

LYNNE McTAGGART

DE

VERBINDING

Word je bewust van
het veld waarin je leeft

LYNNE MCTAGGART

De verbinding

Word je bewust van het veld
waarin je leeft

Tweede druk



AnkhHermes

Inhoud

| | |
|-----------|----|
| Proloog | 9 |
| Inleiding | 14 |

DEEL I:

Het superorganisme

| | | |
|---|-----------------------------|----|
| 1 | De jacht op het 'ding' | 29 |
| 2 | De meester-programmeur | 47 |
| 3 | De <i>Zeitgeber</i> | 73 |
| 4 | Gemeenschappelijke circuits | 94 |

DEEL II:

De aantrekkingskracht van heelheid

| | | |
|---|------------------------------|-----|
| 5 | Geboren om erbij te horen | 115 |
| 6 | Geboren voor overeenstemming | 135 |
| 7 | Geboren om te geven | 154 |
| 8 | Om beurten handelen | 177 |

DEEL III:

De verbinding herstellen

| | | |
|----|----------------------------|-----|
| 9 | Oog hebben voor het Geheel | 205 |
| 10 | Overgave aan heelheid | 232 |
| 11 | De nieuwe buurtgemeenschap | 262 |
| 12 | Betaal het terug! | 288 |

8 *De verbinding*

Dankwoord 306

Noten 308

Literatuur 328

Register 351

Over de auteur 364

Ten verdieping 365

Aanbevelingen 366

DEEL 1

Het superorganisme

Voor mij bestond de ziekte van onze tijd uit dit verdomde ding dat alles almaar kleiner is geworden en steeds minder belangrijk.

– Norman Mailer, *The Naked and the Dead*

De jacht op het ‘ding’

Op een werkbank met het formaat van twee SUV's hebben Graham Fleming en zijn collega's van de afdeling Chemie van de University of California in Berkeley het wetenschappelijk equivalent van een flipperkast gecreëerd. Een groot aantal precisielasers – die miljoenen lichtpulsjes in een miljardste van een seconde uitzenden – is op strategische posities geplaatst en gericht op een hindernisbaan van spiegels en glazen lenzen die zelf zijn uitgelijnd op een kleine, eenzame zwarte doos. Als de machinerie eenmaal is ingeschakeld, snelt het coherente licht dat door deze ultrasnelle lasers wordt gegenereerd, verder voort door lenzen en spiegels totdat het de inhoud van de zwarte doos verlicht: een kleine kweek van groene zwavelbacteriën. Het laserlicht bootst het zonlicht na, want deze bacteriesoort is in alle praktische opzichten in feite een plant, toegerust met het vermogen tot fotosynthese waarmee zonlicht wordt omgezet in energie voor de cellen van dit organisme.

Door onderzoek te doen naar de manier waarop zulke rudimentaire organismen zonne-energie omzetten in energie die kan worden opgeslagen hoopt Fleming, een zestigjarige Brit, het grote geheim van alle planten te ontraadselen: hun ongelooflijke efficiëntie. Niet alleen het feit dat planten dit presteren is een wonder; het wonder bestaat er vooral in dat een plant haar voordeel doet met zelfs de laatste foton die erdoor wordt opgevangen.

Zelfs de meest geavanceerde machine op aarde komt niet in de buurt van de energieproductie van planten. Iedere door mens hand gecreëerde werkzaamheid die er enigszins mee te vergelijken is, vermindert de oorspronkelijk opgevangen energie met ruim 20

procent in het proces dat een bepaalde vorm van energie omzet in een andere vorm van energie. Als wij de efficiëntie waarmee planten zonne-energie opvangen en transformeren ook maar een beetje zouden kunnen benaderen, zou heel onze toekomstige energiebehoefte voorgoed veilig zijn gesteld.

Een ander aspect van dit mysterie is meer elementair: hoe kunnen eenvoudige levensvormen als planten de zuurstof en koolhydraten van de wereld genereren door middel van een reactie die van energie wordt voorzien door de elektriciteit die in wezen een product is van zonlicht?

De sleutel tot het onderzoek van dit wonderbaarlijke proces wordt gezocht in de baan van het met energie geladen elektron in de uit eiwitten bestaande ondersteunende structuren van de cel, die de verbinding vormen tussen de exterieure 'zonnepanelen' van de plantencel, de chlorosomen (het bladgroen) die het zonlicht opvangen, en de reactiecentra in het hart van de plantencel, de microscopisch kleine krachtcentrale waarin het conversiewonder zich voltrekt.

Flemings experiment duurt slechts een minieme fractie van de tijd die wij nodig hebben voor een oogwenk. Zodra het pulserende laserlicht de eiwitten treft, worden de elektronen geactiveerd, waarna de opgewekte energie de kortste route door de minuscule eiwitstructuren van de cel naar het reactiecentrum moet zien te vinden. Volgens de conventionele fysica is dit een complexe en tijdrovende taak, omdat er vele alternatieve routes zijn, naast eindpunten die de energie van de elektronen een voor een moet opsporen en elimineren.

Wat Graham Fleming heeft ontdekt, is niets minder dan een gigantische zwakke plek in het hele gebouw van de algemeen aanvaarde biologische theorie. In plaats van een enkele route te volgen, bereikt de energie haar bestemming door verscheidene routes tegelijk uit te proberen. Pas als de laatste verbinding tot stand is gekomen en het eind van het traject is bereikt, vindt de energie – retroactief! – haar meest efficiënte route en volgt alleen deze. Het is alsof de optimale route *achterwaarts in de tijd* wordt gekozen, nadat alle mogelijkheden zijn uitgeput. Dit komt overeen met de onmogelijke

situatie waarin iemand die door een doolhof dwaalt alle mogelijke routes naar de uitgang *tegelijktijd* heeft verkend en, als hij de juiste route heeft gevonden en deze heeft gevolgd, alle sporen van zijn eerdere pogingen heeft uitgewist.

