

## Je vindt wat je zoekt

*Over Beyond Weird van Philip Ball*

Rijk Willemse, juni 2021

Kwantumfysica – de leer van de kleinste onderdelen van onze wereld zoals elektronen, fotonen, neutronen, quarks et cetera – is niet te begrijpen. Dat zeggen niet alleen de grondleggers van de kwantumfysica maar ook de modernere natuurkundigen die zich erin verdiepen. Dat komt omdat deze kleinste onderdelen zich gedragen op manieren die we met de ‘gewone’ natuurkunde van de ons bekende wereld niet kunnen verklaren.

Er gebeuren op die kleinste schaal dingen die wij met onze menselijke beperkingen niet kunnen voorstellen, laat staan begrijpen.

Knappe kwantumfysici hebben wel complexe rekenmodellen gemaakt die het gedrag van die kleinste onderdelen kunnen voorspellen of berekenen. Maar ze kunnen er telkens geen verklaring voor geven: Wat gebeurt er op die kleinste schaal precies? Niels Bohr, grondlegger van de kwantumfysica antwoordde: “Don’t ask!” Het is niet de taak van de natuurkunde, zei hij, om uit te vinden hoe de natuur in elkaar zit. En een andere grootheid uit dit vakgebied, Richard Feynman, zei: “Niemand begrijpt kwantumfysica”. Terecht...

Toch doet Philip Ball een poging om de kwantumfysica uit te leggen. In zijn boek *Beyond Weird* (2018) probeert hij te laten zien hoe het komt dat niemand de kwantumfysica kan begrijpen.

Waarom zou je dit boek moeten lezen? Omdat het ons aan het denken zet over de manier waarop wij de werkelijkheid beschrijven. Maar ook vanwege de inspiratie die uitgaat van de manier waarop de verschillende kwantumfysici betekenis geven aan hun experimenten. Er is namelijk een parallel: zij doen het op eenzelfde manier als waarop wij betekenis zouden moeten toekennen aan verschijnselen in de ‘gewone’ wereld die we eigenlijk ook (nog) niet goed begrijpen.

Denk daarbij ook aan opvattingen over hoe de wereld er uit zou moeten zien... En die reflectie op de relatie tussen beide manieren van benaderen van de voor ons zo moeilijk toegankelijke werkelijkheid is van groot belang, juist in deze tijd van scepsis, samenzweringsdenken en achterdocht ten aanzien van de wetenschappelijke methode.

De theorieën over kwantumfysica die Ball aanhaalt, zijn stuk voor stuk leerzaam, zowel negatief beschouwd waar de verklaringen heel soms de ‘new age-kant’ opgaan, als positief beschouwd waar het veelvuldiger om observaties en voorspellingen gaat die de grens in beeld brengen van wat we kunnen weten en van wat buiten ons bereik blijft.

Met name die laatste interpretaties leren ons waakzaam te zijn waar de taal een werkelijkheid schept en waar we juist dát vinden wat we zoeken, terwijl nader onderzoek nodig is of – ernstiger nog – waar de achterliggende werkelijkheid zich echt niet laat kennen.

Inzicht in de onderliggende systematiek die Ball schetst, leert ons in ieder geval veel over de manier waarop we wetenschappen en pseudowetenschappen van elkaar kunnen onderscheiden.

### Even stilstaan

Philip Ball geeft ons toegang tot de eigenaardigheden van de kwantumfysica: ze is uitsluitend werkzaam op zeer kleine schaalafmetingen zoals die van atomen, elektronen, neutronen en de diverse andere stukjes en energieën van de niet-zichtbare werkelijkheid op subatomaire schaal.

Terwijl we gewend zijn zaken waar te nemen en te interpreteren op de schaal van de klassieke fysica: tennisballen die zich met een bepaalde snelheid door het zwerk bewegen, planeten, kanonskogels, en biljardballen die een interactie aangaan op het speelveld waar ze een rol spelen...

Ball probeert tot de kern te komen zonder daarbij de ingewikkelde wiskundige modellen te gebruiken die in de wereld van de kwantumfysica gangbaar zijn. Hij legt goed uit waarom hij vindt dat zijn uitleg zonder die wiskundige modellen effectief kan zijn. Hij stelt: de betreffende modellen kunnen alleen maar bevestigen wat er in de kwantumfysische experimenten gebeurt, maar ze geven geen enkel inzicht in de werkelijkheid achter die experimenten en hun resultaten.

### Twee totaal verschillende werkelijkheden

Het uitgangspunt van Philip Ball dat hij destilleert uit de vele theorieën over kwantumfysica die hij analyseert is: wij kunnen gebeurtenissen op de schaal van de kwantumfysica niet waarnemen op de schaal van de klassieke fysica. En daarbij speelt een heel bijzonder observationeel gegeven een cruciale rol: als ik de snelheid van een tennisbal meet volgens de regels van de klassieke mechanica, dan gaat deze tennisbal bijvoorbeeld 110 km/h. En dat is niet omdat ik die meting verricht, maar gewoonweg omdat ik die snelheid meet.

In de kwantumfysica is dat niet het geval: de 'kwantumfysische tennisbal' gaat met 110 km/h ómdat ik die snelheid meet...

