alle energie binnen de waarnemingshorizon. Door deze gebundelde energie is de ruimtetijd in de kern van het zwarte gat

gekrompen tot de afmetingen van een puntkern: in deze kern is de ruimte nagenoeg nul, en de verandering staat nagenoeg stil: dit houdt in dat de eenheid voor tijd ontstellend groot is waardoor één seconde (bijna) eindeloos lang duurt, en de lichtsnelheid is binnenin het zwarte gat (nagenoeg) nul.

Ik heb in dit schrift een dwarsdoorsnede van mijn aantekenboekje met wat Tipp-Ex¹⁸ geschetst. In deze schets heb ik lokale vervorming van de achtergrondruimtetijd door het zwarte gat buiten de waarnemingshorizon verwaarloosd”, zegt Carla.

Carla opent het aantekenboekje en zij laat deze schets aan Ferdinand, Man en Peter zien.



“Waarom heb jij een horizontale lijn in ruitjes midden door het zwarte gat laten staan?”, vraagt Man aan Carla.

“Deze horizontale lijn stelt een foton voor. Ik heb één foton binnen de waarnemingshorizon achtergelaten om te voldoen aan de kwantummechanica. Stel dat wij de golflengte van dit ene foton binnen de waarnemingsgrens van het zwarte gat zouden kunnen meten, dan heeft dit foton bij vele metingen gemiddeld een golflengte van de diameter van de waarnemingshorizon. De kwantummechanica stelt dat de golflengte van het foton af en toe veel kleiner is dan de diameter van

de waarnemingshorizon—heel soms is de golflengte bijna nul—en soms is de golflengte van het foton veel groter dan de waarnemingshorizon: er zal dan energie uit het zwarte gat ontsnappen, zoals Stephen Hawking in een publicatie heeft geopperd: ik heb dit drie avonden eerder verteld.

O ja, ik was het bijna vergeten. In deze schets klopt de energiebalans: het zwarte gat bevat alle energie binnen de waarnemingshorizon minus de ene foton; het zwarte gat heeft de homogene immens uitgestrekte ruimtetijd buiten de waarnemingshorizon niet vervormd; en de energie uit het zwarte gat is uitsluitend voortgekomen uit de oorspronkelijke homogene immens uitgestrekte ruimtetijd binnen de waarnemingshorizon voordat het zwarte gat is ontstaan.

Is mijn verhaal nog te volgen?”, vraagt Carla.

“Ik kan mij niet meer herinneren dat jij enkele avonden geleden een publicatie van Stephen Hawking hebt genoemd. Maar dat is niet belangrijk: ik kan goed volgen dat via een foton energie uit het zwarte gat kan ontsnappen”, zegt Man.

“Ik heb over deze discussies van Stephen Hawking met collegae natuurkundigen gelezen, ik kan mij niet alle details herinneren. Het is wel duidelijk dat energie via een foton—hoe weinig ook, want de energie van een foton is “ h ” vermenigvuldigd met “ c ” gedeeld door “ λ ” (waarin “ h ” de constante van Planck is; “ c ” is de lichtsnelheid en “ λ ” is de golflengte die in dit geval ontstellend groot is)—uit het zwarte gat verdwijnt”, zegt Peter.

“Ik kan het “gedankenexperiment” op hoofdlijnen volgen en dat is goed. Ga verder met jouw verhaal”, zegt Ferdinand terwijl hij naar Man en dan naar Carla kijkt.

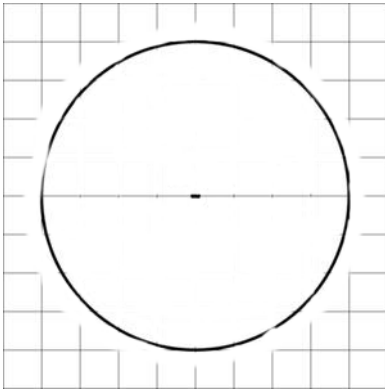
“Er volgen nog twee aanvullende stappen—of beter gezegd: twee en een halve stap—in ons “gedankenexperiment”.

De derde stap is een vluchtig onderzoek van een enorm veel grotere ruimtetijd dan ons heelal, met de laagst mogelijke energie. Deze lege

ruimte is omgeven door een ruimtetijd met zeer hoge energie. Het is geen zwart gat, maar een zwarte bol die vanbinnen—met uitzondering van één foton om te voldoen aan de kwantummechanica—volkomen leeg is. Buiten deze bol is een waarnemingshorizon net zoals rond een zwart gat. Ik heb hiervan met Tipp-Ex en potlood een schets gemaakt. Deze schets is waarschijnlijk niet in verhouding. Misschien moet de waarnemingshorizon rond de bol wel groter zijn.

O ja, de energiebalans klopt weer: alle energie uit de oorspronkelijke homogene immens uitgestrekte ruimtetijd binnen de waarnemingshorizon is gebundeld in het oppervlak van de zwarte bol”, zegt Carla.

Zij laat de schets in haar aantekenboekje zien, terwijl zij zegt: “Ik was wat slordig met Tipp-Ex, vandaar dat de donkere cirkel niet egaal zwart is”.



“Is de horizontale lijn weer een foton met een golflengte die gelijk is aan de diameter van de bol?”, vraagt Peter aan Carla.

“Voor de duidelijkheid van ons “gedankenexperiment” stel ik voor om de energie van dit foton met de helft te verlagen. Dit houdt in dat de bol één foton bevat met slechts één enkele golf, die beweegt in deze ruimte. Binnen de bol is de potentiële energie nul en de kinetische energie is de

energie van het bewegende foton die volgens de formule in de ruimtetijd van ons dagelijks leven gelijk zou moeten zijn aan $E = hc/2d$ ^{18a}, waarin “h” de constante van Planck is, “c” de lichtsnelheid in vacuüm binnen onze ruimtetijd en “d” de diameter van de bol. Maar de ruimtetijd binnen de bol is zeer waarschijnlijk niet gelijk aan de ruimtetijd in ons dagelijks leven.

De ruimtetijd binnen deze zwarte bol in ons “gedankenexperiment” wijkt volgens mij aanmerkelijk af van de ruimtetijd bij ons op aarde. De eenheid voor de ruimtetijd valt binnen de zwarte bol volkomen samen met de diameter van de binnenkant van de zwarte bol; er is geen andere ruimtetijd binnen deze bol mogelijk. De eenheid voor de afstand kan binnen de bol alleen de diameter van de binnenkant van de bol zijn: er is binnen de bol geen andere ruimteafmeting mogelijk. De afmeting voor de constante van Planck is binnen het universum van deze bol gelijk aan twee keer de diameter van de binnenkant van de bol, omdat er binnen deze bol slechts één heen en weer gaande golf—met de laagste energie—kan bestaan met een golflengte van $\lambda/2$. De tijdseenheid binnen de zwarte bol kan alleen afgeleid worden uit de periodieke frequentie van het foton, omdat er binnen deze bol geen andere periodieke verandering bestaat. De frequentie zou afgeleid kunnen worden uit de formule: $f = c/\lambda$ ¹⁹, maar ik weet de lichtsnelheid niet binnen de zwarte bol. Het zou mij verbazen als de snelheid van het foton binnen deze zwarte bol gelijk is aan de lichtsnelheid in vacuüm in ons uitdijende heelal. Ik verwacht dat de lichtsnelheid op de binnenkant van de zwarte bolschil nul zal naderen, want de ruimtetijd is op de binnenkant van de zwarte bol ook nul door de extreem hoge energiedichtheid. Zeer dicht bij de binnenkant van de zwarte bol zal de lichtsnelheid beduidend lager zijn dan in vacuüm binnen ons heelal, omdat de ruimtetijd hier door de nabije zeer hoge energiedichtheid sterk gekromd zal zijn. Ik verwacht dat de lichtsnelheid in het midden van de zwarte bol momentaan zal zijn doordat—bij afwezigheid van

nagenoeg alle energie—de ruimtetijd hier naderend naar uiterst groot is opgerekt en de tijd—lees maat voor verandering—is nagenoeg afwezig. Ik moet hier nog eens goed over nadenken.

Wel wordt de energie van een eventuele golf met een kortere golflengte ogenblikkelijk geabsorbeerd door de zwarte bolschil. Binnen de lege bol is slechts één eenheid voor periodieke verandering—met de laagste energie—mogelijk: de binnenkant van de bol werkt als een ideale spiegel in de optica²⁰. Dit houdt in dat wij moeten aannemen dat het foton door de binnenkant van de zwarte bol perfect wordt weerkaatst; wij zullen dit nooit kunnen meten, omdat deze lege ruimtetijd door de zwarte buitenkant onbereikbaar is voor metingen. Bovendien zal het inbrengen een meetsonde voor metingen de laagst mogelijke energie binnen de zwarte bolschil enorm vergroten.

In theorie is precies in het midden van de bol ruimte voor energie, maar het foton zorgt ervoor dat deze energie precies in het midden door de zeer kleine impuls van het foton uit het metastabiele evenwicht wordt gebracht waardoor de energie onherroepelijk naar de dichtstbijzijnde binnenkant van de bolschil wordt getrokken”, zegt Carla.

“Heeft dit foton dezelfde werking als de vlinder hier in Kenia die—door heen en weer te fladderen—direct invloed heeft op het weer in Zuid Amerika een week later²¹? Als ik mij goed herinner, dan wilde jij in Delft op een soortgelijk onderwerp afstuderen”, zegt Man tegen Carla.

“Ja, ik wilde vele jaren geleden chaostheorie in de fysica onderzoeken, maar daar was toen geen goede mogelijkheid voor beschikbaar. Ook toen was ik geïnteresseerd in het samenstel van bijna nul en bijna oneindig: in de laatste halve stap van ons “gedankenexperiment” komt deze samenhang terug. Laat ik verder gaan met deze derde stap.

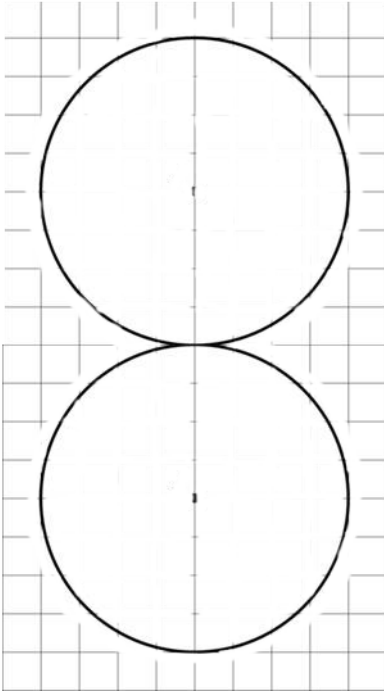
Aan de buitenkant rondom de zeer grote zwarte bol is een bijna volkomen lege ruimte aanwezig met een waarnemingshorizon net als

bij een zwart gat. In deze lege ruimte rondom de zwarte bol bevindt zich weer een foton met golflengte die gemiddeld bij vele metingen twee keer de dikte van de lege buitenschil is. Via dit foton kan energie van het zwarte buitenoppervlak van de bol naar de ruimte met uniforme energie verplaatst worden.

Deze buitenkant van de zwarte bol werkt voor het foton in de lege buitenschil als een ideale spiegel in de optica²². Doordat de schil van de zwarte bol binnen en buiten als een ideale spiegel werkt, is via symmetrie eenvoudig aan te tonen dat deze zwarte bol in evenwicht is met zichzelf en met de homogene immens uitgestrekte ruimtetijd buiten de waarnemingshorizon van de zwarte bol, mits de energiebalans correct is en de diameter van de bol groot genoeg is en de juiste zeer grote afmeting heeft. Een te kleine zwarte bol heeft te weinig energie-inhoud in combinatie met ruimtetijd om binnen de homogene immens uitgestrekte ruimtetijd buiten de waarnemingshorizon stabiel te blijven.

Bij de vierde stap in ons “gedankenexperiment” gaan wij twee zwarte bollen elkaar op een punt laten raken: dit raakpunt tussen beide zwarte bollen is per definitie een zwart gat, maar de waarnemingshorizon ziet er anders uit dan de horizon van een zwart gat in ons alledaagse heelal.

Ik heb de doorsnede van twee zwarte bollen die elkaar raken, in mijn aantekenboekje getekend met Tipp-ex. Kijk hier is de schets”, zegt Carla.