Flemings ontdekking is een volstrekt onverwacht antwoord op de vraag die hij had gesteld: planten zijn zo efficiënt omdat de energie van de energiedragers (de elektronen) in staat is meerdere posities in de ruimtetijd te bezetten. *Ze is non-lokaal.*

Flemings onderzoek behoort tot de eerste voorzichtige verkenningen in het domein van wat al de 'kwantumbiologie' wordt genoemd. Hij heeft het eerste bewijs geleverd dat aards leven wordt gedreven door de wetten van de kwantumfysica. Zijn experiment is noodzakelijkerwijs grof. Hij gebruikt het licht van lasers in plaats van echt zonlicht en het onderzoek wordt gedaan bij een temperatuur van 70 Kelvin ($-203\text{ }^{\circ}\text{C}$), een omgevingstemperatuur waarin de meeste planten niet in leven kunnen blijven.

Niettemin realiseert Fleming zich – dankzij zijn achtergrond in het domein van de fysica en dat van de chemie – het enorme belang van het fenomeen waarvan hij getuige is geweest. Zoals de grondleggers van de kwantumtheorie, de Deense fysicus Niels Bohr en zijn briljante Duitse protégé Werner Heisenberg, in het eerste deel van de 20^e eeuw hebben ontdekt, bestaan subatomaire deeltjes als elektronen en fotonen in feite *nog niet*. Atomen zijn geen miniatuurzonnestelsels, bestaande uit minuscule biljartballen. Het atoom is eerder een vaag wolkje van mogelijkheden. Deze wolkjes bestaan op vele plaatsen tegelijk, in een toestand van zuiver *potentieel* – fysici noemen het bij voorkeur 'superpositie': de som van alle mogelijkheden. Een subatomair deeltje zoals dat in Flemings zwavelbacteriën 'experimenteert' in essentie met al deze mogelijke routes tegelijk voordat het de optimale route naar het reactiecentrum volgt.

Een van de conclusies van de theorie van Niels Bohr en Werner Heisenberg, bekend geworden als de 'Copenhagen Interpretation' – genoemd naar de Deense hoofdstad waarin deze fysici de onontkoombare gevolgtrekkingen uit hun wiskundige ontdekkingen formuleerden – is het 'onzekerheidsprincipe', het feit dat we nooit alles

van een subatomair deeltje kunnen weten. Als je bijvoorbeeld meet waar het zich bevindt, is het niet mogelijk tegelijkertijd te bepalen welke baan het volgt, of welke snelheid het heeft. Bohr en Heisenberg onderkenden dat een kwantumdeeltje enerzijds als een vast ding of kogelachtige massa kan bestaan en anderzijds als een 'golf-functie', een grote, uitgesmeerde regio in de ruimtetijd waarin het deeltje iedere plaats kan bezetten.

In de kwantumtoestand existeert een deeltje als een verzameling van alle mogelijke toekomstige zelve tegelijkertijd, als een keten van tot in het oneindige herhaalde papieren poppen. Met andere woorden, het elektron existeert 'waarschijnlijk', totdat een wetenschapper het 'vangt' door het te meten: op dat moment vervalt het geheel van mogelijke zelve (de golf-functie) tot een deeltje en floept het elektron in een waarneembare zijnstoestand.

Als de resultaten van Flemings experiment zijn geverifieerd – andere onderzoekers hebben het experiment inmiddels met succes uitgevoerd met echte planten en bij kamertemperatuur! – kan dit alleen betekenen dat het meest fundamentele proces van het universum – het proces dat verantwoordelijk is voor alle leven op aarde – op gang wordt gehouden door een mechanisme dat feitelijk helemaal niets is, dat wil zeggen, niets volgens onze gangbare definitie van een 'ding'. Het elektron dat fotosynthese mogelijk maakt, is een soort 'dwaallichtje' dat zich nooit nauwkeurig zal laten lokaliseren of meten.¹ Flemings experiment heeft tevens een nog veel grotere mogelijkheid 'aan het licht gebracht', namelijk dat alle leven is voortgebracht en in stand wordt gehouden door iets dat zo on-grijpbaar is dat we misschien nooit in staat zullen zijn de aard ervan te identificeren, laat staan het nauwkeurig te lokaliseren.

Hoewel de implicaties van Flemings ontdekking revolutionair zijn, is het voor kwantumfysici geen echte openbaring. Al heel wat onderzoekers in deze tak van wetenschap hebben vergeefs gezocht naar *het ding*: het kleinste ding dat alle overige dingen in het universum creëert. Alle moderne veronderstellingen over ons fysische universum stelen op het geloof dat het leven uit 'dingen' is opgebouwd en dat deze 'dingen' zelf weer bestaan uit kleinere dingen,

met de conclusie dat we grote dingen kunnen doorgronden door kleine dingen op te sporen en te benoemen.

