

De val van spiegelsymmetrie

Lange tijd hebben fysici gedacht dat de wereld die je in een spiegel ziet niet te onderscheiden zou zijn van de echte wereld. De kosmos waarin we leven zou spiegelsymmetrisch zijn. Voor levende materie geldt dit echter niet. Ons DNA bestaat uit linksdraaiende aminozuren en rechtsdraaiende suikers. Het leven op aarde koestert asymmetrie. Waarom zou de wereld van elementaire deeltjes dan wel spiegelsymmetrisch zijn? In januari 1957 bleek bij processen van radioactief verval de pariteit of spiegelsymmetrie niet behouden te zijn. Theoretisch fysicus Wolfgang Pauli kreeg daarop twee dromen die aangeven dat er achter de val van pariteit geheimen schuilgaan die nog steeds niet zijn begrepen.

Een spiegel verwisselt links en rechts. Die verwisseling heet in de natuurkunde een transformatie. De transformatie die links en rechts verwisselt wordt in de natuurkunde aangegeven door de hoofdletter P van pariteit. Pariteit is een ander woord voor spiegelsymmetrie. Er zijn meerdere transformaties van belang in de wereld van elementaire deeltjes. Als je bijvoorbeeld denkbeeldig negatieve elektrische lading vervangt door positieve elektrische lading en positieve door negatieve, dan voer je een transformatie uit die ladingsconjugatie heet en door de hoofdletter C (van het Engelse 'charge' – lading) wordt aangeduid. Omdat deeltjes en hun antideeltjes wat hun elektrische lading betreft aan elkaar tegengesteld zijn, gaat het bij de transformatie C primair om de relatie tussen materie en antimaterie.

Een derde transformatie heeft betrekking op de pijl van de tijd. Als je een film terugdraait in de tijd, zie je dan een wereld die fysisch mogelijk is? In de macroscopische wereld is het in ieder geval niet realistisch om te denken dat tijdomkeer of anders gezegd bewegingsomkeer fysisch mogelijk is. De meeste processen vertonen een voorkeursrichting in de tijd. Een glas kan in vele stukken breken, maar die scherven kunnen niet spontaan aaneensluiten tot een heel glas. Maar glazen behoren niet tot de fysica van elementaire deeltjes. Misschien is de microfysica wel tijdsymmetrisch.



Wolfgang Pauli en Madame Wu, 1941.

In september 1954 schrijft Pauli aan een bijdrage voor een feestbundel die in 1955 ter gelegenheid van de 70^e verjaardag van fysicus Niels Bohr zal verschijnen. Hij laat zien dat de natuurwetten volgens de relativiteitstheorie en de kwantumfysica onder zeer algemene condities onveranderlijk zijn bij een transformatie die zowel C, P als T omvat. Dit is het zogeheten CPT-theorema. Ook het onbewuste is in deze kwestie geïnteresseerd. In de nacht van 26 op 27 november 1954 droomt Pauli over de relatie van spiegelbeelden tot de ware werkelijkheid:

'Ik ben met de "donkere vrouw" in een ruimte waar experimenten plaatsvinden. Die bestaan daaruit dat "reflecties" verschijnen. De andere mensen in de ruimte houden die reflecties voor "werkelijke voorwerpen", terwijl de donkere vrouw en ik weten dat het "alleen spiegelbeelden" betreft. Er ontstaat daardoor een geheim dat ons beiden van de overige mensen scheidt. Dit geheim vervult ons met *angst*. Daarna gaan de donkere vrouw en ik alleen langs een steile berg naar beneden.'

Deze droom betreft een vierde spiegelsymmetrie: de symmetrie van psyche en materie, van binnen en buiten. De donkere vrouw is een vrouwelijke personificatie van het onbewuste, een anima-figuur. Jung definieert de anima als het archetype van het leven. Zij verleidt een man tot verwickelingen in het leven. Je komt de anima ook eerst tegen buiten je: je ziet haar in een andere vrouw en beseft nog niet dat zij ook in jou zit. Zolang je je innerlijke wereld op de uiterlijke wereld projecteert, zit je in een soort web gevangen. Je houdt spiegelbeelden die uit jezelf komen voor de ware werkelijkheid. Pauli is dankzij zijn ervaringen met het onbewuste wijs genoeg geworden om te weten dat bepaalde experimenten enkel reflecties en geen werkelijke voorwerpen doen ontstaan. Maar die wijsheid boezemt hem angst in, omdat het onbewuste wil dat hij met die kennis naar buiten treedt. En dat is hij niet van plan.

