

# Doordenker

ws-no-zoom.blendle.com

Hoogleraar theoretische natuurkunde Erik Verlinde kwam vorig jaar met een idee dat ons begrip van het heelal overhoop gooit. Hoe verzin je een moeilijke theorie? ‘De oerknal? Ik geloof er niets van.’

TEKST: PAUL SERAIL / FOTOGRAFIE: MAURITS GIESEN

Ik zat op een terras aan de haven van Sète, zo’n plaatsje in Zuid-Frankrijk aan de Middellandse Zee. De dag voordat ik van vakantie naar huis zou gaan was er in mijn hotelkamer ingebroken. De inbrekers namen mijn laptop en mijn autosleutels mee. Ik moest wachten tot er een nieuwe autosleutel was opgestuurd vanuit Nederland. Die week in 2009 had ik niets te doen behalve wat nadenken. Ik had alleen pen en papier. Misschien was dat wel goed, met een laptop word je veel sneller afgeleid. Het kwam misschien ook een beetje door de stress, mijn spullen waren net gestolen. Nadenken ontspant een beetje. Het was echt een eureka-moment. Het gaf een euforisch gevoel, ik had echt iets belangrijks ontdekt over hoe zwaartekracht werkt. Ik heb wekenlang ’s ochtends dat eureka-gevoel gehad.’

## De vragen

‘Natuurkunde beantwoordt vragen waar iedereen wel een beetje geïnteresseerd in is. Waar komt het heelal vandaan? Hoe zijn we op deze plek in het universum terechtgekomen? Door na te denken kom je erachter hoe de natuur in elkaar zit. Ook de man in de straat kan het verhaal van de oerknal vertellen. Maar het idee dat het hele universum ooit paste in iets wat kleiner was dan dit krijtje en dat dat 13,8 miljard jaar geleden, poef, ontplofte: ik geloof er niets van. Daarmee bedoel ik niet dat de wiskunde die het ontstaan van het universum beschrijft onjuist is. Ik geef er een andere interpretatie aan. We krijgen daardoor een andere kijk op waar het allemaal vandaan komt. Als we alle natuurkunde uiteindelijk snappen, gaan we zien dat het universum tevoorschijn gekomen is uit iets wat veel groter is. En niet, zoals nu het beeld is, dat het universum alles is.’

## De materie (1)

‘Ik ga voor de moeilijke vragen. Newton beschreef de werking van de zwaartekracht op aarde. En zijn wetten beschrijven de bewegingen van de planeten om de zon. Einstein dacht na over de werking van de zwaartekracht in het heelal. Voor mij was al lang duidelijk dat met Einsteins theorie nog niet het laatste woord gezegd is over wat zwaartekracht is. Er moet een diepere beschrijving van zwaartekracht zijn. Als je kijkt naar hoe sterren rond het midden van een sterrenstelsel bewegen, dan blijken ze sneller te gaan dan volgens Einsteins theorie kan. De sterren zouden uit de bocht moeten vliegen. Tenzij er extra zwaartekracht is. De huidige verklaring is dat er materie is die we nog niet hebben ontdekt: donkere materie. Die veroorzaakt die extra zwaartekracht. Ik vind dat een onbevredigend verhaal.’

## Het idee (1)

‘Als ik lang genoeg nadenk over een probleem komen er altijd wel ideeën binnen die wijzen op een oplossing. Eerst lees ik heel goed wat er allemaal al gedaan is aan onderzoek. Vervolgens wil ik de volgende stap maken. Stephen Hawking ontdekte dat er

een relatie is tussen de zwaartekracht en thermodynamica. Thermodynamica beschrijft de beweging van moleculen. Elk molecuul in deze kamer heeft een positie en een snelheid. Ik kan dat niet allemaal opschrijven voor alle moleculen.

Als ik alle moleculen in een hoek van de kamer zou plaatsen, heb ik minder informatie nodig om te beschrijven dat ze daar zitten. De hoeveelheid informatie wordt entropie genoemd en entropie wil altijd toenemen. De moleculen in de hoek willen de hele kamer opvullen. Daar komt een kracht uit voort die entropische kracht wordt genoemd. Ik kwam erachter dat zwaartekracht ook een entropische kracht is. Ik zag dat de zwaartekrachtvergelijkingen heel erg lijken op de hoofdwetten van de thermodynamica. Op het terras in Frankrijk kon ik uit de wetten van de thermodynamica de wetten van Newton afleiden. Terug in Amsterdam deed ik hetzelfde voor de vergelijking van Einstein. Het is een volledig nieuwe kijk op zwaartekracht, maar wel met begrippen en basistheorieën uit de natuurkunde die eerder al zijn ontdekt. Het is bijna natuurkunde van de middelbare school.'