Al sinds de islamitische natuurkundige Aboe Ali al-Hasan ibn al-Haytham (965-ca. 1040, in Europa bekend als Alhazen) de wetenschappelijke methode ontwikkelde, ruim duizend jaar geleden, hebben wetenschappers geprobeerd het universum te ontrafelen als een immens apparaat om de componenten ervan te onderzoeken. De afgelopen honderd jaar hebben zij zich vooral beziggehouden met pogingen tot het lokaliseren van de kleinste bouwstenen ervan. In 1909 creëerden een Nieuw-Zeelandse scheikundige, de Nobelprijdrager Ernest Rutherford, en zijn collega's van de University of Manchester het Rutherford-model van het atoom – een minuscuul zonnestelsel van keurig geordende elektronen – nadat zij een deeltje hadden ontdekt waarvan zij aanvankelijk geloofden dat het er de 'zon' van was, de atoomkern of nucleus. Rutherfords atoommodel liep een deukje op toen een collega van Cambridge, de Britse fysicus James Chadwick, een nog kleiner deeltje binnen de kern van het atoom ontdekte: het neutron.

Chadwick poneerde dat de samenstellende deeltjes van het atoom – protonen, elektronen en neutronen – de allerkleinste bouwstenen van het universum waren, totdat werd ontdekt dat er zich – als bij een Russische matroesjkapop – binnen deze deeltjes nóg kleinere deeltjes bevonden.

In 1969 kon de fysica zichzelf kortstondig gelukwensen toen onderzoekers dachten het meest essentiële van alle elementen in het universum te hebben gevonden: de quark. Totdat er in de decennia daarna nog een hele verzameling andere deeltjes werd gevonden of gepostuleerd: muonen en tauonen, positronen en gravitonen, deeltjes met en deeltjes zonder kracht, tau-neutrino's, upsilondeeltjes en, de meest recente ontdekkingen, skyrmionen, goldstino's, dyonen, pomeronen en luxonen plus sterk interactieve 'composietdeeltjes' als hadronen – om maar te zwijgen van hypothetische deeltjes die voortkomen uit theorieën over supersymmetrie.

Om een logisch overzicht van al deze deeltjes te creëren, produceerden fysici het Standaardmodel, de 'Steen van Rosetta' van de moderne deeltjesfysica. Hierin zijn honderden variëteiten van deeltjes

en hun onvoorstelbaar complexe wisselwerkingen ondergebracht in drie families, met hun fundamentele interacties en karakters: zes soorten quarks, zes leptonen en een collectie bosonen of 'krachtdragende' deeltjes waartoe ook de kleinste lichtdeeltjes (fotonen) behoren; voorts gluonen, die soms ook zwakke bosonen worden genoemd, plus gravitonen en het higgs-boson (ook higgs-deeltje). Van de twee laatstgenoemde categorieën wordt het bestaan aangenomen, hoewel ze nooit zijn waargenomen.

Hoe elegant het Standaardmodel als theorie ook mag zijn – het stelt onderzoekers in staat al deze verschillende deeltjes te reduceren tot een soort wiskundig steno – nog geen enkele fysicus is in staat geweest één enkele structuur te isoleren en dan met zekerheid te verklaren dat dit de kleinste bouwsteen van het universum is, de definitieve individuele entiteit waaruit ons hele universum is opgebouwd. Het merendeel van de tientallen deeltjes die na de Tweede Wereldoorlog zijn ontdekt wordt niet langer als elementair beschouwd. In plaats daarvan worden ze gezien als composietdeeltjes; in feite houden fysici er rekening mee dat het wellicht nooit mogelijk zal zijn te bewijzen dat deze composietdeeltjes in hun samenstellende delen kunnen worden ontleed.

Fysici *veronderstellen* dat bepaalde deeltjes meer elementair zijn dan andere. Quarks zouden in die visie meer elementair zijn dan, laten we zeggen, nucleonen of pionen. Desondanks riep een Amerikaanse Nobelprijdrager, deeltjesfysicus Steven Weinberg, eens klagend uit: 'We kunnen niet eens definitieve conclusies trekken over de elementaire aard van quarks en gluonen zelf!'²

Kortom, de wetenschappers hebben zich – in de vorm van de op het Standaardmodel gebaseerde theorie – tevredengesteld met een wazige benadering die wellicht even weinig van doen heeft met de uiteindelijke waarheid van het leven als een cyborg (amalgam van mens en machine) met een menselijk wezen. Het Standaardmodel zal waarschijnlijk slechts een vage benadering blijken te zijn, om te komen tot een meer fundamentele theorie die zich zal aandienen nadat de wetenschap deeltjesversnellers heeft geconstrueerd die met hogere energievormen werken. Op dat moment zal misschien worden ontdekt dat zelfs het kleinste van al deze deeltjes in feite

niet de kleinste Russische matroesjkapop is, maar zelf ook een pop met nog meer poppen erin.

Eén reden voor deze aanhoudende moeilijkheid bij pogingen om de kleinste bouwsteen van het universum te ontdekken, zou het eenvoudige feit kunnen zijn dat niets – op de keper beschouwd – op zichzelf kan bestaan. Hoewel we gewoon zijn materie als vast en definieerbaar te zien, kunnen we er niet omheen dat materie zich niet laat reduceren tot iets concreets. Zelfs het kleinste materiedeeltje zal misschien onmogelijk te isoleren zijn van zijn burens: je kunt er geen hek omheen zetten en definitief beweren dat *hier* het begin ervan is en *daar* het eind. Bij alles wat kleiner is dan een atoom kunnen we er onmogelijk achter komen of een subatomair iets op zichzelf bestaat, of als een compositie van kleinere deeltjes.