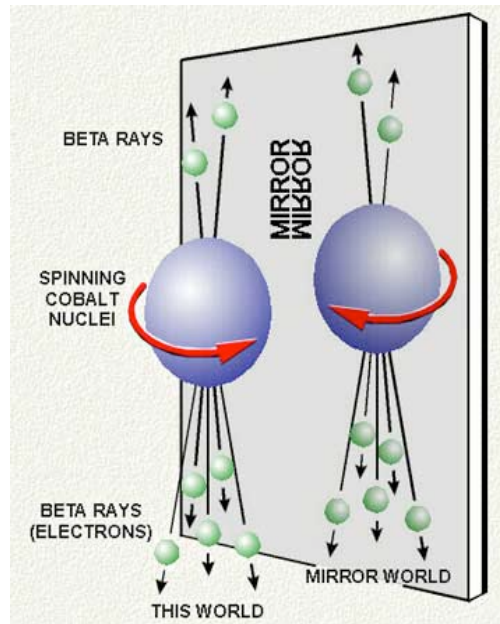
In de nacht van 25 naar 26 december 1955 droomt Pauli over een bepaald vermogen dat hij bezit: 'Mij wordt officieel het bezoek van een "koning" aangekondigd. Hij komt dan ook werkelijk naar mij toe en spreekt met grote autoriteit tegen mij: "Professor Pauli, u bent in het bezit van een apparaat dat u veroorlooft tegelijk Deens en Engels te zien." Pauli weet dat verschillende woorden die in het Deens met een v beginnen dat in het Engels met een w doen. Hij heeft dat onderzocht naar aanleiding van een droom waarin zijn vroegere Deense leermeester Niels Bohr hem uitlegde dat het *onderscheid tussen v en w* met dat tussen Deens en Engels overeenkwam: 'Ik zou niet alleen bij het Deens stil moeten blijven staan en ook tot het Engels moeten overgaan.'

Pauli stuurt deze droom pas in oktober 1956 naar C.G. Jung. Deze ziet in de v het Romeinse cijfer voor 5 en merkt in een brief aan Pauli op: 'De V duidt de Romeinse 5 aan en de dubbele V is gelijk aan $W = 2.5 = 10$, en $10 = 1$. Zodat het ook hier bij de W (de dubbele V) vermoedelijk weer om het ene en het geheel gaat.' Over het apparaat om dubbel te kunnen zien meent hij: 'Dat is een merkwaardige eigenschap van de mens die één is met zichzelf. Hij ziet de innerlijke en de uiterlijke vorm van de tegenstelling, niet alleen de $V = 5$, wat een symbool voor de natuurlijke mens is die met zijn op waarneming gegrondvest bewustzijn in de zintuiglijke wereld en haar aanschouwelijkheid gevangen raakt. W (dubbele V) is daarentegen het ene, de hele mens, die zelf niet meer gespleten is en wel het uiterlijke zintuiglijke aspect van de wereld ziet, maar tegelijk de verborgen zinvolheid ervan ziet.'