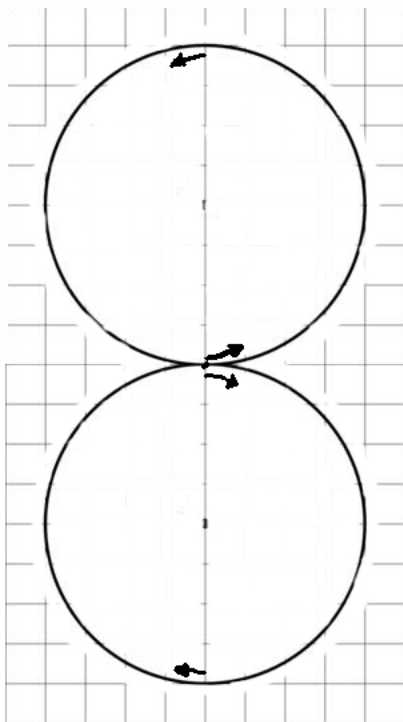


“Als ik naar deze schets kijk, heb ik twee vragen. De eerste vraag is: hoe zit het met de stabiliteit van beide zwarte bollen? Zullen beide bollen niet imploderen waardoor er een zwart gat ontstaat op het raakvlak tussen beide bollen. De tweede vraag is: geeft de verticale lijn een foton weer binnen de leegte van de zwarte bol?”, vraagt Peter aan Carla.

“Goede vragen. De stabiliteit van beide zwarte bollen is in eerste aanleg afhankelijk van de “dwingende” symmetrie—rond het aanraakpunt van beide bollen—die het samenstel in balans houdt. Dit samenstel blijft in balans wanneer de energieverdeling van beide zwarte bollen binnen de homogene immens uitgestrekte ruimtetijd in balans is en blijft: onder andere de symmetrie van het samenstel—rond dit aanraakpunt— zorgt voor deze balans. Deze schets is symmetrisch ten opzichte van een y-as

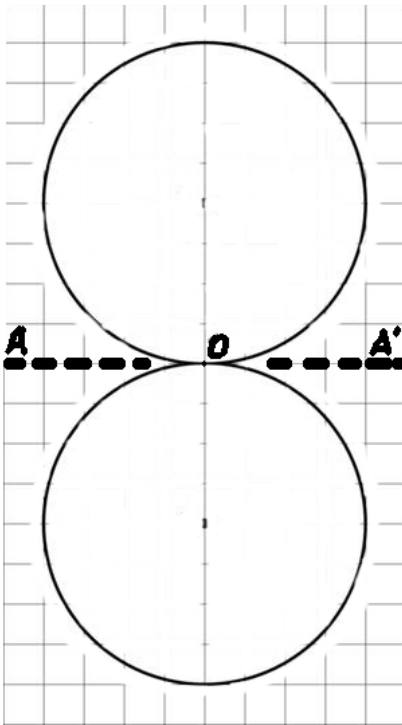
door de middelpunten van beide bollen en voor iedere x-as—loodrecht op de y-as—door het raakpunt van beide zwarte bollen.

Jouw antwoord op de tweede vraag is correct. De verticale lijn is een gestileerde weergave van een foton—met een golflengte van $\lambda/2$ is de diameter van de betreffende zwarte bol—dat in beide zwarte bollen aanwezig is. Laten wij veronderstellen dat de “rotatie/trilling²³” van beide fotonen zijn gekoppeld. De beide fotonen draaien binnen de twee bollen in tegengestelde richting, zodat beide zwarte bollen onder invloed van de impuls van beide fotonen uiterst traag over elkaar rollen, terwijl het aanraakpunt niet verplaatst. Ik zal het in de schets tekenen”, zegt Carla. Zij laat de pijlen in de schets aan Peter, Man en Ferdinand zien.



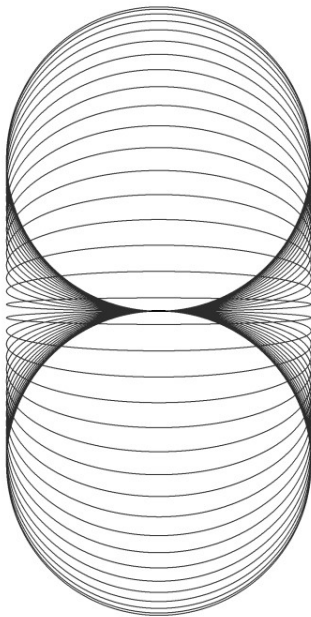
“Door de impuls van beide fotonen gaan beide zwarte bollen uiterst traag over het aanraakpunt roteren, zoals twee tandwielen over elkaar draaien.

Nu komen wij bij stap vier en een half van ons “gedankenexperiment”. Wij veranderen beide zwarte bollen met nagenoeg volkomen leegte in een andere vorm, door de doorsnede van beide bollen te roteren om de as A-A’ in deze schets die ik al eerder heb gemaakt.

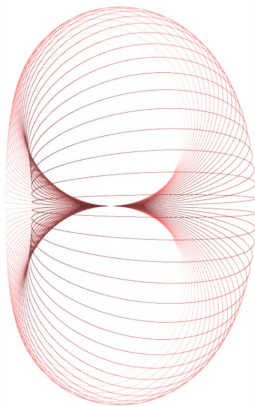


Door de rotatie om deze as ontstaat een zwarte torus met binnenin de torus de nagenoeg volkomen leegte. Deze torus heeft geen gat in het midden, maar het midden is een zwart gat. In het Engels heet dit soort conus een “horn” torus²⁴.

Zie de beide volgende tekeningen:



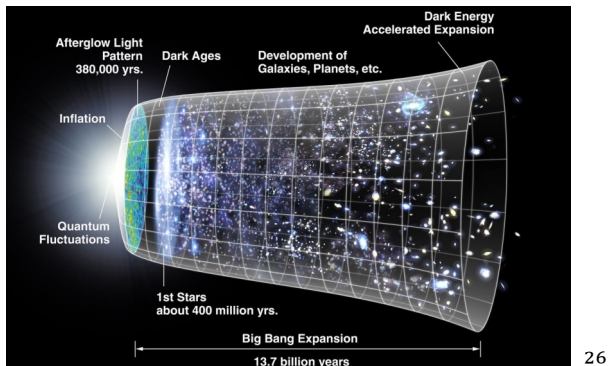
25



Het buitenoppervlak van deze “horn”-torus is gelijk aan de schil van beide zwarte bollen: alle energie—oorspronkelijk afkomstig uit de homogene immens uitgestrekte ruimtetijd—binnen de waarnemingshorizon van deze torus is als zwart lichaam—gat—uniform verdeeld over het oppervlak van de torus. Alleen het middelpunt van deze “horn”-torus heeft in dit model twee keer de energie-inhoud van de schil. In het binnenste van de “horn”-torus is het volkomen leeg met uitzondering van een foton met een golflengte van de diameter van deze torus, waarbij de lijnen in mijn tekening de rotatie van het foton weergeven: op de buitendiameter van de torus draait het foton òf naar links òf naar rechts.

Nu volgt een verrassing: een vijfde stap in ons “gedankenexperiment: Deze draairichting van het foton in de binnenkant van de torus langs het buitenoppervlak komt voort—of, zoals je wilt, bepaalt—de langzame expansie van het middelpunt òf naar rechts òf naar links van het middelpunt.

Nu volgt een tweede verrassing: de zesde stap in ons “gedankenexperiment”. Als wij de oerknal van ons heelal precies in het zwarte gat in het midden van deze “horn”-torus laten plaatsvinden en de draairichting van de buitenschil van deze torus—samen met een dwingende symmetrie—zorgt voor de inflatie van de energie in ons heelal, dan vormt ons heelal van de oerknal tot nu een of twee bijna horizontale millimeter in de kern van deze “horn”-torus. Het begin van de hoorn van deze torus werkt door de hoge dichtheid van potentiële energie als een spiegel voor ons heelal. In deze tekeningen geeft ieder punt—gestileerd—een 4 dimensionale Minkowski ruimtetijd weer: een punt in de tekening dat enkele millimeters van kern van de torus ligt, komt overeen met een punt in onderstaande schematische weergave van ons heelal van de oerknal tot nu.



26

In deze weergave vindt de eerste inflatie uiterst snel plaats: dit is volgens mij terecht gezien van onze ruimtetijd, maar tijdens de oerknal was de eenheid voor tijd zodanig gestold, dat deze eerste oerknal in de eigen ruimtetijd uiterst traag heeft plaatsgevonden: zie de schematische weergave van de trechter van de “horn”-torus.

Als ons heelal blijft expanderen, dan blijft in ons “gedankenexperiment” de buitenschil van de torus één kant opdraaien. Als ons heelal na verloop van tijd stopt met expanderen en weer zal gaan krimpen, dan komt de draaiing van de buitenschil van de torus tot stilstand om daarna—als oscillator—de andere kant op te draaien; hierbij draait de richting van de tijd om ons heelal krimpt onherroepelijk weer naar de binnenzijde van een zwart gat.

Nu—bij de zevende stap—is ons “gedankenexperiment” volbracht: tijd voor rust”, zegt Carla.

“Ik ben diep onder de indruk van dit “gedankenexperiment”: jij hebt in zes stappen een model geschetst voor de oorsprong van alle energie in ons heelal. Ik moet dat even laten bezinken.

In jouw aantekenboekje zag ik net vluchtig een passage van Kierkegaard over terugkijken op het leven. Zou jij deze aantekening met ons willen delen, of hou jij dit liever voor jezelf?”, zegt Man tegen Carla.

“Zeker, ik heb deze passage uit het werk van Kierkegaard gebruikt bij het ontwikkelen van ons “gedankenexperiment”. Deze passage luidt:

*It is perfectly true, as the philosophers say, that life must be understood backwards. But they forget the other proposition, that it must be lived forwards. A proposition which, the more it is subjected to careful thought, the more it ends up concluding precisely that life at any given moment cannot really ever be fully understood;*²⁷

Ik heb deze passage gezet tegenover een passage van Albert Einstein en passage van Samuel Taylor Coleridge.

Albert Einstein heeft de volgende zin geschreven in *Physics and Reality*:

One may say that “the eternal mystery of the world is its comprehensibility”.

Vasily Grossman haalt in zijn werk *Life and Fate* de engelse dichter Samuel Taylor Coleridge aan met:

Imagination is the power to disimprison the soul of facts.

Laten wij daar morgen op terugkomen, het is nu al laat: ik ga mij klaarmaken voor de nacht”, zegt Carla.

“Deze drie uitspraken zijn waar. Het is onbegrijpelijk dat ons heelal als spikkeltje in een zee van ruimte in een aantekenboekje past; en het is onbevattelijk dat de toekomst de ongerechtigheden uit mijn verleden, zoals verwoord door een vers in het boek Leviticus uit het Oude Testament, zal reinigen òf in de leegte òf weer terug binnen de eenheid van het zwarte gat waaruit ons heelal—of beter: “Zijn”—is ontstaan.

Leviticus 26 vers 39 gaat als volgt:

En de overgeblevenen onder u zullen om hun ongerechtigheid in de landen uwer vijanden uitteren; ja, ook om de ongerechtigheden hunner vadersen zullen zij met hen uitteren.

Ik ben mijn hele leven een balling, maar geen vluchteling. Een balling is een vluchteling met de luxe van een bibliotheek. Alles wat ik gedaan heb in mijn volwassen leven, is altijd omgeven met het verlies van degenen die ik heb moeten achterlaten.

Carla, jij bent nog altijd het meisje van de lagere school dat een heelal in een luciferdoosje kan stoppen en uit deze doosjes een bouwwerk kan maken.

Jij hebt gelijk: ik had al lang in bed moeten liggen. Bedankt voor deze avond!”, zegt Man.

Carla en Man stappen op en gaan naar bed.

Peter en Ferdinand gaan bij een andere groep zitten om nog een tweede glas bier te drinken.

¹ Vrije naar “*Fayan’s Haarbreedte*” in: Cleary, Thomas, *Book of Serenity: One Hundred Zen Dialogues*. Boston: Shambhala, 1998, p. 72 - 75

² Bronnen: https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_entanglement en <https://nl.wikipedia.org/wiki/Kwantumverstrengeling>

³ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Angular_momentum onder het kopje “in kwantummechanica”

⁴ Zie ook: Pais, Abraham, *Subtle is the Lord – The Science and the Life of Albert Einstein*. Oxford: Oxford University Press, 1982, p. 456 – 457; en https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_entanglement en <https://nl.wikipedia.org/wiki/Kwantumverstrengeling>

⁵ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Speed_of_light

⁶ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Slow_light

⁷ Zie ook: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Energie>

⁸ Zie ook: [https://nl.wikipedia.org/wiki/Impuls_\(natuurkunde\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Impuls_(natuurkunde))

⁹ Bron afbeelding: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Energie>

¹⁰ Zie voor een verdere beschrijving: Schneider, Peter, *Extragalactic Astronomy and Cosmology*. Berlin Heidelberg: Springer - Verlag, 2015², Hfdst. 4.