Hoe dieper fysici in de wereld doordringen, des te meer komen zij tot de ontdekking hoezeer alles afhankelijk is van alles en in laatste instantie niet van de rest kan worden gescheiden. Werner Heisenberg omschreef dit feit als 'de belangrijkste experimentele ontdekking van de afgelopen vijftig jaar'. Hij heeft er ook op gewezen dat zelfs de vraag 'Waar bestaan deeltjes uit?' geen rationele betekenis meer heeft. 'Een proton zou bijvoorbeeld kunnen bestaan uit een neutron en een pion, of uit een lambda-hyperon en een kaon, of uit twee nucleonen en een anti-nucleon; het zou het eenvoudigst zijn te zeggen dat een proton slechts bestaat uit continue materie – en al deze uitspraken zijn even correct of even onjuist. *Het verschil tussen elementaire deeltjes en composietdeeltjes is daarom in feite verdwenen.*'³ Alleen al het woord 'deeltje' – dat een afzonderlijke, grijpbare realiteit suggereert – is een verkeerde benaming. Als deeltjesfysici doordringen in de diepste domeinen van de materie, is er niet echt iets! Hoewel Rutherford's atoommodel op scholen nog steeds wordt onderwezen als een natuurkundig gegeven, zodat atomen worden weergegeven als een geheel van kleine, perfect ronde biljartballetjes die netjes banen beschrijven rond een centrale kern, lijken subatomaire deeltjes meer op een minuscuul energieveld – een ijl vibrerend, ongrijpbaar pufje van helemaal niets.

Vlatko Vedral, hoogleraar kwantumfysica in Oxford, heeft eens

opgemerkt dat het juist zou zijn te zeggen dat een deeltje een excitatie is van een golf, een opwindingstoestand van energie, of een minuscule verdichting van energie in een groter energieveld. We zouden het ons kunnen voorstellen als een knoop in een eind touw. Steven Weinberg voegt hieraan toe: 'Wij zullen de vraag welke deeltjes elementair zijn niet definitief kunnen beantwoorden voordat we een definitieve theorie over kracht en materie hebben. Zolang we zo'n theorie ontberen, zullen we vermoedelijk ontdekken dat de elementaire fysische structuren helemaal geen deeltjes zijn.'⁴

Hoewel we alles in het universum plegen te classificeren als afzonderlijk en individueel, kan er op het meest rudimentaire niveau geen 'individualiteit' bestaan.

De wereld is dank verschuldigd aan Werner Heisenbergs tere immuunsysteem en de neiging van zijn lichaam tot uitzonderlijk hoge histaminespiegels. Gedwongen door een hevige aanval van hooikoorts vluchtte Heisenberg naar het grootste van de twee rotsachtige eilanden van Helgoland voor de noordwestkust van Duitsland. De naam 'Heiligland' is een erkenning van het daar heersende uitzonderlijk zachte klimaat – een meteorologische gril in de Noordzee. In het ongestructureerde landschap zijn pollen vrijwel afwezig. Toen hij eenmaal weer vrij kon ademen, kon Heisenberg ook in alle rust nadenken over de vele raadsels die door de nieuwe ontdekkingen over de kwantumstructuur van materie waren opgeworpen. Hij en Niels Bohr hadden tijdens hun urenlange wandelingen door de bergen nabij Bohrs huis in Kopenhagen gediscussieerd over het onverenigbare van deze nieuwe ideeën met de bestaande fysische theorie en Heisenberg had zich vele uren het hoofd gebroken over mogelijkheden om deze twee grootheden toch met elkaar te verzoenen. Nu hij op dit boomloze eiland door niets werd afgeleid, kon hij eindelijk de elegante wiskundige vergelijkingen van de matrixvoorstelling in de kwantummechanica uitwerken, waarmee definitief een eind werd gemaakt aan de noodzaak om de nieuwe ontdekkingen over kwantumdeeltjes te verzoenen met de klassieke mechanica.

Heisenbergs ideeën kwamen neer op een doodeenvoudige waarheid: iedere theorie over het fysisch universum kon enkel en alleen

betrekking hebben op wat feitelijk experimenteel werd waargenomen. Hij had een streep gehaald door alle bedachte veronderstellingen over subatomaire deeltjes, zoals het idee dat ze als planeten rond een centrale zon zouden cirkelen. In plaats van te werken met afzonderlijke getallen, speelde Heisenberg met getallenclusters als vertegenwoordigers van het spectrum van toestanden waarin een subatomaire entiteit kan verkeren. Op deze manier vond hij uiteindelijk een wiskundige methode voor het weergeven van de uiterst vreemde schemertoestand van deeltjes in de kwantumwereld.

Na zijn terugkeer op het vasteland legde Heisenberg zijn werk voor aan Bohr en zijn andere mentor, de fysicus Max Born, die hem hielpen het allemaal te formuleren tot de eerste consistente kwantumfysische theorie.

Heisenberg brak zich nog wel het hoofd over een vreemd aspect van zijn vergelijkingen, die voor het overige zo geslaagd waren. Anders dan in de normale algebra was $x + y$ niet gelijk aan $y + x$. Een jaar later ging hij over tot het formuleren van zijn onzekerheidsprincipe – *Ungenauigheid* in zijn moedertaal – dat in feite de schokkende propositie impliceert dat materie in laatste instantie onkenbaar is. Door zich te beperken tot de zuiverheid van wiskunde had hij een manier ontdekt om iets aan te tonen dat bij hemzelf en Bohr was gaan dagen. Zij hadden over de stoffelijke wereld iets ontdekt dat zo contra-intuïtief en bizar was dat zelfs veel moderne fysici, doordrongen als ze zijn van de newtoniaanse fysica, er moeite mee hebben het te accepteren: er is niet zoiets als een 'ding'. Er is geen concrete werkelijkheid; er is alleen *tussenruimte*: de onverbreekelijke verbondenheid van alles met alles.