Hoewel Pauli zo'n prachtig apparaat bezit, wenst hij er geen gebruik van te maken. In januari 1956 heeft hij zelfs geen idee waar zijn leven heenvoert. In dat jaar beginnen Tsung Dao Lee en Cheng Nin Yang, twee jonge Chinese fysici die in Amerika werkzaam zijn, eraan te twijfelen of bij de zwakke wisselwerking spiegelsymmetrie en de symmetrie tussen materie en antimaterie behouden blijft. Zij komen tot de conclusie dat er geen experimenteel bewijs voorhanden is voor de twee spiegelsymmetrieën C en P. Zij publiceren hun bevindingen in *The Physical Review* van 1 oktober 1956. In het artikel stellen zij ook experimenten voor die onomstotelijk zouden kunnen aantonen of pariteit wel of niet bij de zwakke wisselwerking behouden blijft. De meeste fysici vinden die experimenten verspilde moeite. Maar eind 1956 gaan verschillende fysici in Amerika onder wie de Chinese Chien Shiung Wu op zoek naar experimenteel bewijs dat die symmetrieën C en P inderdaad niet door de zwakke wisselwerking gerespecteerd worden. Pauli schrijft dan op 22 december aan de fysicus Schafroth:

'Ik ben echter bereid te wedden dat het experiment – ik heb gehoord dat het zowel in Washington als in Leiden wordt uitgevoerd – ten gunste van spiegel-invariantie [= spiegelsymmetrie] zal uitvallen. Want ondanks Lee en Yang geloof ik *niet* dat God een "zwakke linkshandige" is. Daarmee wil ik zeggen dat ik geen logische verbinding tussen de *sterkte* van een wisselwerking en haar links-rechts-invariantie kan zien.'

Op de avond van 21 januari 1957 moet Pauli in Zürich een voordracht houden over de oudere en nieuwere geschiedenis van het neutrino. Hij had dit elementaire deeltje zelf in 1930 gepostuleerd om bij radioactieve vervalprocessen de wet van behoud van energie overeind te houden. Uitgerekend op die 21^e januari bereiken hem verschillende berichten dat bij vervalprocessen waarbij een neutrino betrokken is geen behoud van pariteit of spiegelsymmetrie voorhanden is. Een neutrino draait enkel linksom om zijn as. Ze zijn linkshandig in hun draairichting ten opzichte van hun zogeheten spinvector. Rechtsdraaiende neutrino's komen niet voor in de natuur. Voor antineutrino's geldt precies het omgekeerde. Bij hen komt de linksdraaiende variant niet voor. Op dezelfde dag ontvangt Pauli ook een exemplaar van *The New York Times* van 16 januari waarin uitgebreid over de val van pariteit wordt bericht. De meeste indruk op Pauli maakt het experiment van Madame Wu aan Kobalt-60 kernen dat tot en met 15 januari had gelopen.



Madame Wu had Kobalt-60 kernen zover afgekoeld dat ze in een krachtig magnetisch veld een redelijke mate van ordening vertoonden en grotendeels met hun Noordpool in dezelfde richting wezen. Bij het radioactieve verval schieten elektronen dan enkel in noordelijke en zuidelijke richting weg. Bij behoud van pariteit zouden hier de termen rechts en links enkel een conventie moeten inhouden. Er zou geen manier bestaan om zuid van noord te onderscheiden. Je zou dan aan een buitenaardse beschaving moeilijk kunnen uitleggen wat voor jou de Noordpool dan wel de Zuidpool van een magneet zou zijn. Maar het experiment van Madame Wu wees uit dat er in zuidelijke richting meer elektronen wegschoten dan in noordelijke richting. Dit impliceerde dat er een duidelijke asymmetrie tussen noord en zuid bestond en dat het spiegelbeeld van dit proces niet in de natuur voorkwam. Kortom de pariteit was niet bij zwakke wisselwerkingen behouden.

Dit is een enorme schok voor Pauli. Wanneer hij 's avonds zijn voordracht houdt, heeft hij voor zijn natuurkundig publiek verschillende verrassingen in petto. Volgens zijn toenmalige assistent Charles Enz houdt Pauli de meest briljante voordracht uit zijn carrière. Enige dagen later schrijft hij aan zijn vroegere assistent Victor Weisskopf: 'Nu is de eerste schok voorbij en ik begin mijzelf weer "samen te rapen" (...) Wat mij shockeert is *niet* de omstandigheid dat "de Here God gewoonweg linkshandig" is, maar de omstandigheid dat hij *toch* links-rechts symmetrisch is, wanneer hij zich *sterk* uit. Kortom het eigenlijke probleem is voor mij nu waarom de *sterke* wisselwerkingen *links-rechts* symmetrisch zijn.'