## **De afstand (1)**

'Een bord met krijt is een belangrijk stuk gereedschap voor een theoretisch natuurkundige. Ik heb twee borden in mijn kamer. Als een collega mij opzoekt, kan hij schrijven op het bord aan die muur en ik schrijf hier. Ik ben niet iemand die in zijn eentje op zijn kamer zit en niet luistert naar wat anderen zeggen. Nee, ik lees en luister veel om juist de ideeën waar andere mensen mee bezig zijn op te pikken. Ik vind het ook fijn om het bord schoon te maken en dan even een berekening te doen. Als ik een paar stappen naar achter doe, kijk ik er met meer afstand naar. Dat helpt soms als ik even vast zit.' o

## **Het idee (2)**

'Wat zijn nou de kleinste bouwstenen van het heelal? Vroeger dachten we aan elementaire deeltjes, de bouwstenen van atomen. Weet hoe de kleinste deeltjes werken en je weet hoe je alles kunt opbouwen, zo was het idee. Maar het gaat niet alleen om deeltjes. De bouwstenen van het heelal zijn eenheden van informatie. En er is nog veel meer informatie in het universum dan alleen de informatie die te maken heeft met deeltjes. Informatie heeft al betekenis voordat het een deeltje is.'

## **De materie (2)**

'Al bijna twintig jaar lang zeggen experimenteel natuurkundigen dat ze in de komende tien jaar donkere materie gaan vinden. De deeltjes zouden zijn gevormd in het vroege universum en moeten nog steeds aanwezig zijn in een vorm die we niet kunnen zien, we merken alleen de zwaartekracht ervan. Tot zeven jaar geleden dacht ik ook dat er donkere materie moest zijn. Tegenwoordig denk ik zeker te weten dat ze niets gaan vinden. Maar ik wil wel graag dat ze blijven zoeken. Want als ze niets vinden dan zijn natuurkundigen meer bereid om een andere verklaring te accepteren. Namelijk dat de entropische kracht van informatie voor extra zwaartekracht zorgt. Als ze wel iets vinden? Ik acht de kans daarop zo klein dat ik hier niet eens een antwoord op zou moeten geven. Maar goed, dan wordt mijn theorie onderuit gehaald.'

## **De jaren (1)**

'Mijn claim is nogal sterk: er is geen donkere materie en aan Einsteins theorie moet een kracht worden toegevoegd die niet uit die theorie volgt. Ik wilde het zo aanpakken dat ik mijn ideeën zo goed mogelijk kon uitleggen op het moment dat ik ze opschreef. Ik was nog niet zo bekend met waarnemingen over donkere materie en met waarnemingen aan sterrenstelsels. Daar moest ik mij in thuis maken. Het artikel waarin ik mijn theorie beschrijf is best groot geworden: vijftig pagina's waarin een hoop gebeurt. Ik heb een

heel grote stap gemaakt, voor velen misschien wel te groot. Ik denk wel eens: een volgende keer doe ik het in kleinere delen, dan kunnen mensen het makkelijker volgen. Ik heb er zelf ook zes jaar over gedaan.'

## **De vragen (2)**

'Wat er dan was, voor het ontstaan van het universum? Uhm, nu gaan we echt diep de natuurkunde in. We kunnen het even proberen. Er was chaos. Daaruit ontwikkelde zich iets dat wij het universum noemen. In mijn beschrijving van het ontstaan van het heelal is het begrip 'emergentie' belangrijk. Dat betekent dat iets tevoorschijn komt uit iets wat er al is. Ruimte is emergent. Tijd ook trouwens. Wanneer ontstond tijd? En waaruit is tijd ontwikkeld? Ons begrip van tijd breekt op een gegeven moment af. Daarom lijkt het alsof er een beginmoment geweest is. Maar eigenlijk betekent het dat de woorden die we hebben om de ruimte en de tijd mee te beschrijven nog niet perfect zijn. En niet dat er daarvoor niets was.'

## **De afstand (2)**

'Het gaat niet zo makkelijk. Een paar denkstappen hebben mij aardig wat tijd gekost. Je moet lang met een probleem bezig kunnen zijn. Als ik vastloop, stop ik er even mee. Soms helpt het om tussendoor kleine berekeningen te doen. Of ik begin helemaal opnieuw en ik loop alle stappen nog eens door. Vaak wordt dan wel duidelijk wat de volgende stap is. Afstand nemen helpt ook. Ik ben een paar dagen achter elkaar bezig en ik kom er niet uit. Ik geef een dag college en daarna ga ik terug naar het probleem. Ineens kan het duidelijk worden. De concentratie even laten wegzakken werkt soms goed.'