¹¹ Zie voor een hypothese over multiversa in de kwantummechanica: <https://de.wikipedia.org/wiki/Parallelwelt>

¹² Zie ook: Origo, Jan van, *Wie ben jij – een verkenning van ons bestaan*. Deel 1, Amsterdam: Omnia – Amsterdam Uitgeverij, 2012, p. 176 – 180

¹³ De energie van de aarde is de totale energie van de aarde die wordt bepaald door de warmte van de aarde, de bewegingsenergie van de aarde, en de potentiële energie van de aarde door de massa via $E = mc^2$.

¹⁴ Bron afbeelding: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Ruimtetijd>

¹⁵ Zie ook: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photon>

¹⁶ Zie voor de snelheid van een foton met hoge frequentie: https://en.wikipedia.org/wiki/Speed_of_light

¹⁷ Bron afbeelding: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photon>

¹⁸ Zie: <https://en.wikipedia.org/wiki/Tipp-Ex>

^{18a} Binnen deze bol kan ook tijdelijk een foton bestaan met een hogere energie die gelijk is aan “ $E = n/2$ maal hc/d ”, waarin $n = 2, 3, 4, 5$, etc..

¹⁹ Zie: <https://en.wikipedia.org/wiki/Wavelength>

²⁰ Zie ook: Gutzwiller, Martin C., *Chaos in Classica and Quantum Mechanics*, New York: Springer Verlag, 1990, p. 196. Toelichting: de buitenschil heeft een potentiële energie die zeer groot is en binnenin de bol is de potentiële energie nagenoeg nul: op het raakvlak van de buitenschil en de binnenzijde is de golf functie van de vergelijking van Schrödinger $\psi = 0$.

²¹ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Butterfly_effect

²² Zie ook: Gutzwiller, Martin C., *Chaos in Classica and Quantum Mechanics*, New York: Springer Verlag, 1990, p. 196

²³ Het begrip “Spin” lijkt hier op zijn plaats, maar dat geeft verwarring omdat “spin” bij een elektron op een ander aspect van een elektron duidt. Een foton heeft altijd een “spin”—in de zin van een elektron—van 1, terwijl foton-spin wordt geassocieerd met de polarisatie van een foton. Zie verder voor “spin” bij een elektron: [https://en.wikipedia.org/wiki/Spin_\(physics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Spin_(physics))

²⁴ Zie ook: <https://en.wikipedia.org/wiki/Torus> en <http://mathworld.wolfram.com/HornTorus.html>

²⁵ Afbeelding: Torus met een gat ter grootte van een punt in het midden

²⁶ Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Big_Bang

²⁷ Kierkegaard, Søren, *Journals IV A* 164 (1843). Zie ook: Staube, Detlef & Ruschmann, Eckart, ed., *Understanding the Other and Oneself*. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing, 2018, p. 82

Vonken van leven

Een haarbreedte van verschil

De zon is net ondergegaan; het kamp is klaar voor de nacht. Acht familieleden van Narrator houden de wacht aan de rand van het kamp, omdat er gevaarlijk wild in de omgeving is.

Carla en Peter ontsteken het kampvuur. Zij kijken naar de kleine vonken die uit het vuur naar de sterrenhemel opstijgen.

“Ik heb zorgen over Man; zijn conditie is niet goed. Als de problemen met zijn hart zich verergeren, dan zijn wij ver verwijderd van de bewoonde wereld voor medische hulp. Als Man dadelijk bij ons komt, dan loop ik naar Ferdinand om zijn mening over Man te horen”, zegt Carla.

“Natuurlijk heb ik ook zorgen over Man. Maar hij heeft willens en wetens voor deze omweg in het buurland gekozen om de familieleden van Narrator te ontmoeten. Daar komt Man”, zeg Peter.

“Ik moet nog even iets uit de tent halen”, zegt Carla terwijl zij langs Man loopt. Via de achterkant gaat zij de tent van Ferdinand in, die de medische instrumenten in zijn koffer opbergt.

“Ferdinand, als arts heb jij een medisch geheim en daar vraag ik niet naar. Maar als medereisgenoot, wat denk jij van Man? Wat kunnen wij doen als de conditie van Man verslechtert? De dichtstbijzijnde medische post met enige faciliteiten is ruim twee dagen reizen en het ziekenhuis van Nairobi is meer dan een halve week verwijderd”, zegt Carla.

“Als medereisgenoot: jouw vragen en opmerkingen zijn mijn antwoord. Gisteravond en vanmorgen heb jij hem ontraden om mee te reizen met

de dagtochten in het buurland. Hij heeft jouw dringend advies niet gevolgd. Jij weet dat hij er uitdrukkelijk voor heeft gekozen om mee te gaan; hij was vandaag heel blij met de ontmoeting met de familie van Narrator. Als er met een van ons iets ernstig gebeurt, dan moeten wij handelen naar de omstandigheden. Ik weet dat ik jou niet geruststel met deze algemeenheden, maar het leven heeft op dit moment niet meer te bieden”, zegt Ferdinand.

“Ik ben niet goed in het op zijn beloop laten van het leven, maar wij kunnen nu niet anders. Ik haal nog even iets uit mijn tent. Dan zie ik jou dadelijk bij het kampvuur”, zegt Carla.

Carla loopt voor de vorm naar haar eigen tent en schijnt even met haar zaklamp. Daarna gaat zij via de keuken—waar zij koffie en mokken meeneemt—naar het kampvuur.

“Ik kon in mijn tent bij het licht van de zaklamp niet vinden wat ik zocht”, zegt Carla tegen Peter. “Ik heb koffie voor jullie meegenomen”, zegt Carla tegen Ferdinand, Man en Peter.

“Lekker”, zeggen zij.

“Hoe gaat het met jou”, vraagt Carla aan Man.

“Nog hetzelfde als eerdere dagen. Ik wen niet aan de warmte en ik ben erg snel moe. Vanavond ga ik vroeg slapen. Ik ben heel blij dat Carla en ik vandaag twee broers en de oudste zus van Narrator hebben mogen ontmoeten. Met hulp van onze gids hebben wij een half uur met hen gesproken”, zegt Man.



1

“Waar hebben jullie het met zijn zus en broers over gehad?”, vraagt Peter.

“Natuurlijk over Narrator: hij was hier ruim 40 jaren geleden in veel opzichten een markante verschijning. Zij wilden weten hoe het nu met hem gaat. Man en ik hebben verteld dat hij nu in de voetsporen van zijn vader is getreden en hij met de vogeltrek als verhalenverteller door Europa reist. Natuurlijk hebben wij de donkere kant van Narrator niet laten zien. Zij hebben goede herinneringen aan hem: hij was als jongen vrolijk, wijs en bijzonder. Zij hebben ook de ansichtkaart laten zien die hun moeder van Narrator heeft gekregen, enkele jaren nadat hij uit Kenia in Amsterdam was aangekomen. De kaart toont een koe in een weiland met prikkeldraad als omheining. Op de ansichtkaart schreef hij aan zijn moeder dat Amsterdam de omgekeerde wereld is. Er is een overvloed aan water dat hoger ligt dan de weide; het water moet voortdurend worden weggepompt: anders staat het water in de wei. De koeien hebben meer dan genoeg gras; zij staan in een heel klein weiland dat met prikkeldraad is omgeven, zodat zij niet in een kudde kunnen rondtrekken. De jonge mensen zijn de baas over de oude mensen. Met Narrator ging het goed, maar zijn moeder zou met haar kudde niet welkom zijn en zijn vader zou door de jonge mensen worden bespot en uitgelachen”, zegt Carla.

“Weet jij waarom hij in die tijd geen gewone ansichtkaart uit Amsterdam heeft gestuurd?”, vraagt Ferdinand.

“Ik heb Narrator een keer horen zeggen dat hij zijn moeder niet had kunnen vragen om hem te bezoeken in Amsterdam, omdat zij haar kudde niet kon achterlaten. Hij durfde zijn vader niet te vragen, want hij was bang dat hij niet meer naar zijn moeder zou teruggaan: dat kon hij haar niet aandoen. Ik denk dat hij hierom als afbeelding de koe in de omheinde wei heeft gekozen en deze tekst op de achterkant schreef”, zegt Man.

“Ik weet zo goed als zeker dat dit de reden is. De zus en broers herinneren zich nog goed dat hij als 15 jarige jongeman een paar jaren weg is geweest. Hij is teruggekomen met de donkere ogen van de God Engaï in de nacht”, zegt Carla.

“Wie is de God Engaï?”, vraagt Ferdinand.

“Engaï of Ngai is de belangrijkste God voor de Masaï. Volgens een Masaï mythe geeft de God Engaï vee aan de mensen, hij brengt de mensen na de dood tot leven en hij laat de maan iedere dag sterven. Na een zonde waarin een tegenstander dood werd gewenst, liet Engaï de mensen dood gaan en hij bracht de maan iedere nacht weer tot leven²”, zegt Man tegen Ferdinand en Peter.

“Op de dag dat Narrator weer bij zijn moeder is teruggekeerd, heeft hun moeder Narrator hem van afstand als verloren zoon verwelkomd, totdat zij zijn ogen zag; donker en koud als de nacht. Hij heeft eten gekregen en hij is een nacht blijven slapen, maar de volgende morgen heeft zij hem weggestuurd met de woorden: “Van de wereld heb jij genomen, aan de wereld moet jij teruggeven. Daarna ben jij welkom als gast.” Na drie jaren is hij weer teruggekomen met een blanke man met de naam Arjuna³.

De zus en broers wisten nauwkeurig te vertellen waarom Narrator de blanke jonge man Arjuna noemde. Arjuna is een van de hoofdpersonen

in de Mahābhārata. Hij is één van de vijf broers die met een vrouw Draupadi—de mooiste en invloedrijkste vrouw van haar tijd—in polyandrie samenleeft. De vijf broers strijden voor hun rechtmatig deel van het koninkrijk, voor het herstel van de eer van Draupadi en voor behoud van de wereldorde. De naam Arjuna betekent onder meer “wit, helder”⁴; in de naam is ook “arh” te herkennen dat “waardig” en “in staat tot” betekent.

Zijn moeder heeft meteen gezien dat Narrator en Arjuna bijzonder en anders zijn. Om hem te beschermen, heeft zij Narrator de volgende dag weggezonden om in een stad in een ver land te gaan wonen: zij heeft Amsterdam als naam van deze stad genoemd. Daarna hebben zij Narrator nooit meer gezien. Zijn zus en broers zijn heel blij om te horen dat het goed met hem gaat”, zegt Carla.

“En de moeder en vader van Narrator? Leven zij nog?”, vraagt Peter.

“De vader van Narrator is ruim twintig jaar geleden—tijdens een droge periode—onverwachts ziek geworden terwijl hij bij hun moeder was. Zij heeft voor hem willen zorgen, maar hij heeft niets willen drinken en hij is in de derde nacht van zijn ziekte bij het licht van de dageraad gestorven. Hun moeder heeft haar zonen de volgende ochtend al het hout laten verzamelen dat zij hebben kunnen vinden, om daarmee een brandstapel voor zijn crematie te maken. Terwijl zij daarmee bezig waren, heeft hun moeder met haar dochter het dode lichaam van Narrators vader gezalfd en in een witte doek gewikkeld. Daarna hebben zij het lichaam met het gezicht naar beneden op de brandstapel gelegd en tegen het middaguur is de brandstapel aangestoken. Zij hebben het vuur de hele nacht laten branden, zodat geen wilde dieren hun vader hebben kunnen aanraken. De zus van Narrator zei dat hun moeder hiermee hun vader weer met India—het land waar hij is geboren en opgegroeid—heeft willen verenigen, zodat hij daar opnieuw—in een betere gedaante—een nieuw leven kan beginnen. Hun vader is een

goede man, want de volgende ochtend was hij volledig met het vuur naar zijn voorouders in Zuid India gereisd. In de loop van die dag hebben zij alle asresten van het vuur verspreid over de aarde zodat de sporen van de brandstapel was verdwenen.

Na een rouwperiode van een week—die volgens hun vader gebruikelijk is in India—is hun moeder met haar kudde vee weer verder getrokken naar vers grasland en zij hebben haar gevolgd.