Uit zijn dromen blijkt hoezeer hij emotioneel getroffen is. Met enige moeite heb ik ontdekt dat twee dromen die Pauli veel later naar Jung stuurt uit dezelfde maand maart stammen.

12 maart 1957

'Een jongere man met donker haar die door een zwak lichtschijnsel is omhuld overhandigt mij het manuscript van een bepaald werk. Daar schreeuw ik tegen hem: "Hoe is het in u opgekomen van mij te verlangen dit werk te lezen? Hoe komt u daartoe?" Ik ontwaak in een sterk affect vol ergernis.'

15 maart 1957

'Ik rij met mijn auto (NB. In werkelijkheid heb ik er geen meer) en parkeer hem op een plek waar het parkeren volgens mij geoorloofd is. Er bevindt zich daar een warenhuis. Als ik wil uitstappen, stapt aan de andere kant juist die jongere man de auto in die mij in de droom van drie dagen terug het manuscript overhandigd had. Hij verschijnt mij nu als een politieman: 'U komt met mij mee!' zegt hij tegen mij op een scherpe, bevelende toon, zet zich achter het stuur en rijdt met mij weg. (Inval: de wagenmenner Krishna.) Hij stopt voor een huis dat mij een politiebureau toeschijnt en duwt mij het huis binnen.

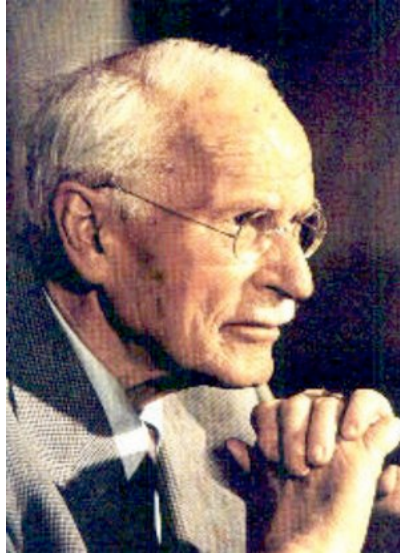
"Nu zult u mij wel van het ene bureau naar het andere slepen,' zeg ik tegen hem. "Oh, nee," zegt hij. Wij komen bij een loket waaraan een "onbekende donkere dame" zit. Tegen haar gericht zegt hij op dezelfde commandotoon als daarvoor: "Directeur *Spiegler*, graag!" Bij het woord "Spiegler" word ik door zo'n schrik bevangen dat ik wakker word.

Maar ik slaap weer in en droom verder: De situatie is zeer veranderd. Een andere man komt mij tegemoet die een zekere gelijkenis met C.G. Jung heeft en die ik voor een psycholoog houd. Ik leg hem lange tijd de situatie in de natuurkunde uit – juist die situatie die is ontstaan door de nieuwe experimenten over de afwijkingen van spiegelsymmetrie. – daar ik namelijk aanneem dat deze hem niet bekend is. Zijn antwoorden zijn spaarzaam en bij het ontwaken herinner ik mij hen niet.'

Pauli weet zelf dat de twee dromen betrekking hebben op zijn weerstand tegen de eigen opdracht om zich met de spiegelsymmetrie van psyche en materie bezig te houden. De jongere man met donker haar omhuld door licht is 'de licht-donkere vreemdeling' uit zijn dromen die de natuur op een andere manier begrijpt dan Pauli dat als theoretisch fysicus doet. De vreemdeling houdt zich primair met synchroniciteit bezig, met het principe van het zinvolle toeval. Hij is er ook verantwoordelijk voor dat er in de buurt van Pauli experimentele apparatuur spontaan kapotgaat. Dat wordt het Pauli-effect genoemd. Voor de vreemdeling is het Pauli-effect een manifestatie van radioactiviteit. Geen wonder dat hij een manuscript in de aanbieding heeft nu fysici in de wereld van radioactief verval een asymmetrie op het spoor gekomen zijn. Maar Pauli wil er niets van weten.

