

Kwantumfysicus **Carlo Rovelli**
over het mysterie van de tijd

'WE KIJKEN MET ONSCHERPE BLIK NAAR DE TIJD'

Als kind ervaren we het verstrijken van de uren en dagen anders dan als volwassene. Met een beetje overdrijving kunnen we stellen dat wetenschappers vóór de industriële revolutie de tijd ervoeren als kinderen. De moderne natuurkunde laat immers geen spaander heel van ons alledaagse begrip van de tijd. De Italiaanse kwantumfysicus en succesauteur Carlo Rovelli schreef er een intrigerend en verhelderend boek over.

Een zonnige zaterdag, begin april. Langs de Amsterdamse grachten krioelt het van de dagjes-toeristen, en als je niet uitkijkt word je omvergereden door een fiets. Maar het goede weer lokt niet iedereen naar buiten. In de statige Westerkerk, waar onder meer Rembrandt ligt begraven, verzamelen mensen zich rondom de kansel. Niet om een preek van een gereformeerde dominee te aanhoren, wel om twee veelgeprezen fysici te horen spreken over de staat van de moderne natuurkunde.

De bekendste van de twee is de Nederlander Erik Verlinde. De 'polder-Einstein' sleutelt al geruime tijd aan een revolutionaire theorie die komaf zou maken met de zwaartekracht zoals we die sinds Einstein kennen. De andere is Carlo Rovelli, een Italiaans fysicus die een adept is van de 'leer' van de luskwantumzwaartekracht. Aan die revolutionaire theorie wordt al veel

langer gesleuteld. Kort gezegd poogt ze de kwantumveldentheorie te verenigen met de algemene relativiteit van Einstein, die de zwaartekracht beschrijft.

In zijn nieuwste boek *Het mysterie van de tijd* maakt Rovelli schoon schip met ons begrip van de tijd. 'In ons dagelijkse leven ervaren we de tijd helemaal anders dan hoe de moderne natuurkunde ze beschrijft', zegt de fysicus in een gesprek voor zijn lezing. 'Het heden blijkt bijvoorbeeld niet meer dan een illusie. 'Voor' en 'na' bestaan niet op de schaal van het allerkleinste. En de tijd gaat sneller of trager afhankelijk van onze snelheid en van de nabijheid van massa.' In zijn boek maakt Rovelli tabula rasa van ons begrip van tijd, waarna hij langzaam een nieuw tijdspectief opbouwt, teruggrijpend naar zijn vakgebied. De belangrijkste conclusie daar is dat in de fundamentele wetten van de kwantumwereld, de wereld

Senne Starckx

van het allerkleinste, de tijd geen rol speelt. Ten slotte gaat hij opnieuw op zoek naar de bron van de tijd zoals wij die kennen, waarbij hij een streepje poëzie niet schuwt. Dat lucht op, want als er één natuurkundig fenomeen zo diep verbonden is met het menselijke bestaan, is het wel de tijd.

U schrijft dat ons tijdsgevoel een gevolg is van onze beperkte blik op de wereld. We zouden leven in een 'deelverzameling van het universum'. Bedoelt u dat tijd een illusie is?

'Een illusie zou ik het niet noemen, dat is te sterk. We zien de zon ook rond de aarde draaien, al weten we dat het omgekeerde het geval is. Zo is het ook met de tijd. We weten inmiddels dat ons tijdsgevoel niet klopt, maar onze beleving wordt nu eenmaal gekleurd door de speciale situatie waarin we ons bevinden. Die situatie vloeit voort uit onze levensduur en onze specifieke positie in de wereld.'

Volgens u was de Oostenrijkse natuurkundige Ludwig Boltzmann de eerste die met deze nieuwe blik naar de tijd keek. Hij koppelde de ons zo vertrouwde tijdsrichting - de 'pijl van de tijd' die wijst van het verleden naar de toekomst - aan de entropie, een natuurkundige grootheid die enkel kan toenemen.

'Boltzmann kwam inderdaad als eerste op de proppen met het idee dat de tijdsrichting een statistische oorsprong heeft. Die statistiek verwerkte hij in de entropie, die je als een maat voor wanorde kunt zien. De wet van de stijgende entropie is daardoor de enige vergelijking in de natuurkunde die de tijd in een bepaalde richting duwt. Ik denk dat Boltzmann al heel heldere ideeën over de aard van de tijd had. Toch geloof ik niet dat de implicaties van zijn werk voor ons tijdsbegrip al goed en wel tot hem waren doorgedrongen.'

En wat zijn die implicaties precies?