Een half jaar later is de jongste broer van Narrator naar Zuid India gereisd om te zien of de vader van Narrator daar opnieuw is herboren in een betere gedaante. Na een avontuurlijke reis met noodzakelijke tussenpozen van arbeid in rijke Arabische Staten om de heen- en terugreis te bekostigen, is de jongste zoon weer bij zijn moeder teruggekomen om haar te zeggen dat zijn vader in vele vormen in Zuid India tot leven is gekomen. Na twee nachten bij zijn moeder, is hij naar Nairobi gegaan om zich daar als onderwijzer te vestigen; in de schoolvakanties heeft hij geregeld enkele nachten bij zijn moeder gelogeed: altijd kwam hij met verhalen en zijn moeder was blij om te zien dat hij gelukkig was”, zegt Carla.

“Leeft de moeder van Narrator nog?”, vraagt Peter aan Carla en Man.

“De moeder van Narrator is vijf jaar geleden overdag onverwachts overleden ongeveer op het moment dat Narrator dit intuïtief aanvoelde; hij zong toen op het Leidseplein in Amsterdam de strofe “*Uit een land waar het niet regent*” uit het chanson “*Ne me quitte pas*” van Jacques Brel.

Ik heb haar kinderen gevraagd waar zij begraven ligt. Zij zeiden dat de Masaï de aarde niet breken en geen Masaï zal de grond breken om de doden in een graf te begraven. De aarde is heilig en het breken van de grond is schadelijk voor het gras en voor het vee, omdat de grond gras

voortbrengt voor het voeden van het vee dat toebehoort aan de God Engai⁵.

Als voorbereiding op de uitvaartceremonie voor Narrator's moeder heeft een van haar zonen een os geslacht. De kinderen hebben hun moeder met vet en bloed van de geslachte os bedekt. Daarna hebben zij haar achtergelaten voor aaseters⁶ en zij zijn met haar kudde twee uren verder getrokken. De volgende dag is een van haar zonen teruggegaan en hij zag dat zij volledig was verdwenen. Volgens haar kinderen was zij een goede vrouw, want de aaseters hadden haar niet afgewezen⁷", zegt Carla.

"Zij hebben hun wijze van leven volledig aangepast aan de natuur in deze omgeving. Carla en Peter, wat ik nu tegen jullie zeg, heb ik al op papier aan Ferdinand en de leider van onze trektocht laten weten. Wij zijn nu ver van de bewoonde wereld met alle voorzieningen verwijderd. Jullie zijn al goed geacclimatiseerd, maar ik merk dat ik overdag niet goed aan de hitte ben gewend. Als ik onverwachts mocht komen te overlijden, doe dan niet veel moeite voor mijn uitvaart: het is mijn wens dat jullie mij uitgeleide doen volgens de plaatselijke uitvaartceremonie van de Masaï. Dit voorkomt erg veel rompslomp voor iedereen en ik heb er vrede mee: wanneer je bij de Masaï bent, leef als de Masaï en als je sterft bij de Masaï volg de uitvaartceremonie van de Masaï. Ik heb wel zin in een glas wijn. Kunnen jullie een fles wijn uit mijn tent halen?", zegt Man.

"Binnen een paar dagen zijn wij weer in de buurt van alle bekende voorzieningen. Als jij je morgenochtend nog steeds niet goed voelt, dan stel ik voor dat jij en ik naar de dichtstbijzijnde hulppost reizen. Ik ga wijn halen", zegt Carla.

Carla gaat naar de tenten en komt met twee flessen wijn en enkele glazen terug.

“Jij hebt twee eigen flessen gehaald”, zegt Man.

“Ik had deze nog in mijn bagage; met deze warmte wordt de wijn niet beter. Later wij ervan genieten nu de wijn nog redelijk is. Wie wil een glas wijn?”, vraagt Carla.

Zij schenkt in en ieder proost op de prachtige reis en op de indrukwekkende natuur die zij vandaag hebben gezien.



8

Man wenst voorspoed voor de familie van Narrator: ieder proost hierop. Zij zijn enkele minuten stil en zij genieten van hun wijn.

“Nu ik hier in het donker bij licht van het kampvuur naar de sterrenhemel kijk, denk ik aan het Boeddhistische vraagstuk *“Een haarbreedte is het verschil tussen hemel en aarde”*”, zegt Man.

“Hoe zie jij hier—bij het kampvuur onder de sterrenhemel—leegte en “heel-zijn” van onze zeiltocht op de Waddenzee¹⁰ samen met het “Alomvattende Een” van het eerste deel van onze zoektocht naar “Wie ben jij”?”, vraagt Carla aan Man.

“De hoogste weg is niet moeilijk, deze weg houdt simpelweg niet van keuzes maken. Als er ook maar een haarbreedte verschil is, dan is er een verschil tussen hemel en aarde”, zegt Man.

“Eén en twee, twee en één: hoe gaan deze samen?”, vraagt Carla aan Man.

“Het is dezelfde weg en dezelfde wind als altijd—wanneer je iemand ontmoet en erover praat, dan ontstaat een haarbreedte van verschil. Uiteindelijk zijn er geen twee winden: er is maar één wind. Deze wind

veroorzaakt vele verschijningsvormen als golven op de zee: een vlakke zee bij windstilte, kabbelende rimpelingen in een briesje, en voortgejaagde golven door een storm”, zegt Man.

“Ik kom er toch op terug: hoe kunnen Eén samen met alle verschijningsvormen voortkomen uit “schepping en ondergang”, en “zijn en leegte”?”, vraagt Carla aan Man.

“In “schepping en ondergang” als manifestatie van “zijn en leegte” toont het heelal—in de vorm van deze sterrennacht—zijn gezicht: “jong zonder sporen” in de vonken van het kampvuur; “oud met voren van leven” in de gloeiende houtblokken en as binnen de flonkeringen en leegte in het firmament. Wij zien met ogen van het heelal; een en twee, twee en een: beide ogen één in dualiteit. Zo zijn jong en oud ook “een en twee, twee en een: beiden één in dualiteit”. Nu ik in de ogen van anderen oud ben, voel ik mijzelf jonger en zorgelozer dan ooit. Dus ik moet ook weer vroeg naar bed: het is nu voor mij kinderbedtijd”, zegt Man.



11

“Man, voor het slapen gaan, heb ik nog een klein liedje van verlangen voor jou. Ik zie de onderlinge verbondenheid van alles om mij heen met mijzelf. Het zien met mijn ogen en alles dat ik waarneem, vormen elkaar

tegelijkertijd, zoals onderwerp en object elkaar tegelijkertijd vormen. Maar ik zie niet in hoe ik met de ogen van het heelal kan zien. Kan het heelal zichzelf zien? Hoe zie jij dit?”, vraagt Peter aan Man.

“Jouw vraag komt neer op de vraag: “Wie ben jij?”. Als jij het heelal bent in al haar verschijningsvormen, dan ziet het heelal met jouw ogen. Of nee, laat ik de metafoor van “De zee en de golf” gebruiken. De zee en de golf zijn in onze ogen twee—in mijn ogen kunstmatige—verschijningsvormen van één in dualiteit. Golf en zee zijn onderling ondeelbaar samen verbonden. Hun binding is volkomen: zonder zee geen golf en zonder golf is de zee voor ons volkomen anders. De golf en de zee zijn samen één: als de golf tegen de rotsen van de kust botst, dan nemen de golf en de zee samen een andere vorm aan.



12

Als jij kijkt, dan ziet het heelal; jouw zien en het heelal zijn één: hiermee ziet het heelal zichzelf. Als jij dit ziet, dan is er geen verschil tussen het heelal en jou. Als er een haarbreedte verschil is tussen jouw kijk op het heelal en het heelal, dan zijn beiden duidelijk gescheiden als dualiteit in Eén. Of anders gezegd: beiden zijn twee verschijningsvormen van Eén en hetzelfde. Dit is mijn bijdrage aan het liedje van verlangen. Morgen volgt er meer. Welterusten”, zegt Man tegen Peter, Carla en Ferdinand.

“Ik ga ook slapen. Morgen mogen wij een lange reis maken. Welterusten”, zegt Carla tegen Ferdinand en Peter.

“Ik denk dat Ferdinand en ik het restje uit deze fles opdrinken”, zegt Peter.

“Goed idee. Laten wij nog even rustig van de sterrenhemel en de resten van het kampvuur genieten”, zegt Ferdinand.

De volgende ochtend eten Carla, Ferdinand en Peter hun ontbijt.

“Man is meestal aan de late kant wakker, maar nu blijft hij wel erg lang weg. Ik ga kijken of hij al wakker is”, zegt Carla.

Carla loopt naar de tent van Man en vraagt buiten de tent of hij al wakker is. Geen antwoord. Zij gaat de tent in en zij ziet hem ogenschijnlijk nog rustig slapen. Zij zegt zachtjes: “Man, het is tijd om wakker te worden”. Geen reactie. Zij raakt hem aan: hij is koel en stijf. Zij gaat naast hem zitten en zij ziet hoe vredig hij op zijn slaapzak ligt.

“Carla blijft lang weg, zullen wij kijken waar zij is. Ik moet voor wij opbreken ook nog even zien hoe het met Man gaat. Loop jij even naar de tent van Carla, dan kijk ik waar Man is”, zegt Ferdinand tegen Peter.

Ferdinand en Peter lopen naar de tenten. Bij de opening van de tent van Man vraagt Ferdinand: “Man hoe gaat ermee, ben je al opgestaan?” Carla antwoordt: “Man ligt hier stil en vredig met zijn kleren nog aan op zijn slaapzak”. Ferdinand gaat de tent van Man in en hij ziet en voelt dat Man is overleden. Peter hoort het antwoord van Carla; hij loopt snel naar de tent van Man en hij gaat in de opening staan.

“Peter, kun jij de leider van de trektocht halen. Als arts moet ik enkele formaliteiten vervullen en onze expeditieleider moet meteen enkele afwegingen gaan maken voor het vervolg van onze trektocht. Als de formaliteiten zijn vervuld, dan moeten wij verder overleggen”, zegt Ferdinand. Peter loopt naar de leider van de trektocht.

“Carla, kun jij aan het andere einde van de tent gaan zitten, zodat ik Man kan onderzoeken? Ik ga mijn dokterskoffer halen en ik kom meteen terug”, zegt Ferdinand.

Een minuut later zijn Ferdinand, Peter en de expeditieleider terug in de tent van Man. Carla zit aan de andere kant van de tent. Ferdinand zegt tegen de expeditieleider: “Man is meer dan een paar uur geleden overleden. Ik ga hem nu onderzoeken op de mogelijke doodsoorzaak”.

Ferdinand onderzoekt Man aan de voorzijde en zijkanten. Met hulp van Peter en Carla draait hij Man om ook zijn achterzijde te onderzoeken. Daarna leggen zij Man weer op zijn rug.

“Ik heb geen sporen gezien die kunnen wijzen op een niet natuurlijke doodsoorzaak. Ik zal als schouwend arts de verklaring van overlijden invullen en ‘waarschijnlijk hartfalen’ aangeven op de doodsoorzaakverklaring. Het tijdstip van overlijden kan ik niet nauwkeurig vaststellen. Aan de hand van de beschikbare gegevens uit het onderzoek, zegt het nomogram dat er 8 uren zijn verstreken sinds zijn hartfalen: ik vul als tijdstip van overlijden in: 11 uur gisteravond.

Ik stel voor dat wij buiten overleg hebben over het vervolg”, zegt Ferdinand.

“Ik wil hier graag bij Man blijven zitten”, zegt Carla. Ferdinand, Peter en de leider van de trektocht gaan naar de ontbijtplaats. Peter biedt aan om koffie te halen. Twee minuten later komt hij terug.

“Ik denk dat het in deze hitte niet mogelijk is om het lichaam van Man naar Nederland te vervoeren. Is er een andere optie dan zijn uitvaart hier in de buurt?”, vraagt Peter aan Ferdinand en de expeditieleider.

“De expeditieleider heeft mij al gezegd dat er nog een tweede soortgelijk probleem is. Het afhandelen van de doodsoorzaak en het verkrijgen van een verklaring voor overlijden van Man bij de lokale overheid—die

ongeveer 50 km bij ons vandaan is—is gevaarlijk. De lokale overheid is corrupt; er is een groot risico op arrestatie. Met het terugkrijgen van onze vrijheid zijn waarschijnlijk aanzienlijke bedragen aan steekpenningen gemoeid. Tijdens een eerdere expeditie hebben de buitenlandse deelnemers een verklaring van bevindingen opgesteld en ondertekend. Met deze verklaring is later in de bewoonde wereld de officiële overlijdensacte opgesteld. Ik stel voor dat Carla, jij en ik deze verklaring van bevindingen opstellen en dat wij vervolgens deze verklaring met mijn verklaring van overlijden en doodsoorzaakverklaring in Nederland indienen bij de burgerlijke stand in Amsterdam”, zegt Ferdinand.