## **De jaren (2)**

'Om oude ideeën los te kunnen laten, moet je wat rebels zijn. Aanvankelijk dacht iedereen: hoe kan Einsteins theorie niet juist zijn? Einstein heeft een heel mooie theorie opgeschreven, terecht staat hij op een voetstuk. Een gevolg is dat veel mensen weinig twijfel meer hebben. Ik probeer de vergelijkingen van Einstein op een andere manier te begrijpen. Sommige collega's reageerden met: 'Dat idee kan niet waar zijn'. Anderen zeggen: 'Het klopt inderdaad, het is bijna triviaal'. Overtuigen van andere natuurkundigen is het lastigst. Zwaartekracht, materie, ruimtetijd en quantuminformatie, ik heb een hoop onderwerpen aan elkaar geknoopt waar weinig mensen in thuis zijn. Er zijn veel theoretisch natuurkundigen, maar het aantal mensen dat de ideeën waar ik mee bezig ben echt begrijpt, is op twee handen te tellen. Als vier, vijf mensen mijn idee gaan accepteren, dan wordt de omslag al bijna gemaakt. Ik denk dat de kans groot is dat het de komende vijf of tien jaar gaat gebeuren. Of de oerknal dan tot het verleden behoort? Ik heb er nog niets over opgeschreven. Dat zijn de volgende stappen, daar kunnen we nog een halve eeuw over doen.'

## **Het idee (3)**

'Het mooiste zou zijn als ik vanuit de theorie een voorspelling kan doen van een verschijnsel waar sterrenkundigen nog niet naar gekeken hebben. Als ze gaan kijken en mijn voorspelling klopt, dan sta ik heel sterk. Einstein voorspelde het bestaan van zwaartekrachtsgolven. Die ontstaan als twee zwarte gaten om elkaar heen draaien en dan samensmelten. Op dat moment komt enorm veel energie vrij en dat veroorzaakt een soort golfbeweging in de ruimte. Twee jaar geleden is dat waargenomen, echt spectaculair. Ik probeer het doen van voorspellingen nog even uit te stellen tot ik de theorie nog wat beter begrijp. Een goede theorie is falsifieerbaar: je moet hem kunnen ontkrachten. Dat zou gebeuren als toch donkere materie wordt gevonden. Of als er voorspellingen uit de theorie komen die niet overeenkomen met de waarnemingen. De

uiteindelijke toetssteen zijn de waarnemingen en het logische bouwwerk van de theorie. Ik wil de theorie van Einstein vervangen door een theorie die minstens zo begrijpelijk is en ook op een stevig fundament staat.'

### **De jaren (3)**

'De media-aandacht heeft niet geholpen. Mijn collega's moeten mijn idee lezen en daarna beoordelen, daar gaan maanden overheen. Maar de krant wil binnen twee weken al weten wat zij van mijn idee vinden. Vervolgens staat er 'De nieuwe Einstein' boven een artikel. Daar zit ik niet op te wachten. Zo ontstaat weerstand onder mijn collega's. Het is er ook te vroeg voor. Ik maak de eerste stappen om tot een theorie te komen die de link legt tussen zwaartekracht, materie, ruimtetijd en quantuminformatie. De impact van mijn werk is pas over een paar decennia duidelijk.'

paul.serail@quest.nl

### **Wie is Erik Verlinde?**

**21 januari 1962:** Erik en tweelingbroer Herman Verlinde worden geboren in Woudenberg. 'Onze oudere broer had een scheikundedoos, maar wij waren meer theoretisch aangelegd. Het blad dat wij lezen was de Kijk.'

**1977:** het tv-programma *Sleutel tot het heelal* wordt uitgezonden. De elementaire deeltjes van CERN en natuurkundige Stephen Hawking komen langs. 'Dat boeide mij enorm. Ik besloot natuurkunde te gaan studeren.'

**1985:** Herman en Erik Verlinde studeren af in Utrecht en gaan daar ook promoveren, onder de latere Nobelprijswinnaar Gerard 't Hooft.

**1988:** de Verlindes krijgen een baan aan de prestigieuze universiteit in Princeton.

**1993:** 'Mijn vrouw wilde terug naar Nederland.' Erik Verlinde wordt stafid bij CERN in Genève en werkt aan de Universiteit Utrecht, waar hij in 1996 hoogleraar wordt.

**1999:** Verlinde wordt hoogleraar aan Princeton University.

'Na een jaar wilde mijn vrouw toch weer terug.' In 2003 wordt hij hoogleraar aan de Universiteit van Amsterdam.

**2010:** in een wetenschappelijk artikel publiceert Verlinde zijn idee over zwaartekracht.

**2011:** de hoogleraar ontvangt de Spinozapremie, de hoogste Nederlandse onderscheiding in de wetenschap.

**2016:** na lang wachten verschijnt Verlindes uitgebreide artikel over zwaartekracht.