Sinds de geboorte van de kwantumfysica hebben fysici zich gedwongen gevoeld nieuwe theorieën te blijven bedenken, zoals de snaartheorie en de theorie over multidimensionale universums, omdat de logica ervan nog altijd verbijsterend is, ook al klopt het wiskundig allemaal als een bus. Niettemin hebben moderne kwantumfysici iets bewezen wat Heisenberg al intuïtief op het spoor was: materie is niets dan een relatie; $x + y$ staat in zekere zin voor een onverbreekelijke *samenhang* tussen twee onbepaalde dingen die niet op zichzelf kunnen bestaan. Of zoals Heisenberg met zijn wijsgerige

inslag kort en bondig opmerkte, nadat hij vergeefs had geprobeerd de onzekerheid in de kwantumwereld te boven te komen: 'In beginsel kunnen wij het heden niet tot in alle details doorgronden.'⁵

Later scherpte Heisenberg zijn theorieën aan tot wat nu bekend is als de 'kwantumveldtheorie'. Hij had namelijk ontdekt dat de subatomaire deeltjes in ons meest fundamentele bestaansdomein niet alleen geen definieerbaar iets waren, maar dat ze bovendien geen moment hetzelfde bleven. De 'kleine dingen' waaruit grote dingen in het universum bestaan, blijven geen moment gelijk, maar veranderen voortdurend. *Alle* subatomaire deeltjes wisselen aan de lopende band informatie uit met hun omgeving en worden in een dynamisch proces steeds anders geordend. Het universum bevat een onnoemelijk aantal vibrerende energiepakketjes die voortdurend energie uitwisselen, alsof ze deelnemen aan een oneindig balspel met een kwantumzee van licht. Feitelijk zijn ze er niet constant, want ze duiken om de haverklap op in het bestaan en verdwijnen weer. Ze laten zich heel even zien voordat ze weer onderduiken in het energieveld waaruit ze voortkomen.

De wisselwerking van alle elementaire deeltjes verloopt via 'virtuele' kwantumdeeltjes, zo genoemd omdat ze van tijdelijke aard zijn. Deze deeltjes vormen in een mum van tijd combinaties met elkaar en elimineren elkaar weer. Bovendien heeft ieder soort deeltje een 'schaduwzelf' in de vorm van antimaterie: een antideeltje dat zich exact zo gedraagt als de 'positieve' pendant ervan, behalve dan dat het een tegengestelde lading heeft. Voor iedere quark is er een antiquark, voor elk elektron een positron. Wanneer ze elkaar ooit ontmoeten, vormen ze eenvoudigweg een koppel, waarbij de oppervlakkige verschijning van een entiteit terugkeert tot onbepaalde, niet-gespecificeerde energie.

Al deze heen-en-weerbewegingen van virtuele deeltjes – te vergelijken met twee mensen die om beurten voortdurend exact hetzelfde geldbedrag opnemen van een bank of het weer storten – worden collectief betiteld als het *veld van nulpuntenergie*. Het adjectief 'nulpunt' verwijst ernaar dat deze minuscule fluctuaties zelfs bij het absolute nulpunt van $-273,15$ °C (= 0 Kelvin), een temperatuur waar-

bij alle materie in theorie ophoudt te bewegen, toch nog detecteerbaar zijn. Zelfs in de koudste uithoeken van het universum komt de subatomaire materie nooit tot stilstand, maar blijft ze deze subtiele energietango dansen.⁶

De meest elementaire ingrediënten van de natuur zijn pakketjes energie die niet te onderscheiden zijn van het veld eromheen. Volgens de kwantumveldtheorie zijn deze individuele entiteiten vluchtig en immaterieel, waardoor deeltjes niet te scheiden zijn van de lege ruimte eromheen. Hoewel jij op elk gegeven moment dezelfde lijkt te zijn, vorm je bij iedere ademtocht een volledig nieuw brouwsel van subatomaire energie.

In plaats van te spreken over een verzameling afzonderlijke 'dingen' die in lege ruimte door elkaar heen buitelen, is het juist te zeggen dat fundamentele materie eenvoudigweg een relatie is tussen twee onbepaalde dingen: deeltjesenergie die wordt uitgewisseld met andere deeltjesenergie en met de energie van het achtergrondveld. Feitelijk is het de connectie tussen deze nietige deeltjes enerzijds en het achtergrondveld anderzijds die alles voortbrengt wat wij 'materie' plegen te noemen. Kortom, alle materie is afhankelijk van een verbinding met dit meest fundamentele van alle energievelden als zij een schijn van een vaste, stabiele substantie wil aannemen.

Hal E. Puthoff, directeur van het Institute for Advanced Studies te Austin (Texas), en zijn collega's hebben aangetoond dat deze tweezijdige uitwisseling van alle subatomaire materie met het nul-puntenergieveld (het Veld) verantwoordelijk is voor de stabiliteit van het waterstofatoom. Dit impliceert dat ze ook de stabiliteit van alle overige materie garandeert.⁷ Zonder deze constante energie-uitwisseling met het Veld zouden de elektronen in de atomen van alle dingen uit hun baan worden geslingerd en in botsing komen met de atoomkern zelf. In dat geval zou alle materie eenvoudigweg imploderen.