“Ik ben niet goed in het opstellen van een dergelijke verklaring. Zullen wij aan Carla vragen om deze verklaring op te stellen?”, zegt Peter.

“Laten wij afwachten wat Carla hiervan vindt. Het vervoer van het lichaam van Man naar Nairobi is niet verantwoord onder deze omstandigheden. Ik denk dat wij geen andere keuze hebben dan de uitvaart van Man in deze omgeving te laten plaatsvinden. De expeditieleider heeft net gezegd dat vier jaren geleden een overleden buitenlandse deelnemer hier tijdens een eerder expeditie is gecremeerd”, zegt Ferdinand.

“Ik denk dat dit de beste mogelijkheid is”, zegt Peter.

“Ik zal dadelijk aan een deel van de kookploeg vragen om met jullie voldoende hout voor een brandstapel te verzamelen. Ik stel voor dat de anderen een paar uur verder trekken om daar naar wild te gaan kijken. Wij zullen in die omgeving overnachten en wij zien jullie weer morgen in de loop van de dag”, zegt de expeditieleider.

“Ik weet geen andere mogelijkheid en met de lokale overheid in gedachte, denk ik dat dit voorstel beter is voor de veiligheid van de anderen, dan hier blijven rouwen”, zegt Ferdinand tegen de expeditieleider.

“Zullen wij nu de anderen gaan informeren over de dood van Man. Deel jij als arts het overlijden van Man mede, dan vertel ik de planning voor de komende twee dagen. Ik ga iedereen bij elkaar roepen voor dit bericht”, zegt de expeditieleider tegen Ferdinand.

Nadat iedereen—behalve Carla die bij Man wil blijven zitten—is verzameld bij de kooktent, vertelt Ferdinand dat Man Leben waarschijnlijk door hartfalen gisteravond rond 11 uur vredig in zijn slaap is overleden. Hij vraagt om twee minuten stilte voor nagedachtenis aan Man.

Aan het einde van deze twee minuten zegt Ferdinand dat Man en hij in Nederland enkele keren overleg hadden over de gezondheidstoestand van zijn hart. Man was er zich bewust van dat deze reis een belasting zou zijn voor zijn hart en hij wist dat hij mogelijk tussentijds deze trektocht zou moeten afbreken. Aan het begin van de trektocht had Man hem een brief in een gesloten enveloppe gegeven met zijn verzoek voor het geval hij de expeditie tot last zou worden. “Ik heb enkele minuten geleden de enveloppe opengemaakt. In zijn brief schreef Man dat hij de expeditie niet wilde ophouden; hij wilde dat de reis gewoon zou worden voortgezet en dat hij met minimale hulp achter zou blijven of dat hij met mij een afgekorte route zou volgen. Gisteravond had Man bij het kampvuur tegen Carla, Peter en mij gezegd, dat mocht hij onverwachts overlijden, wij niet veel moeite voor zijn uitvaart hoeven te doen: het was zijn wens om hem uitgeleide te doen volgens de plaatselijke uitvaartceremonie van de Masaï. Onze expeditieleider zal jullie de planning voor de komende twee dagen voorleggen. Ik geef eerst het woord aan hem. Als jullie vragen aan mij hebben, dan beantwoord ik deze na de uitleg van de reisleader”, zegt Ferdinand.

“Het is bij deze hitte niet mogelijk om het lichaam van Man te vervoeren naar de bewoonde wereld. Ik ben van mening dat de uitvaart van Man hier plaats zal moeten vinden. Vijf jaar geleden is tijdens een trektocht

op een afgelegen plaats een deelnemer onverwachts overleden. Wij hebben zijn lichaam daar gecremeerd. Ik stel voor dat Man Leben hier gecremeerd zal worden. Ik heb aan de kookploeg gevraagd om de crematie voor te bereiden. Het lijkt mij verstandig dat wij enkele uren verder trekken om onnodige extra problemen met de lokale overheid te vermijden. Het komt voor dat de lokale overheid buitenlanders arresteert bij een ongeval of bij een onverwachts natuurlijk overlijden; pas na het betalen van een grote dwangsom worden de buitenlanders op borgtocht vrijgelaten. Enkele vrijwilligers kunnen achterblijven om de crematie van Man te begeleiden. Deze vrijwilligers kunnen morgen aan het einde van de dag bij ons volgende kamp aankomen, zodat wij weer samen de reis kunnen vervolgen. Wie wil als vrijwilliger bij de crematie van Man aanwezig zijn?”, zegt de reisleader.

“Ik stel voor dat ik alleen achterblijf als vrijwilliger”, zegt Ferdinand.

“Als Carla achterblijft, dan blijf ik ook achter bij de uitvaart”, zegt Peter.

“Laten wij dadelijk aan Carla vragen wat haar wens is”, zegt Ferdinand.

Een van de medereizigers zegt: “Het is goed om in dit gebied het advies van reisleader te volgen. Kunnen wij voor ons vertrek nog een laatste groet aan Man brengen?”

“Het laatste kwartier voor jullie vertrek kan iedereen die dat wenst, afscheid nemen van Man. Ik zal zorgen dat jullie daar de gelegenheid voor krijgen. Wanneer is het vertrek gepland?”, vraagt Ferdinand aan de reisleader.

“Ik stel voor om rond 10 uur te vertrekken. Vanaf kwart voor tien tot tien uur kunnen wij afscheid nemen van Man. Laten wij ons nu gaan voorbereiden op het vertrek”, zegt de reisleader.

Bijna iedereen gaat naar zijn tent. Marlies—een medereiziger— loopt naar Ferdinand en zij zegt: “Ik heb tot vorig jaar bij een uitvaartcentrum

gewerkt. Ik heb mijn bagage vanmorgen vroeg al gepakt. Zal ik helpen om Man voor te bereiden op de crematie?”.

“Ik ben blij met jouw aanbod. Kom, dan lopen wij naar de tent van Man”, zegt Ferdinand.

Zij gaan zachtjes de tent in. Carla kijkt om naar Ferdinand. Hij zegt: “Marlies gaat Man afleggen voor de crematie. Misschien is het goed dat jij en ik buiten bijpraten, dan kan Marlies rustig haar werk gaan doen”.

“Ik wil graag Marlies helpen bij het afleggen van Man. Jij en ik kunnen daarna bijpraten”, zegt Carla.

“Blijf jij rustig bij Man zitten, dan halen Ferdinand en ik water, handdoek, zeep en andere benodigdheden”, zegt Marlies.

Buiten de tent zegt Marlies tegen Ferdinand: “Als wij klaar zijn, dan zoeken wij jou op. Waar kunnen wij jou over een uur vinden?”.

“Ik denk bij de voorbereiding voor de crematie”, zegt Ferdinand.

Als Marlies weer terug is in de tent van Man, wast zij met hulp van Carla zijn lichaam. Terwijl Marlies het lichaam van Man voorbereid op de uitvaart, kiest Carla witte licht katoenen kleding voor hem. Nadat zij hem hebben aangekleed, kamt Carla zijn haar. Man ligt er mooi en vredig bij. Marlies zegt: “Zullen wij naar Ferdinand gaan om de uitvaart voor te bereiden? Daarna kun jij verder van Man afscheid nemen”. Zij lopen zwiggend naar de plaats waar de brandstapel wordt voorbereid.

“Man ligt er goed bij. Ik laat jou en Carla even alleen voor overleg. Dadelijk voor het vertrek kom ik terug om te zien of jullie mijn hulp nog kunnen gebruiken”, zegt Marlies tegen Ferdinand.

Ferdinand vertelt Carla de planning voor de komende twee dagen. Carla zegt meteen dat zij met Ferdinand bij de crematie blijft. Zij vraagt of het vuur voor de crematie rond het laatste daglicht kan worden aangemaakt, zodat zij meer tijd heeft voor afscheid. Carla zegt dat zij na

de crematie meteen naar Nederland wil terugreizen ook om de verplichtingen in Nederland af te ronden. “Hebben jij hier mobiel bereik?”, vraagt Carla. “Ja, ik heb een satellietverbinding”, zegt Ferdinand. “Mag ik jouw mobiel gebruiken om de familie van Man te informeren”, vraagt Carla. “Natuurlijk. Heb jij hun gegevens?”, zegt Ferdinand. “Ja, als jij ook gegevens hebt, dan kunnen wij deze vergelijken”, zegt Carla. Zij lopen naar de tent van Ferdinand om zijn mobiele telefoon te halen. Carla zoekt een rustige plaats en zij belt daarna de familie van Man; Ferdinand heeft met Peter en de expeditieleider overleg over de wens van Carla.

Als Carla drie korte telefoongesprekken met de ex-vrouw en zijn twee kinderen heeft gevoerd, loopt zij naar Ferdinand en Peter die nu helpen de brandstapel op te bouwen.

“Ferdinand, Peter, het gesprek met de ex-vrouw van Man was afstandelijk: zij heeft bedankt voor het droeve nieuws en zij hoopt dat dit het laatste bericht zal zijn dat zij over Man hoort. Hun dochter was kil: zij heeft mijn boodschap aangehoord en daarna zo snel mogelijk de verbinding verbroken. Hun zoon begon zakelijk over het afhandelen van de erfenis; ik heb gezegd dat ik hierbij geen partij ben. Geen van hun had een wens voor de uitvaart”, zegt Carla.

“Sorry, dat ik jou kort onderbreek. Ik heb de brief gelezen die Man aan mij voor deze reis in gesloten enveloppe had gegeven voor het geval dat. Man vraagt in deze brief dat jij—bij een eventueel overlijden van hem in Afrika—met zijn notaris in Amsterdam contact wil opnemen. Hij schrijft ook dat voor zijn uitvaart geen extra moeite hoeft te worden gedaan: zijn wens op schrift heeft hij gisteravond bij het kampvuur verwoord”, zegt Ferdinand.

“Ik wil dat hij hier bij het einde van het daglicht een goede uitvaart krijgt. Morgen in de loop van de dag hoop ik naar Amsterdam terug te kunnen reizen”, zegt Carla.

“Ferdinand, jij, een kok, een chauffeur en ik blijven achter voor de uitvaart. De anderen zullen dadelijk rond tien uur vertrekken voor het vervolg van de reis”, zegt Peter tegen Carla.

Marlies komt bij hun staan. “Ik heb net de laatste medereizigers afscheid laten nemen van Man. Is er nog iets dat ik kan doen. Zo ja, dan kan ik achterblijven en mij later bij de anderen aansluiten. Anders neem ik nu hier afscheid. In Nederland hebben wij dan weer contact”, zegt Marlies.

“Heel bedankt voor jouw hulp en steun. Ik ben blij dat jij de anderen een mogelijkheid hebt gegeven voor een laatste afscheid van Man. De praktische voorbereiding voor de crematie is dadelijk afgerond. Als jullie zijn vertrokken, dan ga ik de uitvaart voorbereiden. Ik weet dat deze reis een van jouw hartenwensen is. Wij redden het verder wel: ik denk dat jij er goed aan doet om met de groep verder te reizen”, zegt Carla.

Zij nemen alle drie afscheid van Marlies. De rest van de groep is klaar voor vertrek: zij nemen afscheid. Ferdinand en de reisleader spreken af om contact te houden via de satelliettelefoon. Sombor zwaaien de groep en de achterblijvers naar elkaar bij het vertrek.

Carla, Ferdinand en Peter gaan in de schaduw koffiedrinken. Carla leest de brief die Man aan Ferdinand heeft gegeven. Ferdinand vraagt aan Carla wanneer zij haar verklaring over het overlijden van Man gaat opstellen. Carla stelt voor om alle verklaringen pas in Nederland op papier te zetten: zij zegt dat het gevaarlijk is om de douane in Kenya en Nederland te gaan passeren met officiële verklaringen van overlijden in een buurland. Als bij het doorzoeken van de bagage deze niet afgehandelde papieren zonder de benodigde stempels worden gevonden, dan roept dit onnodige vragen op bij de autoriteiten. Zij drinken hun koffie. Daarna besluiten Ferdinand en Peter met de

chauffeur naar de tijdelijke nederzetting van de broers en zus van Narrator te rijden. Carla blijft bij Man. Na de lunch gaat zij de uitvaart voorbereiden. Halverwege de middag komen Ferdinand en Peter terug met de twee broers van Narrator. Zij willen de komende nacht de wacht houden; zij zien dat er voldoende hout is en zij zullen zorgen dat het vuur blijft branden tot de volgende ochtend.