In de tweede droom sleept de vreemdeling hem naar een politiebureau toe waar de donkere dame aan een loket zit. Hij schrikt dan geweldig als de vreemdeling naar directeur Spiegler vraagt. Deze directeur zou gezien zijn naam verantwoordelijk kunnen zijn voor alles wat zich in de wereld van spiegelingen afspeelt. Hij is mogelijk ook de geheime instantie die in de droom van november 1954 de reflecties heeft veroorzaakt. Over het tweede deel van de droom merkt Pauli zelf op:

'Aan het eind van de droom is een zekere dissociatie van mijn geestelijke toestand voorgesteld. Aan de ene kant een ik-figuur die van fysica verstand heeft maar zich de archetypische achtergronden ervan onvoldoende realiseert (...) en een tweede fantasiefiguur in de gestalte van een psycholoog die kenmerkend genoeg niets van fysica weet. Blijkbaar wil Spiegler beide samenbrengen en in het manuscript van de jongeman dat ik niet wilde lezen heeft daarover blijkbaar iets gestaan.'



C.G. Jung

Pauli probeert in zijn brief aan Jung van 5 augustus 1957 te doorgronden wat er met hem aan de hand is. Veel natuurkundigen zijn van mening dat er weliswaar sprake is van schending van symmetrie, maar dat deze mogelijk weer hersteld kan worden. Zo merkt T.D. Lee later op: 'De hypothese is dat symmetrie hersteld kan worden als we ook het vacuüm in onze beschouwingen betrekken.' De wereld is dan het gevolg van een symmetriebreking. Pauli meent dat de symmetrie hersteld kan worden door de psyche erbij te betrekken. Zo schrijft hij:

'De meer in de diepte gaande verschijnselen laten geen gedeeltelijke spiegelingen toe, terwijl de spiegelsymmetrie dan weer hersteld is wanneer je voldoende variabelen die voor het verschijnsel kenmerkend zijn toevoegt (zoals bijvoorbeeld bij het "CPT-theorema" rechts-links, teken van de lading, richting in de tijd). De parapsychologische verschijnselen gaan nog meer de diepte in, dan moet men ook de psyche erbij betrekken om de volle symmetrie van het verschijnsel te zien.'

Jung is zelf in die tijd druk bezig met zijn onderzoek naar UFO's. Hij heeft daarover een manuscript voltooid. Jung is daarin van mening dat UFO's een spiegeling aan de hemel van het Zelf zijn. Zo meent hij: 'Ik heb het meeste van de relevante literatuur gelezen en ben tot de conclusie gekomen dat de UFO-mythe de geprojecteerde, d.w.z. geconcretiseerde symboliek van het individuatieproces voorstelt. Ik ben dit voorjaar begonnen een werk daarover te schrijven en heb dit zojuist beëindigd.'

Jung ziet in zijn antwoord op de brief van Pauli vele parallellen tussen de val van pariteit en de situatie in de dieptepsychologie omdat daarin evenmin perfecte symmetrie voorhanden is: links (het onbewuste) heeft volgens Jung een licht overwicht over rechts (het bewustzijn). Uit deze spanning der tegenstellingen komt het derde als een archetype te voorschijn dat de vereniging resp. de overwinning van de tegenstellingen mogelijk zou kunnen maken:

'De UFO-legende laat duidelijk zien dat het latente symbool [van het Zelf] probeert om het collectieve bewustzijn over het niveau van het conflict der tegenstellingen heen te tillen in een nog onbekende sfeer, in een soort wereldgeheel en wording van het Zelf (indivduatie). Daardoor zouden

spiegelings-effecten die ons verblinden opgeheven kunnen worden en de tegenstellingen van de twee aspecten van het zijn [de materie en haar spiegeling in de psyche] zouden van hun macht beroofd worden en wel door een derde "asymmetrisch iets" dat aan *één* richting de voorkeur geeft, namelijk volgens de UFO-legende de richting naar hogere differentiëring van het bewustzijn in tegenstelling tot het evenwicht van bewust – onbewust.'

Herbert van Erkelens © 2011