Bovendien heeft Puthoff aangetoond dat deze relatie ons gevoel creëert dat een object 'massa' of dichtheid bezit.⁸ In een baanbrekende verhandeling betoogden hij en zijn collega's dat inertie – de eigenschap van objecten om op hun plaats te blijven en zich moeilijk

in beweging te laten brengen, terwijl ze, als ze eenmaal in beweging zijn, zich dan weer moeilijk laten stoppen – eigenlijk een remmende kracht of weerstand van het Veld is, zodat het Veld de versnelling tegenwerkt. Hoe groter het object is, des te meer deeltjes het bevat en des te sterker het wordt vastgehouden door het Veld. De ‘veldweerstand’ van dat object geeft ons de indruk dat het object massa heeft, maar in de ogen van deze fysici is massa domweg energie die zich vastklampt aan andere energie. Steeds als we tegen een object duwen of als het probeert zich te verplaatsen, wordt de wisselwerking tussen de deeltjes – de energievibratie – van die massa vastgehouden door het Veld, waardoor wij de illusoire indruk krijgen dat het object een vaste vorm bezit.

Dit alles komt in wezen neer op het inzicht dat alles wat wij een object noemen, hoe groot en hoe zwaar het ook is, eigenlijk een verzameling elektrische ladingen is die een wisselwerking met andere energie onderhouden. De meest basale eigenschap van materie, de illusie van een ‘massief’ iets, moet volledig worden toegeschreven aan de samenhang tussen subatomaire deeltjes en het achtergrondveld van energie, het Veld.⁹ Een subatomair ‘deeltje’ is eenvoudigweg het zoeken naar een connectie in de ruimte tussen een immens energieweb en een minuscuul energiepakketje. Jij bent, mét alles om je heen, eenvoudigweg een verzameling geladen energieveldjes die in verbinding staan met elkaar en met het Veld.

Inmiddels is ook begrepen dat deze energieveldjes meestal geneigd zijn zich als een ondeelbaar collectief te gedragen. Een andere vreemde eigenschap van de kwantumfysica wordt *non-lokaliteit* genoemd, een andere term voor ‘verstrengeling’: een begrip met de dichterlijke connotatie dat deeltjes die ooit met elkaar in contact zijn geweest gedoemd zijn tot ondeelbaarheid, als smoorverliefde partners die misschien door omstandigheden gedwongen zijn uiteen te gaan, maar toch voorgoed mentaal en emotioneel met elkaar verbonden blijven. Niels Bohr ontdekte dat, zodra subatomaire deeltjes als elektronen en fotonen eenmaal met elkaar in aanraking komen, ze zich van elkaar bewust blijven en voor altijd onmiddellijk door elkaar worden beïnvloed. Dit gebeurt zonder aanwijsbare redenen en de verbondenheid blijft intact, ongeacht alle verschillen in

afstand én tijd, ondanks het feit dat er geen kracht of energie aan te pas komt, factoren die fysici gewoonlijk zien als voorwaarden voor beïnvloeding van het ene ding door het andere. De deeltjes zijn *verstrengeld* als een Siamese tweeling.

Bij verstrengeling wordt het gedrag van het ene deeltje altijd 'gespiegeld' door het andere deeltje – en wel in dezelfde richting, of in een tegengestelde richting, ongeacht hoe ver ze van elkaar verwijderd zijn. Ze blijven continu met elkaar in gesprek en alles wat het ene deeltje overkomt is identiek óf tegengesteld aan wat er met het andere deeltje gebeurt.

Verstrengelde deeltjes komen dikwijls in een toestand van 'coherentie' met elkaar, waarin ze hun individuele karakter verliezen en zich als één grote golf gedragen. Hoewel de beide subatomaire deeltjes een zekere mate van individualiteit behouden – als de musici in een orkest – is iedere poging om ze van elkaar te scheiden tot mislukken gedoemd, want alles wat het ene 'individu' overkomt, beïnvloedt het hele 'orkest', zodat een gedraging van dat individu door de *groep* wordt bepaald. Ze zijn zo onlosmakelijk met elkaar verstrengeld dat het niet mogelijk is ze van elkaar te onderscheiden. Pionierende fysici hebben bewijzen gezien van dit coherentiefenomeen: de subatomaire deeltjes die levende organismen uitzenden (mensen inclusief!) blijken in hoge mate coherent te zijn. Dit leidt tot de conclusie dat onze subatomaire structuur bestaat uit deeltjes die slechts als een collectief bestaan, zodat ze onmogelijk van elkaar te onderscheiden zijn.

Het nuchtere gezicht van John Archibald Wheeler, die enigszins leek op een kalende Richard Nixon, was tot aan zijn dood in 2008 niet te rijmen met zijn welhaast roekeloos speculatieve innerlijk leven. Het was Wheeler, ook een beschermeling van Niels Bohr, die de theorie over kernsplitsing heeft ontwikkeld. Hij kwam op het idee dat uranium-235 zich leende voor het maken van een atoombom, ruim voordat dit in de Tweede Wereldoorlog de missie werd van het Manhattan Project in Los Alamos. Ook was Wheeler degene die ontdekte dat Einsteins ruimtetijd eigenlijk een 'ziedend kwantumschuim' was en die, met zijn talent voor het bedenken van pakkende frasen,

termen bedacht als ‘zwarte gaten’ en ‘wormgaten’. Wheeler fungeerde als een van Einsteins grootste voorvechters door diens algemene relativiteitstheorie te promoten. Samen met Einstein zwoegde hij vergeefs aan de taak deze te herleiden tot een verenigde veldtheorie. Desondanks bleef Wheeler ervan overtuigd dat het universum daartoe kon worden herleid: het zou moeten kunnen worden voorgesteld als een wiskundige lijn en uiteindelijk zelfs volledig te herleiden zijn tot informatie. Om die gedachte te verbreiden bedacht hij de pakkende term *it from bit*. ‘Elk deeltje,’ zei hij, ‘elk krachtveld en zelfs het ruimtetijdcontinuüm zelf is het product van “ja of nee”-antwoorden – van binaire keuzes of “bits”.’¹⁰

Wheeler's meest geruchtmakende speculatie was een poging om het grootste raadsel uit de kwantumfysica te doorgronden. De pioniers in die discipline hadden met hun experimenten aangetoond dat de enige factor die een potentieel iets van een subatomair deeltje schijnt te transformeren tot iets concreets en meetbaars, de tussenkomst van een waarnemer was. Als een wetenschapper probeerde een subatomair deeltje wat nader te bekijken door het te meten, ‘verviel’ de subatomaire entiteit die tot dan toe als zuiver potentieel existeerde tot een specifieke zijnstoestand.