Een klein half uur voor zonsondergang, dragen de mannen het lichaam van Man uit de tent naar zijn plaats op de brandstapel. Zij bedekken hem met voldoende hout. Wanneer zij hiermee klaar zijn, vraagt Carla het woord.

Eerst spreekt zij een dankwoord uit voor Man. Zij noemt hem eerst bij zijn geboortenaam: Levi Hermann, zoon van Lea en Jacob Hermann. Zij vertelt hoe als jongen zijn naam is veranderd in Herman—roepnaam Man—Leben om tegen de verdrukking in te kunnen overleven. Zijn ouders hebben deze verdrukking niet overleefd. Halverwege zijn leven heeft zij Man als vriend leren kennen: een Joods spiritueel leider voor iedereen die hij heeft ontmoet, met:

1. Opofferingsgezindheid,
2. Betrokkenheid,
3. Inspiratie,
4. Dienstbaarheid,
5. Overzicht,
6. Onbaatzuchtigheid,
7. Eerbied voor voorgangers,
8. Afkeer van autoriteit,
9. Praktiseren wat zij/hij preekt en
10. Leiding zonder structuur¹³.

Hierna spreken Ferdinand en Peter een kort dankwoord.

Carla stelt voor om na het ontsteken van het vuur “U zij de glorie”— eerst in het Nederlands en daarna in het Engels—te zingen met een iets aangepaste tekst:

U zij de glorie, opgestane Man!

U zij de victorie, nu en immermeer.

Uit een vonken stromen, stijgt Zijn leven op,
Naar de sterrenhemel in dez’ flonk’rend nacht:

U zij de glorie, opgestane Man!

U zij de victorie, nu en immermeer.

Thine be the glory, Oh resurrected Man!

Thine be the victory, for eternity!

From all these sparks, his life is rising,
To the starry sky in this luminous night.

Thine be the glory, Oh resurrected Man!

Thine be the victory, for eternity!



14

Peter steekt de brandstapel aan; hierna lopen zij terug naar hun overnachtingsplaats op ongeveer 100 meter afstand.

De expeditieleider heeft hier een klein kampvuur laten voorbereiden. Peter steekt ook dit kampvuur aan. Carla, Ferdinand en Peter

overleggen hoe zij de volgende ochtend zullen indelen om voor het middaguur naar het vliegveld van Nairobi te reizen.

De hele nacht hebben de twee broers van Narrator de stapel laten branden als een vreugdevuur voor het leven van Man: een leven in gewonnen tijd tegen de stroom in. Ook bij tegenwind droeg zijn naam ver over de velden. Nu keert hij terug naar zijn oorsprong in een stroom van vonken, veranderende vuurtjes en as.

Tegen het ochtendlicht is het vuur door de broers van Narrator gedoofd. Nadat de as met water is afgekoeld, heeft Carla in de overblijfselen van de stapel gezocht naar resten van het lichaam van Man¹⁵; enkele kleine botresten heeft zij vermalen en uitgestrooid met de as van de stapel. De broers van Narrator zeggen dat Man een goed mens is, want het vuur heeft hem niet afgewezen.

Het kamp is snel opgebroken: zij nemen afscheid van de broers van Narrator.

Tegen het middaguur zijn zij vertrokken naar Nairobi. Vijf dagen later zijn zij met het vliegtuig in Amsterdam aangekomen. De volgende dag heeft Carla de notaris bezocht.

¹ Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Maasai_people

² Bron: [https://nl.wikipedia.org/wiki/Masai_\(volk\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Masai_(volk))

³ Arjuna is een van de hoofdpersonen in de Mahābhārata. Hij is een van de vijf broers die allen met één vrouw Draupadi—de mooiste en invloedrijkste vrouw van haar tijd—in polyandrie samenleven. De vijf broers strijden voor hun rechtmatig deel van het koninkrijk, voor het herstel van de eer van Draupadi en voor behoud van de wereldorde. De naam Arjuna betekent onder meer “wit, helder”; in de naam is ook “arh” te herkennen dat “waardig, in staat tot” betekent.

⁴ Bron: elektronische versie van het woordenboek Monier-Williams – MWDDS V1.5 Beta

⁵ Bron: Okiya, Denis Odinga, *The Centrality of Marriage in African Religio-Culture with reference to the Maasai of Kajiado County, Kenya*, 2016, p. 99. Zie: <http://ir-library.ku.ac.ke/bitstream/handle/123456789/14947/The%20centrality%20of%20marriage%20in%20african%20religio%20culture%20with.pdf?sequence=1>

⁶ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Maasai_people

⁷ Zie ook: https://en.wikipedia.org/wiki/Maasai_people

⁸ Bron afbeelding: https://en.wikipedia.org/wiki/Maasai_people

⁹ Dit is de koan “Fayan’s Hairbreadth” in: Cleary, Thomas, *Book of Serenity – One Hundred Zen Dialogues*. Bosten: Shambhala, 1998 p. 72 – 75

¹⁰ Zie: Origo, Jan van, *Wie ben jij – Leegte*. Amsterdam: Omnia – Amsterdam Uitgeverij, 2015

¹¹ Bron afbeelding: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Vuur>

¹² The Great Wave off Kanagawa, door Hokusai. Bron afbeelding: <https://en.wikipedia.org/wiki/Hokusai>

¹³ Bron: Maleachi 3:10 (boek en profeet uit de Tanakh (Hebreeuwse bijbel; zie ook: <http://en.wikipedia.org/wiki/Tanakh>)). Zie ook: <http://www.nik.nl/2010/01/parsja-simchat-tora-wezot-haberacha/>

¹⁴ Bron afbeelding: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Vuur>

¹⁵ Zie ook de film “Why has Bodhidharma left for the East” geproduceerd door Bae Yong-kyun. Zie hyperlink: http://en.wikipedia.org/wiki/Why_Has_Bodhi-Dharma_Left_for_the_East%3F en de film “Spring, Summer, Autumn, Winter”, geregiseerd door Kim Kiduk. Zie hyperlink: http://en.wikipedia.org/wiki/Spring_Summer_Fall_Winter..._and_Spring

Met Dank

Zonder de bekende adem die in één zucht het volledige heelal van begin tot einde vormt, is dit boek niet mogelijk. Ik ben mijn dank verschuldigd aan de eeuwige wind—in Sanskriet वात of vāta—als manifestatie van deze adem.

Oneindig veel hulp heb ik bij het schrijven van het boek ontvangen van alle manifestaties in het heelal die in haar ontelbare variëteiten bestaan.

Als mens erken ik mijn diepe dankbaarheid aan het heelal en de wereld waarin wij leven. Het ontstaan van dit boek vindt plaats in deze omgeving; zonder dit, is een boek niet mogelijk.

Mijn dankbaarheid ben ik verschuldigd aan de bijdrage van alle vrouwen, mannen, moeders, vaders, kinderen, zwervers, jager-verzamelaars, landbouwers, ambachtslieden, krijgers, monniken, priesters, heersers, wetenschappers en mensen niet vermeld vanaf het begin tot nu; zonder dit is een boek niet mogelijk.

Ons heelal en de wereld zijn door vele geleerden op talloze manieren bestudeerd. Zonder de uitkomsten van deze onderzoeken zou dit boek niet kunnen bestaan. Ik heb diepe erkentelijkheid voor alle studies.

Speciaal dank ik:

- mijn vader en moeder, zussen en familie,
- vrienden en collegae,
- docenten, scholen en universiteit,
- dorpen waar ik heb gewoond, scholen die ik heb bezocht,
- plaatsen waar ik heb gewerkt.

Zonder de voortdurende steun van Marieke (mijn vrouw), en Hanna en Jaap (onze kinderen), zou het schrijven van dit boek niet hebben plaatsgevonden. Zij gaven een onschatbare bijdragen.

Ook dank ik Jasmin Atkins en Bayse Genc voor het redigeren van delen van het manuscript.

Mogelijke fouten en omissies in dit boek zijn uitsluitend mijn verantwoordelijkheid.

Er is gestreefd naar een volledige verwijzingen. Wordt een verwijzing ten onrechte niet vermeld, dan verzoek ik deze omissie bij mij te melden.

Beeldmateriaal—meestal onder Creative Commons License—is onder vermelding van de bron bij de tekst gevoegd. Mochten eigenaren van beeldmateriaal hun copyright willen laten gelden, dan verzoek ik dit aan mij kenbaar te maken. Uiteraard zal ik het betreffende beeldmateriaal aanpassen aan de wensen van de rechtmatige eigenaren.

Aanhalingen uit andere teksten zijn cursief onder bronvermelding in de tekst opgenomen. Deze aanhalingen vallen buiten de Creative Commons License. Op deze aanhalingen rust vaak een andere vorm van auteursrecht.

Bibliografie

Aitken, Robert, *Encouraging Words, Zen Buddhist Teachings for Western Students*. New York: Pantheon Books, 1993

Aitken, Robert, *The Gateless Barrier, The Wu-men Kuan (Mumonkan)*. New York: North Point Press, 2000

Armstrong, Karen, *De Grote Transformatie – Het Begin van onze Religieuze Tradities*. Amsterdam: De Bezige Bij, 2006

Armstrong, Karen, *Een Geschiedenis van God – Vier Duizend Jaar Jodendom, Christendom en Islam*. Amsterdam: De Bezige Bij, 1995

Anthony, David W., *The Horse, the Wheel and Language*. Princeton: Princeton University Press, 2007

App, Urs, *Master Yunmen*. New York: Kodansha International: 1994

Arberry, A.J., *Mystical Poems of Rūmī, Volume 1 and 2*. Chicago: The University of Chicago Press, 1991

Arnason, H.H., *A History of Modern Art*. London: Thames and Hudson, 1979

Arsuaga, Juan Luis, *Het halssieraad van de Neanderthaler – Op zoek naar de eerste denkers*. Amsterdam: Wereldbibiotheek: 1999

Ayto, John, *Word Origins – The hidden Histories of English Words from A to Z*. London: A & C Black Publishers, 2008

Badrinath, Chaturvedi, *The Mahābhārata – An Inquiry in the human Condition*. New Delhi: Orient Longman Private Limited, 2006

Bakhtiar, Laleh, *Sufi, Expression of the Mystic Quest*. London: Thames & Hudson, 2004

Ball, Philip, *Critical Mass – How One Thing Leads to Another*. London: Arrow Books, 2005

Barker, Graeme, *The Agricultural Revolution in Prehistory – Why did Foragers become Farmers?* Oxford: Oxford University Press, 2009

Basham, A.L., *The Wonder that was India*. London: Sidgwick & Jackson, 1979

Beck, Charlotte Joko, *Alle dagen Zen*. Amsterdam: Karmak, 1996

Beck, Charlotte Joko, *Niets Bijzonders*. Amsterdam: Karmak, 1997

Berger, John, *Into Their Labours - Pig Earth, Once in Europa, Lilac and Flag - A Trilogy*.