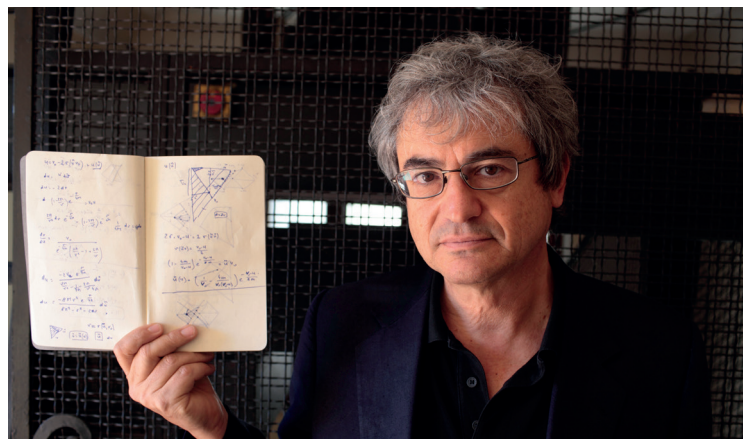
'De verbijsterende conclusie die naar voren treedt uit het werk van Boltzmann is dat het verschil tussen verleden en toekomst samenhangt met de manier waarop wij mensen de wereld bezien. De richting van de tijd die wij zo duidelijk ervaren en die zo elementair en existentieel lijkt, is het gevolg van het feit dat we de wereld niet tot in de allerkleinste details kunnen waarnemen. We kijken met een onscherpe blik, en de pijl van de tijd is een gevolg van onze bijziendheid.'

Kijken fysici te weinig met een filosofische blik naar het fenomeen tijd? Voor velen is het slechts een variabele 't' waarlangs ze hun vergelijkingen laten lopen.

'Natuurkundigen zijn inderdaad niet altijd tuk op filosofische overpeinzingen. Toch droegen bekende natuurkundigen zoals Newton, Maxwell, Boltzmann, Einstein en Heisenberg onmiskenbaar een filosofische bril. Als we de fysische wereld echt willen begrijpen, en dus niet alleen beschrijven, houden we maar beter rekening met dat perspectief.'

CARLO ROVELLI

Carlo Rovelli (1956) is in zijn vaderland Italië zo mogelijk nog bekender dan Stephen Hawking. Als popularisator van de moderne natuurkunde schrijft hij geregeld bijdragen voor grote Italiaanse kranten zoals *La Repubblica* en *Corriere della Sera*. Hij heeft vijf populairwetenschappelijke boeken op zijn naam, waarvan *Zeven korte beschouwingen over natuurkunde* (2015) het bekendst is. Van dat boek gingen wereldwijd meer dan een miljoen exemplaren over de toonbank. Sinds begin deze eeuw werkt Rovelli als theoretisch fysicus aan de Universit  d'Aix-Marseille, waar hij onderzoek doet naar en lesgeeft in de luskwantumzwaartekracht.



Een beroemd gedachte-experiment in de natuurkunde is de tweelingparadox. De voorspelling dat een broer die na een lange en verre ruimtereis terugkomt op aarde jonger is dan zijn tweelingbroer, botst nogal met onze intuïtie. Kent u voorbeelden van situaties in het dagelijkse leven die botsen met ons tijdsgevoel?

'Eerst moet je beseffen dat het vreemde karakter van de tijd zich nauwelijks manifesteert in onze dagdagelijkse ervaring. Maar als je twee klokken neemt, en je plaatst ze op een verschillende hoogte, dan zul je na verloop van tijd wel een verschil merken. De klok die lager hangt, zal trager lopen doordat die aan een grotere zwaartekracht is blootgesteld. Tegenwoordig kun je online hypernauwkeurige klokken kopen waarmee je dat zelf kunt demonstreren. Je bent dan wel een slordige duizend euro kwijt.'

Voor situaties met echt schokkende tijdsverschillen moeten we vooralsnog naar de bioscoop.

'Als we er ooit in slagen een ruimteschip naar een zeer zware planeet of een ster te sturen, dan zal de tijd voor de astronauten aan boord trager verlopen. De film *Interstellar* laat op een dramatische wijze zien wat voor gevolgen dit heeft. Wanneer de astronaut terugkeert op aarde, is zijn dochter tientallen jaren ouder dan hem. De tijd vertraagt dus in de buurt van een zware massa. Vlakbij een zwart gat zou de tijd zelfs nagenoeg stilstaan. Misschien komt dat nog wel het meest in de buurt van wat er gebeurt op microscopische schaal.' ■



Carlo Rovelli, *Het mysterie van de tijd*, Prometheus

Een uitgebreide versie van dit interview lees je op www.eoswetenschap.eu