De constatering dat een subatomair deeltje alleen een vaste zijnstoestand aanneemt als het wordt waargenomen of gemeten, confronteerde veel wetenschappers met een verbijsterende mogelijkheid: op de een of andere manier is het de activiteit van de onderzoeker zelf – of beter gezegd, de rol van ons bewustzijn – die de kleinste elementen in het subatomaire domein tot iets concreets transformeert! Dit betekent dat het universum in feite een soort joint venture is van het waarnemend bewustzijn en het waargenomenen zelf: de waarnemer moet eraan te pas komen om het waargenomenen ‘in aanschijn te roepen’.

Wheeler wilde dit fenomeen beproeven met een variatie op het beroemde kwantumfysische experiment met twee spleten, een klassieke proef met licht die door de Britse fysicus Thomas Young in de 19^e eeuw was gedaan. Bij dit experiment wordt een bundel wit licht door een smalle spleet in een kartonnen scherm geprojecteerd, waarna het licht door twee spleten in een tweede

scherm dringt voordat het een derde (blind) scherm bereikt. Het licht dat door de twee spleten valt, vormt een zebra patroon van lichte en donkere banden op het derde scherm. Als licht niet meer was dan een stroom fotonen, zouden de twee helderste vlekken zich recht achter de twee spleten in het tweede scherm moeten bevinden, als een patroon van afzonderlijke deeltjes.

Dat is niet het geval. Het helderste deel van het patroon ligt halverwege tussen de twee spleten, als gevolg van de gecombineerde amplitude van lichtgolven die het sterkst met elkaar interfereren. Als twee golven tegelijkertijd hun pieken en dalen bereiken en elkaar raken, wordt het gecombineerde signaal van de elkaar overlappende golven intenser, zodat het licht sterker wordt. Als echter de ene golf een dal bereikt en de andere golf op datzelfde moment een piek, gebeurt exact het tegendeel: ze annuleren elkaar, met totale duisternis als gevolg. Nadat Young getuige was geweest van dit fenomeen, begreep hij als eerste dat licht dat door de twee spleten wordt geprojecteerd zich in elkaar overlappende golven spreidt.

Een moderne variant op dit experiment vuurt enkele fotonen door de dubbele spleet met gebruikmaking van een instrument dat bekend is als een interferometer (een toestel voor het meten van kleine golflengteverschillen via interferentieverschijnselen). Ook nu projecteren deze enkele (!) fotonen een zebra patroon op het scherm. Dit bewijst dat zelfs afzonderlijke pakketjes lichtenergie zich als een gespreide golf met een grote invloedssfeer verplaatsen. Fysici zagen het resultaat van Youngs experiment als een bewijs dat *afzonderlijke* kwantum-eenheden (als fotonen) zich als een golf gedragen en door *beide spleten tegelijk* gaan. Aangezien er ten minste twee golven nodig zijn voor het creëren van dergelijke interferentiepatronen, impliceert het resultaat van de proef dat het foton op mysterieuze manier door beide spleten tegelijk kan gaan, om vervolgens te interfereren met zichzelf als het zich 'herenigt'.

Er zit echter een addertje onder het experimentele gras. Als namelijk de proefopstelling is uitgerust met een deeltjesdetector die tot taak heeft vast te stellen door welke spleet het foton is gegaan, valt het resultaat van de proef heel anders uit! In plaats van een

interferentiepatroon ontstaat er een duidelijk begrensd deeltjespatroon op het scherm.

Met andere woorden, als de deeltjesdetector aan staat, heeft dit apparaat de taak van waarnemer op zich genomen. Zodra het foton door de detector is 'waargenomen', gedraagt het zich als een vast deeltje in plaats van als een gespreide, niet-gestolde golf. De golf 'vervalt' tot een enkele entiteit en dringt als zodanig door slechts een van de twee spleten, zodat het traject ervan kan worden geregistreerd.

In 1978 brak Wheeler zich het hoofd over de betekenis van dit experiment – waarin de nadruk leek te liggen op de vraag of het foton wel of niet werd gedetecteerd – en vroeg hij zich af of de tijdsfactor wellicht van belang kon zijn: deed het er iets toe op welk punt het foton wordt waargenomen c.q. gemeten?

Als wetenschappelijke onderzoekers een hypothese willen toetsen, gaan ze soms eerst over tot een 'gedachte-experiment'. Ze maken zich in gedachten een voorstelling van een proef en werken die uit in de zuivere taal van de wiskunde. In essentie wordt aangetoond dat het experiment werkt, of niet, op grond van louter wiskunde, niet op grond van de werkelijkheid. Om de tijdsfactor in zijn fotonexperiment te testen, ontwierp Wheeler een inmiddels beroemd gedachte-experiment dat bekend is als het *Delayed Choice Experiment*. Hierbij wordt de deeltjesdetector vertraagd, zodat het traject van het foton pas wordt gedetecteerd *nadat* het de spleten is gepasseerd.