Berger, John, *Ways of seeing*. London: British Broadcasting Company and Penguin, 1972

Beyens, Louis, *Het Masker van de Raaf – Leven in het Noordpoolgebied*. Amsterdam: Atlas, 1997

Beyens, Louis, *De Graangodin – Het ontstaan van de landbouwcultuur*. Amsterdam: Atlas, 2004

Blyth, R.H., *Zen and Zen Classics – Volume 1 and 2*. Tokyo: The Hokuseido Press, 1964

Boer, Dick E.H. de, *Emo's reis – Een historisch culturele ontdekkingsreis door Europa in 1212*. Leeuwarden: Uitgeverij Noordboek, 2011

Booker, Christopher, *The seven basic Plots—Why we tell stories*. London: Continuum, 2010

Buber, Martin, *Ik en Jij*. Utrecht: Erven J. Bijleveld, 2010

Burrow, T., *The Sanskrit Language*. Delhi: Motilal Banarsidass, 2001

Calvin, William H., *De Rivier die tegen de Berg opstroomt – een reis naar de oorsprong van de aarde en de mens*. Amsterdam: Bert Bakker, 1992

Calvino, Italo, *Six Memos for the next Millennium*. New York: Vintage Books, 1993

Camus, Albert, *De Mens in Opstand*. Amsterdam: De Bezige Bij, 1974

Camus, Albert, *De Mythe van Sisyfus*. Amsterdam: De Bezige Bij, 1975

Caplow, Florence & Moon, Susan eds., *The hidden lamp – Stories from twenty-five Centuries of Awakened Women*. Boston: Wisdom Publications, 2013

Castaneda, Carlos, *The Teachings of Don Juan: A Yaqui Way of Knowledge*. New York: Simon and Schuster, 1974

Chadwick, Robert, *First Civilizations*. London: Equinox Publishing, 2005

Chari, S.M. Srinivasa, *The Philosophy of the Upanishads*. New Delhi: Munshiram Manoharlal Publishers, 2002

Chen, Ellen M., *The Tao Te Ching*. St. Paul: Paragon House, 1989

Cleary, Thomas, *Book of Serenity: One Hundred Zen Dialogues*. Boston: Shambhala, 1998

Cleary, Thomas, *Classics of Buddhism and Zen, Volume 1 – 5*. Boston: Shambhala, 2002

Cleary, Thomas, *Entry Into the Inconceivable: An Introduction to Hua-yen Buddhism*. Boston: Shambhala, 2002

Cleary, Thomas, *The Blue Cliff Record*. Boulder: Prajñā Press, 1977

Cleary, Thomas, *Secrets of the Blue Cliff record*. Boston: Shambhala, 2000

Cleary, Thomas, *The Flower Ornament Scripture, a Translation of the Avatamsaka Sutra*. Boston: Shambhala, 1993

Coleman, James William, *The new Buddhism, The Western Transformation of an Ancient Tradition*. Oxford: Oxford University Press, 2001

Cook, Francis, *Hua-Yen Buddhism: The Jewel Net of Indra*.

Confucius, *The Analects*. Harmondsworth: Penguin Books, 1979

Conze, Edward, *Buddhist Wisdom: The Diamond Sutra and The Heart Sutra*. New York: Vintage Books, 2001

Conze, Edward, *The Large Sutra on Perfect Wisdom*. Berkeley: University of California Press, 1984

Crefeld, Martin van, *The Culture of War*. New York: Ballantine Books, 2008

Dante Alighieri, *De Goddelijk Komedie*. Amsterdam: Atheneum – Polak & Van Gennep, 2008

- Dasgupta, Surendranath, *A History of Indian Philosophy, Vol. I – V*. London: Cambridge University Press, 1957
- Devanathan, V, *The Special Theory of Relativity*, Oxford: Alpha Series, 2015
- Dickinson, Emily, *The Complete Poems of Emily Dickinson*. London: Faber, 1977
- Drift, Carla, *Man Leben – One life*. Amsterdam: Omnia – Amsterdam Publisher, 2012
- Eckhart, *Deutsche Predigten*. Zürich: Manesse Verlag, 1999
- Eckhart, *Over God wil ik zwijgen - De Traktaten*. Groningen: Historische Uitgeverij, 1999
- Eckhart, *Over God wil ik zwijgen - Preken*. Groningen: Historische Uitgeverij, 2001
- Eddington, Arthur, Stanley, *The Nature of the Physical World*. New York: The Macmillan Company, 1929
- Eliade, Mircea, *A History of Religious Ideas, Volume 1*. Chicago: The University of Chicago Press, 1982
- Eliade, Mircea, *A History of Religious Ideas, Volume 2*. Chicago: The University of Chicago Press, 1982
- Eliade, Mircea, *A History of Religious Ideas, Volume 3*. Chicago: The University of Chicago Press, 1982
- Eliade, Mircea, *Shamanism – Archaic Techniques of Ecstasy*. Princeton: Princeton University Press, 2004
- Eyck, Aldo van, *Writings – The Child, the City and the Artist*. Nijmegen: Sun, 2006
- Fanu, Mark Le, *The Cinema of Andrei Tarkovsky*. London: BFI Publishing, 1987
- Fernández – Armesto, Felipe & Wilson, Derek, *Reformatie – Christendom en de wereld 1500 – 2000*. Amsterdam: Uitgeverij Anthos, 1997
- Feyter, Theo de, *Het Gilgamesj-epos*. Amsterdam: Atheneum, Polak & Van Gennip, 2011
- Fortson, Benjamin W., *Indo-European Language and Culture – an Introduction*. Oxford: Blackwell Publishing, 2004

Franklin, R.W. ed., *The Poems of Emily Dickinson – Reading Edition*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1999

Fromm, Erich, *Escape from Freedom*. New York: Rinehart & Co, 1941

Fromm, Erich, *The Forgotten Language*. New York: Rinehart & Co, 1951

Fromm, Erich, *Gij zult zijn als Goden*. Utrecht: Erven J. Bijleveld

Fromm, Erich, *Haben oder Sein*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag, 2011

Fynn, *Anna and Mister God*. London: HarperCollins 1998

Gardner, Dan, *Risk – The Science and Politics of Fear*. London: Virgin Books, 2009

Glassman, Bernie, *Bearing Witness, A Zen Master's Lessons in Making Peace*. New York: Bell Tower, 1998

Glassman, Bernie, *Infinite Circle, Teachings in Zen*. Boston: Shambhala, 2002

Glassman, Bernie & Fields, Rick, *Instructions to the Cook*. New York: Bell Tower, 1996

Goldsworthy, Adrian, *In the Name of Rome – The Men who won the Roman Empire*. London: Phoenix, 2004

Greene, Brian, *The Elegant Universe—Superstrings, Hidden Dimensions, and the Quest for the Ultimate Theory*. New York: W.W. Norton & Company, 2003

Green, James, *The Recorded Sayings of Zen Master Joshu*. Boston: Shambhala, 1998

Gutzwiller, Martin C., *Chaos in Classica and Quantum Mechanics*, New York: Springer Verlag, 1990

Hale, John R., *Lords of the Sea – The epic Story of the Athenian Navy and the Birth of Democracy*. London: Penguin books, 2009

Hanson, Victor Davis, *A War like no other – How the Athenians an Spartans fought the Peloponnesian War*. London: Methuen, 2005

Harrison, Edward, *Cosmology – The Science of the Universe (2nd Edition)*. Cambridge: Cambridge University Press: 2013

Harrison, John, M. *Space – A Haunting*. London: Gollancz, 2012

Heine, Steven, *Opening a Mountain : Koans of the Zen Masters*. Oxford: Oxford University Press, 2002

Heschel, Abraham Joshua, *De mens is niet alleen - De ervaring van Gods aanwezigheid*. Utrecht: Kok, 2011

Heschel, Abraham Joshua, *God zoekt de mens – Een filosofie van het jodendom*. Amsterdam: Uitgeverij Abraxas Amsterdam, 2011

Histoire de la vie privée. Tome 1: De l'Empire romain à l'an mil. Red. Ariès, Philippe & Duby, George.

Histoire de la Vie privée. Tome 2: De l'Europe féodale à la Renaissance. Red. Ariès, Philippe & Duby, George.

Histoire de la Vie privée. Tome 3: De la Renaissance aux Lumières. Red. Ariès, Philippe & Duby, George.

Histoire de la Vie privée. Tome 4: De la Revolution à la grande Guerre. Red. Ariès, Philippe et al.

Histoire de la Vie privée. Tome 5: De la première Guerre mondiale à nos jours. Red. Ariès, Philippe et al.

Holstein, Alexander. *Pointing at the Moon*. Rutland: Charles E. Tuttle Company, 1993

Hughes, Robert, *De Schok van het Nieuwe – Kunst in het Tijdperk van Verandering*. Utrecht: Veen, 1991

Huxley, Aldous, *The Doors of Perception*. 1954

Huxley, Aldous, *The Devils of Loudun*. 1953

Isa Upanishad. Amsterdam: Stichting Ars Floreat, 2003

Izutsu, Toshihiko, *Sufism & Taoism—A comparative study of key philosophical concepts*. Berkeley: University of California Press, 1984

Johnston, Sarah Iles, *Religions of the Ancient World – a Guide*. Cambridge: Harvard University Press, 2004

Joyces, James, *Ulysses*. London: The Bodley Head, 1969

Joyces, James, *Ulysses*. Amsterdam: De Bezige Bij, 1975

- Kagan, Donald, *The Peloponnesian War – Athens and Sparta in savage Conflict 431 - 404 BC*. London: Harper and Collins Publishers, 2003
- Kapleau, Philip, *The Three Pillars of Zen*. New York: Anchor Books: 1980
- Kapleau, Philip, *Zen: Dawn in the West*. New York: Anchor Books: 1980
- Katō, Yoshirō Tamaru, e.a., *The Threefold Lotus Sutra*. Tokyo: Kosei Publishing Co, 1999
- Keegan, John, *A History of Warfare*. London: Pimlico, 2004
- Keen, David, *Useful Enemies – When waging wars is more important than winning them*. New Haven and London: Yale University Press, 2012
- Keizan Jōkin, *Denkōroku, The Record of the Transmission of the Light*. Mount Shasta: Shasta Abbey Press, 2001
- Kelly, Fergus, *A Guide to Early Irish Law*. Dublin: Duldalghan Press, 2005
- Kelly, Fergus, *Early Irish Farming*. Dublin: Duldalghan Press, 2000
- Kennett, Jiyu, *How to grow a Lotus Blossom*. Mount Shasta: Shasta Abbey, 1977
- Kennett, Jiyu, *The Wild, White Goose – Volume I & II*. Mount Shasta: Shasta Abbey, 1977 - 1978
- Kennett, Jiyu, *Zen is Eternal Life*. Emeryville: Dharma Publishing, 1976
- Kierkegaard, Søren, *Journals IV A 164* (1843).
- Klostermaier, Klaus K., *A Survey of Hinduism*. Albany: State University of New York Press, 2007
- Kopland, Rutger, *Verzamelde gedichten*. Amsterdam: Uitgeverij G.A. van Oorschot, 2010
- Kuiper, P.C., *Ver Heen*. 's-Gravenhage: SDU Drukkerij, 1988
- Kumar, Manjit, *Quantum—Einstein, Bohr and the Great Debate about the Nature of Reality*. London: Icon Books, 2014
- Lane Fox, Robin, *Alexander de Grote*. Amsterdam: Uitgeverij de Arbeiderspers, 2005
- Leben, Man, *Narrator – Een Weg*. Amsterdam: Omnia – Amsterdam Uitgeverij, 2013

Leighton, Taigen Dan & Okumura, Shohaku, *Dōgen's Extensive Record*. Boston: Wisdom Publications, 2004

London, J.E., *Song of Wrath – the Peloponnesian war begins*. New York: Basic Books, 2010

Lewis, Franklin D., *Rumi, Past and Present, East and West*. Oxford: Oneworld, 2003

Lewis-Williams, David & Pearce, David, *Inside the neolithic Mind*. London: Thames & Hudson, 2009

Lopez, Donald S., *The Heart Sutra explained*. Delhi: Sri Satguru Publications, 1990

Luk, Charles, *The Sūraṅgama Sūtra*. New Delhi: Munshiram Manoharlal Publishers, 2001

Luijpen, W., *Fenomenologie en Atheïsme*. Leuven: W. Vergaelen, 1979

Luijpen, W., *Nieuwe inleiding tot de existentiële fenomenologie*. Utrecht: Het Spectrum, 1976

MacCulloch, Diarmid, *Christianity – The first three thousand Years*. New York: Viking, 2010

Major B.D. Basu ed., *The Upanishads, Volume 1*. New Delhi: Cosmo Publications, 2007

Major B.D. Basu ed., *Chhandogya Upanishad, Volume 3*. New Delhi: Cosmo Publications, 2007

Major B.D. Basu ed., *Studies in the first Six Upanishads; and the Isa and Kena Upanishads, Volume 23*. New Delhi: Cosmo Publications, 2007

Mallory, J.P. & Adams, D.Q., *The Oxford Introduction to Proto-Indo-European and the Proto-Indo-European World*. Oxford: Oxford University Press, 2007
Mallory, J.P., *In Search of the Indo-Europeans*. New York: Thames & Hudson, 2005

Maslow, Abraham, *A Theory of Human Motivation*. Psychological Review, 50, 370-396 1943

Maurer, Walter Harding, *The Sanskrit Language – an Introductory Grammar and Reader*. London: RoutledgeCurzon, 2001

McEvelley, Thomas, *The Shape of Ancient Thought – Comparative Studies in Greek and Indian Philosophies*. New York: Allworth Press, 2002