In de kwantumfysica, en daar zijn alle theoretici het over eens – ontstaat het resultaat van de meting omdat de meting verricht wordt. De relatie tussen de toestand en de meting is op deze allerkleinste schaal omgekeerd aan wat we in de klassieke fysica aantreffen. Sterker nog: de toestand meten en beschrijven bepaalt op dit schaalniveau juist de toestand.

Het is een soort omgekeerde serendipiteit: je vindt niet wat je niet zoekt, maar je vindt juist precies wat je zoekt.

Dat er in de kwantumfysica allerlei dingen gebeuren die wij niet kunnen begrijpen (dat een onderdeel van de te onderzoeken verschijnselen zich gedraagt als golfpatroon of als deeltje,

afhankelijk van onze meting of waarneming ervan, bijvoorbeeld), plaatst Ball in een perspectief dat bruikbaar wordt voor ons stervelingen.

Hij stelt dat het menselijke perspectief ons niet verder kan helpen als we de kwantumfysica willen begrijpen: *“Quantum mechanics doesn’t tell us how things are.”* Dat een onderdeel van de kleinste wereld twee dingen tegelijkertijd kan zijn – een golfpatroon én een subatomair deeltje – totdat we ernaar kijken – blijft voor ons stervelingen niet te begrijpen.

Als we dan vaststellen in een experiment dat het een van beide is – een golfpatroon of een subatomair deeltje - kunnen we dat dan wel beschrijven met een wiskundige theorie, maar we kunnen daardoor nog niet begrijpen wat er op dat punt precies gebeurt. En dat – die tweevoudige eigenschap van het betreffende onderdeel – beantwoordt precies aan het wiskundige model voor wat er gebeurt, maar geeft nog geen verklaring voor wat er daar gebeurt.

Dit is een kwestie van realisme tegenover instrumentalisme: we willen begrijpen wat er gebeurt, maar kunnen alleen een rekenkundig model opstellen voor wat er gebeurt waarvan we de strekking eigenlijk niet begrijpen.

Dat betreft de oude tegenstelling van ontologie (wat is iets nu eigenlijk) tegenover epistemologie (hoe neem ik de betreffende dingen eigenlijk waar).

### Metten is weten

In de kwantumfysica lijkt het erop dat een toestand pas ontstaat, wanneer de meting van die toestand plaatsvindt. Zo omschrijft Ball dat in uiteenlopende experimenten. Als we checken of een verschijnsel een golfpatroon betreft of een subatomair deeltje, dan lijkt de meting van die toestand ervoor te zorgen dat een van beide verschijnselen zich aan de waarnemer voordoet. *“The act of measurement actively constructs the reality that is measured.”*

Maar, zegt Ball: *“[this] doesn't so much tell us ‘what is happening’, but rather, proscribes what we can legitimately ask about it.”*

We vinden op de kwantumschaal dus wat we zoeken. Vele experimenten hebben dat aangetoond. Als we proberen te testen of een verschijnsel op de kwantumschaal bijvoorbeeld de eigenschappen van een golfpatroon heeft, of de eigenschappen van een vast subatomair deeltje, dan lijkt de wijze waarop we die test verrichten te bepalen welke uitslag we krijgen.

Op dat moment worden overtuigingen feiten: als waarnemingen worden waargenomen en vastgesteld. De meting op kwantumniveau lijkt een creatieve daad en niet de ontdekking van iets bestaands.

(Daarmee is overigens niet gezegd dat de werkelijkheid een illusie is, maar wel dat we niet kunnen spreken over de werkelijkheid zonder dat we onze ervaring (meting) daarvan erbij betrekken.)

## Samenvattend

Kwantumfysica vertelt ons niet hoe de werkelijkheid georganiseerd is. Er zijn wiskundige rekenmodellen beschikbaar die vertellen hoe de onderdelen van de wereld van de kleinste onderdelen (of het nu golfpatronen zijn of deeltjes of allebei tegelijkertijd) zich zullen gedragen.

Maar hoe die modellen nu te begrijpen zijn in onze natuurkunde van de 'grotere' onderdelen van de wereld, zoals wij die met onze handen, ogen en oren kunnen waarnemen, dat blijft onbekend ("don't ask", zie Niels Bohr).

Het lijkt er echter wel op dat een meting op de kleinste, kwantumfysische schaal van invloed is op de uitslag van die meting (iets wat op de gewone 'menselijke' schaal niet aan de orde is). En daar kunnen wij van leren.

Bijvoorbeeld als het gaat om de invloed die een 'meting' van een toestand in de ons bekende schaal van de wereld heeft, op de uitslag ervan: de taal die we daarbij gebruiken bepaalt en beperkt voor een goed deel de uitkomst. Net zoals de wijze van meten in de kwantumfysische wereld bepaalt wat de uitkomst is.

Zo lijkt er op beide schaalniveaus sprake van een 'omgekeerde serendipiteit'. Bij de serendipiteit vind je juist precies dat waarnaar je niet op zoek was; er is wel een kien oog nodig voor de bruikbaarheid van het 'gevondene'.

Bij 'omgekeerde serendipiteit' vind je juist precies datgene waarnaar je op zoek was; en hier speelt een kiene 'bias' een rol voor de beoogde bruikbaarheid van hetgeen waarnaar je op zoek was en van de taal waarmee je dat beschrijft. Geheel in lijn met de ontoegankelijkheid van de kwantumfysica...