Stel je een foton voor dat al door de spleten is geschoten en op weg is naar het projectiescherm. Het foton kan kiezen uit drie mogelijke routes: de linkerspleet, de rechterspleet of beide spleten tegelijk. In dit stadium weten we niet welke route het heeft genomen.

Stel nu, zo bedacht Wheeler, dat er in de proefopstelling een uiterst mobiel detectiescherm wordt opgenomen dat op dat moment kan worden verwijderd of op zijn plaats kan worden gelaten. Zodra het scherm is verwijderd, komen er twee telescopen vrij, die elk op een van de spleten zijn gericht. Deze telescopen zouden een minieme lichtflits kunnen zien en registreren op het moment dat het foton door een van de spleten schiet: op die manier zou het traject van het

foton via de linker- óf de rechterspleet kunnen worden gedetecteerd.

Bij dit experiment heeft de waarnemer zijn 'keuze uitgesteld': het besluit om het traject van het foton wel of niet (via de beide telescopen) te registreren, *nadat* het foton geacht wordt te hebben gekozen om door de ene óf de andere spleet (of allebei) te schieten.

Volgens Wheelers berekeningen zou het traject van het foton volledig afhankelijk zijn van de vraag of het wel of niet werd 'waargenomen'. Als het detectiescherm wordt verwijderd en de telescopen het traject van het foton registreren (ook nadat het de spleten al is gepasseerd) zou dat een distributiepatroon moeten opleveren dat identiek is aan het patroon dat ontstaat als een deeltje door de linker- óf de rechterspleet schiet (maar niet door beide spleten). Wanneer het scherm op zijn plaats blijft, blijft het foton in de toestand van superpositie (het potentieel van alle mogelijkheden) en zal het door beide spleten schieten.

Het opmerkelijke aspect van dit experiment is, dat tijd er niets toe doet. Zelfs nadat het foton door een of door beide spleten is gegaan, is zowel de aanwezigheid als de afwezigheid van het detectiescherm bepalend voor het eindresultaat.¹¹

Anders gezegd: dit resultaat van Wheelers experiment wil zeggen dat de waarneming – *zelfs achteraf!* – bepalend is voor het resultaat. De waarnemer (of zijn instrument) bepaalt volledig of het waargenomen op een gegeven tijdstip 'in existentie' wordt geroepen.

Wheelers protégé, de fysicus Richard Feynman, merkte over de centrale rol van de waarnemer in de kwantumfysica op: 'Het is een mysterie dat onverklaarbaar blijft.' Inderdaad bleef ook Wheelers experiment zelf een mysterie tot in 2007, toen Jean-François Roch en zijn collega's van de Ecole Normale Supérieure in Cachan (Frankrijk) een bruikbare methode voor het uitvoeren van zijn *Delayed Choice Experiment* uitwerkten en erin slaagden te bewijzen dat de ideeën die Wheeler ruim dertig jaar eerder had geformuleerd juist waren.¹²

In 2006, twee jaar voor zijn dood, had Wheeler opgemerkt: 'Wij participeren in het scheppen van niet alleen het hier-en-nu, maar ook het verre verleden en de verre toekomst.'¹³ Met zijn vruchtbare

imaginatie had hij zich zelfs al heel het universum voorgesteld als één immense waarschijnlijkheidsgolf die slechts wachtte op waarneming om tot werkelijkheid te vervallen.

Op grond van dit bewijs zullen we onszelf een fundamentele vraag moeten stellen: Als kwantumiteiten – die onmogelijk van elkaar te scheiden zijn – al onze basale levensprocessen op gang houden, bestaat er dan *überhaupt* wel ‘iets’ op zichzelf?

In de subatomaire wereld kan materie uitsluitend binnen een complex, eeuwig ondeelbaar weefsel van samenhangen worden begrepen, maar nooit als een opzichzelfstaand iets. Het leven bestaat op grond van een fundamentele tweedeling (dualiteit): een veelvoud van invloeden en zijnstoestanden. Het is een op samenwerking stoelend deelgenootschap. In zijn elementairste vorm is fysische materie niet alleen *nog niets*, maar blijft het iets onbepaalds totdat ons individuele bewustzijn zich erop richt. Zodra we een elektron waarnemen of meten, is dat bepalend voor de definitieve toestand ervan.

De meest onschendbare van alle samenhangen zou weleens de relatie tussen enerzijds materie en anderzijds waarnemend bewustzijn kunnen zijn. Wat materie uiteindelijk reëel maakt, is de bijna alchemistische verbondenheid tussen de waarnemer en het waargenomen. Er is niet zoiets als ‘wij’ en ‘zij’, er is alleen een transformerend ‘wij’. Met iedere ademtocht co-creëren we de wereld.

We kunnen de elementairste deeltjes van ons universum niet ontdekken, hoe goed we ook zoeken, want ze bestaan alleen in verbondenheid met andere deeltjes. De kwantumfysici blijven vergeefs jacht maken op ‘het ding’, hoewel zij het veranderen, juist doordat zij ernaar zoeken. Het leven ligt niet besloten in een ding, maar in de verbinding, in de ruimte tussen twee dingen: tussen subatomaire deeltjes, tussen deeltjes en het achtergrondveld (het Veld), en tussen bewustzijn en materie, tussen geest en stof. Feitelijk is dit zelfs, zoals biologen nu hebben ontdekt, exact de manier waarop wijzelf zijn en worden gemaakt. Jij en ik zijn scheppingen die volledig voortkomen uit onze wisselwerking met het universum.