- McGrath, Kevin, *STRĪ women in Epic Mahābhārata*. Cambridge: Ilex Foundation, 2009
- McGrath, Kevin, *The Sankrit Hero – Karṇa in Epic Mahābhārata*. Leiden: Brill, 2004
- Marlantes, Karl, *What it is like to go to war*. London: Corvus, 2012
- Merleau-Ponty, Maurice, *Fenomenologie van de waarneming*. Amsterdam: Boom, 2009
- Merzel, Dennis Genpo, *The Path of the Human Being*. Boston: Shambhala, 2003
- Michaels, Axel, *Hinduism*. Princeton: Princeton University Press, 2004
- Mieroop, Marc van de, *A History of the Ancient Near East*. Oxford: Blackwell Publishing, 2004
- Milliken, William F. & Milliken, Douglas L., *Race Car Vehicle Dynamics*. Warrendale: SAE, 1995 P. 833
- Muller, Richard A. *Now—The Physics of Time*. New York: W.W. Norton & Company, 2016
- Nārāyana, Narrator, “*Carla Drift – Een Buitenbeentje, Een Biografie*”. Amsterdam: Omnia – Amsterdam Uitgeverij, 2012
- Nicholson, Reynold A., *The Mathnawi of Jalālu’d-din Rūmī, Books I – VI*. Cambridge: Biddles Ltd, 2001
- Nishijima, Gudo & Cross, Chodo, *Master Dogen’s Shobogenzo – Books 1 – 4*. Woking: Windbell Publications, 1994
- Noordzij, Huib, *Handboek van de Reformatie – De Nederlandse kerkhervorming in de 16^e en de 17^e eeuw*. Utrecht: Uitgeverij Kok, 2012
- Norwich, John Julius, *The Popes, A History*. London: Chatto & Windos, 2011
- Nyogen Senzaki & McCandless, Ruth. *The Iron Flute – 100 Zen Kōans*. Rutland: Charles E. Tuttle Company, 1985
- Okiya, Denis Odinga, *The Centrality of Marriage in African Religio-Culture with reference to the Maasai of Kajiado County, Kenya*, 2016
- Origo, Jan van, *Wie ben jij – Een verkenning van ons bestaan – 1*. Omnia – Amsterdam Uitgeverij, 2012

Ostler, Nicholas, *Empires of the Word – A Language History of the World*. New York: Harper Collins, 2005

Pais, Abraham, *Subtle is the Lord – The Science and the Life of Albert Einstein*. Oxford: Oxford University Press, 1982

Pirsig, Robert M., *Lila, an Inquiry in Morals*. London: Bantam Press, 1991

Pollock, Sheldon, *The Language of the Gods in the World of Men – Sanskrit, Culture, and Power in the premodern India*. Berkeley: University of California Press, 2006

Porter, Bill, *Road to Heaven – Encounters with Chinese Hermits*. Berkeley: Counterpoint, 1993

Porter, Bill, *Zen Baggage*. Berkeley: Counterpoint, 2009

Potok, Chaim, *Omzwervingen*. 's-Gravenhage: BZZTôH 1999

Proust, Marcel, *De kant van Swann*, Amsterdam: De Bezige Bij, 1986

Quammen, David, *Spillover – Animal infections and the next human pandemic*. New York: W.W. Norton & Company, 2012

Radhakrishnan & Moore, *A Source Book in Indian Philosophy*. Princeton: Princeton University Press, 1973

Red Pine (Bill Porter), *Lao-Tzu's Tao Te Ching*. San Francisco: Mercury House, 1996

Red Pine (Bill Porter), *Lao-Tzu's Tao Te Ching (revised edition)*. Port Townsend: Copper Canyon Press, 2006

Red Pine (Bill Porter), *The Diamond Sutra*. New York: Counterpoint, 2001

Red Pine (Bill Porter), *The Heart Sutra*. Washington D.C.: Shoemaker & Hoard, 2004

Rindler, Wolfgang, *Relativity—Special, General and Cosmological*. Oxford: Oxford University Press, 2006

Robb, Graham, *The discovery of France*. London: Picador, 2007

Robinson, D. L. *Brain function, mental experience and personality*. The Netherlands Journal of Psychology, 64

Romm, James, *Ghost on the Thone – The death of Alexander the Great and the war for crown and empire*. New York: Alfred A. Knopf, 2011

- Rond, Mark de, *The last Amateurs*. Cambridge: Icon Books, 2008
- Sargeant, Winthrop, *The Bhagavad Gītā*. Albany: State New York University Press, 1994
- Sartre, Jean-Paul, *Being and Nothingness*. New York: Washington square press: 1977
- Schama, Simon, *De geschiedenis van de Joden – Deel 1: De woorden vinden 1000 v.C. - 1492*. Amsterdam: Uitgeverij Atlas Contact, 2013
- Schneider, Peter, *Extragalactic Astronomy and Cosmology*. Berlin Heidelberg: Springer - Verlag, 2015²
- Schumann, Hans Wolfgang, *De Historische Boeddha*. Rotterdam: Asoka, 1998
- Sekida, Katsuki, *Two Zen Classics – Mumonkan & Hekiganroku*. New York: Weatherhill, 1977
- Sekida, Katsuki, *Zen Training – Methods and Philosophy*. New York: Weatherhill, 1981
- Senzaki, Nyogen, *Eloquent Silence: Gateless Gate*. Boston: Wisdom Publications, 2008
- Sheng Yen, *Footprints in the Snow – the Autobiography of a Chinese Buddhist Monk*. New York: Doubleday, 2008
- Skyenner, Robin & Cleese, John, *Life and how to survive it (Over het leven)*. Utrecht: Kosmos-Z&K Uitgevers, 1996
- Shibayama, Zenkei, *A Flower Does not Talk, Zen Essays*. Tokyo: Charles E. Tuttle, 1997
- Shibayama, Zenkei, *The Gateless Barrier, Zen Comments on the Mumonkan*. Boston: Shambhala, 1974
- Slauerhoff, Jan Jacob, *Alleen in mijn gedichten kan ik wonen*. 's-Gravenhage: Nijgh & Van Ditmar, 1978
- Smolin, Lee, *Three roads to Quantum Gravity*. New York: Basic Books, 2001
- Sölle, Dorothee, *Mystiek en verzet – Gij stil geschreeuw*. Baarn: Ten Have, 1998
- Sontag, Susan, *On Photography*. New York: Dell Publishing Co. Inc., 1978
- Starr, Jonathan, *Tao te Ching*. New York: Penguin, 2003

Stcherbatsky, TH, *Buddhist Logic, Volume I – II*. Delhi: Motilal Banarsidass Publishers, 2004

Stevens, John, *Three Zen Masters, Ikkyū, Hakuin, Ryōkan*. Tokyo: Kodansha International, 1993

Stewart, Ian, *Does God Play Dice?* London: Penguin Books, 1992²

Stryk, Lucien, *Triumph of the Sparrow, Zen Poems of Shinkichi Takahashi*. New York: Grove Press, 1986

Staube, Detlef & Ruschmann, Eckart, ed., *Understanding the Other and Oneself*. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing, 2018

Susskind, Leonard, *The Black Hole War: My Battle with Stephen Hawking to Make the World Safe for Quantum Mechanics*. New York: Little, Brown and Company, 2008

Suzuki, D.T., *Essays in Zen Buddhism – First, Second, Third Series*. New York: Grove Press, 1978

Suzuki, D.T., *Studies in the Lankavatara Sutra*. New Delhi: Munshiram Manoharlal Publishers, 1998

Suzuki, Shunryu, *Branching Streams Flow in the Darkness*. Berkely: University of California Press: 1999

Suzuki, Shunryu, *Zen Mind, Beginners Mind: Informal Talks on Zen Meditation and Practice*. New York: Weatherhill, 1980

Taleb, Nassim Nicholas, *The Black Swan*. London: Penguin Books, 2007

Tanahashi, Kazuaki ed., *Treasury of the true dharma eye – Zen Master Dogen's Shobo Genzo*. Boston: Shambhala, 2012

Tarkovski, Andrei, *De verzegelde tijd – Beschouwingen over de filmkunst*. Groningen: Historische Uitgeverij, 1986

Taylor, Edwin F., Wheeler, John Archibald, *Spacetime Physics—Introduction to special relativity; second edition*. New York: W.F. Freeman and Company, 1992

The Sixth Patriarch's Dharma Jewel Platform Sutra. San Francisco: Buddhist Text Translation Society, 2002

The Connected Discourses of the Buddha – Volume I & II. Massachusetts: Wisdom Publications, 2000

The Long Discourses of the Buddha. Massachusetts: Wisdom Publications, 1995

The Middle Length Discourses of the Buddha. Massachusetts: Wisdom Publications, 1996

Thomas, Dylan, *Collected Poems 1934 – 1952.* London: Billings & Sons, 1978

Thich Nhat Hahn, *No Death, No Fear - Comforting Wisdom for Life.* New York: Riverhead Books, 2002

Thich Nhat Hahn, *The Heart of Understanding.* Berkeley: Parallax Press, 1988

Thich Nhat Hahn, *Vorm is leegte, leegte is vorm.* Rotterdam: Asoka, 2007

Thorne, Kip S., *Black Holes & Time Warps—Einstein's outrageous legacy.* New York: W.W. Norton & Company: 1994

Trouilleux, Pierre, *Bevrijd en gebonden – De Kerk van Constantijn (4^e en 5^e eeuw n. Chr.).* Leuven: Davidsfonds, 2006

Vendler, Helen, *Dickinson – Selected Poems and Commentaries.* Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 2010

Vorenkamp, Dirck, *An English Translation of Fa-Tsang's Commentary on the Awakening of Faith.* New York: The Edwin Mellen Press. 2004

Waddell, Norman, *Zen Words for the Heart: Hakuin's Commentary on the Heart Sutra.* Boston: Shambhala, 1996

Watson, Burton, *The Complete Works of Chuang Tzu.* New York: Columbia University Press, 1968

Watson, Burton, *The Lotus Sutra.* New York: Columbia University Press, 1993

Watson, Burton, *The Zen Teachings of Master Lin-Chi.* New York: Columbia University Press, 1999

Weinberg, Steven. *The First Three Minutes—A modern view of the Origin of the Universe.* New York: Basic Books, 1993

Wetering, Janwillem van de, *De Lege Spiegel.* Amsterdam: De Driehoek

Wetering, Janwillem van de, *Het Dagende Niets*. Amsterdam: De Driehoek

Wetering, Janwillem van de, *Zuivere Leegte*. Rotterdam: Asoka, 2000

White, Terence, *Arthur, Koning voor eens en altijd*, Utrecht: Het Spectrum, 1968

Whitney, William Dwight, *The Roots, Verb-forms, Primary Derivatives of the Sanskrit Language*. Delhi: Low Price Publications, 1995

Wick, Gerry Shishin, *The Book of Equanimity – Illuminating Classic Zen Koans*. Somerville MA: Wisdom Publications, 2005

Wittgenstein, Ludwig, *Tractatus Logico-Philosophicus*. Amsterdam: Athenaeum-Polak & Van Gennip, 1976

Wieseltier, Leon, *Kaddisj*. Amsterdam: De Bezige Bij, 1999

Wu, John C. H., *The Golden Age of Zen – Zen Masters of the T'ang Dynasty*. Bloomington: World Wisdom, 2003

Yamada Kōun Roshi, *Hekiganroku, Die Niederschrift vom blauen Fels*. München: Kösel-Verlag, 2002

Zee. A., *Quantum field theory in a nutshell*. Princeton: Princeton University Press, 2010²

Jan van Origo is mijn schrijversnaam. Tijdens zijn jeugd heeft Jan in het midden van Zuid Limburg gewoond. Na zijn studie Industrieel Ontwerpen aan de Technische Universiteit in Delft, heeft Jan in Amsterdam gewoond waar hij zijn vrouw Marieke leerde kennen. Nu leven zij bijna 30 jaren in een dorp bij Rotterdam.

Zijn werk heeft betrekking op de veiligheid van consumenten producten. Twee jaar geleden is Jan begonnen met het schrijven van de zoektocht “Wie ben jij – een verkenning van ons bestaan”.

De voortgang van de Odyssee is te volgen via de website van de uitgever.

*“Our imagination is stretched to the utmost,
not—as in fiction—to imagine
things that are not really there,
but just to comprehend those things that are there”*

- Richard Feynman

*One may say that
“the eternal mystery of the world is its
comprehensibility”.*

- Albert Einstein



Omnia – Amsterdam Uitgeverij

www.omnia-amsterdam.nl

