

# Een heelal zonder oerknal

Zijn revolutionaire theorie over zwaartekracht sloeg twee jaar geleden in als een bom. Nu het stof is neergedaald wil fysicus **Erik Verlinde** de laatste kritische collega's overtuigen met een verfijning van zijn ideeën. 'Ik realiseerde me meteen wat dit zou losmaken.' **Door George van Hal**

**Z**WAARTEKRACHT IS EEN ILLUSIE. Die verrassende conclusie trok theoretisch-fysicus Erik Verlinde twee jaar geleden tijdens een vakantie in Frankrijk. Eén publicatie, vele lezingen, informele overlegjes en een Spinozapremie verder staat een tweede artikel over zijn revolutionaire inzicht op stapel. Die zal ingewikkelder en concreter zijn dan de publicatie die in 2010 als lopend vuurtje door de bolwerken van de moderne natuurkunde trok en steeds meer fysici wist te overtuigen. Nu hoopt Verlinde ook de laatste twijfelaars over de streep te trekken en de deur te openen naar een nieuw soort fysica: eentje zonder oerknal en waarin donkere materie en energie eindelijk begrepen zijn.

## Wat houdt uw idee over zwaartekracht precies in?

'Het viel mij op dat de vergelijkingen die zwaartekracht beschrijven lijken op vergelijkingen uit de thermodynamica, die krachten afleiden uit de beweging van atomen. Mijn idee - en dat was de doorbraak - is dat je zwaartekracht ook kan zien als iets dat alleen bestaat doordat op een lager niveau iets gebeurt. Zwaartekracht is dan 'emergent'. Je kunt het vergelijken met de

temperatuur en de druk van een gas. Dat zijn eigenschappen die we op een hoger niveau kunnen meten, maar dieper niet blijken te bestaan - ze zijn het gevolg van de grootschalige beweging van deeltjes. Zwaartekracht is net zo iets.'

## Waaruit ontstaat zwaartekracht volgens u dan?

'Uit veranderingen in informatiedichtheid. De lege ruimte, het vacuüm, bestaat niet. In

## 'Wekenlang werd ik wakker met het gevoel dat ik met iets heel spannends bezig was'

dat vacuüm gebeurt van alles, zoals deeltjes die spontaan ontstaan en weer verdwijnen. In de snaartheorie en uit berekeningen aan zwarte gaten hebben we geleerd dat er daarom een hoeveelheid informatie bij die lege ruimte hoort. Die informatie - en de veranderingen daarin - speelt bij het ontstaan van zwaartekracht de rol die de beweging van moleculen in de thermodynamica speelt. Als je je dat eenmaal realiseert

zijn met een paar kleine stappen de zwaartekrachtswetten van Newton af te leiden. Dat gaf een nieuwe kijk op dingen.'

## Wanneer beseftte u voor het eerst hoe baanbrekend dat idee was?

'Dat was ongeveer twee jaar geleden in augustus. Ik was toen op vakantie in Zuid-Frankrijk en mijn autosleutels en paspoort waren gestolen. Daardoor moest ik langer blijven en had ik de tijd eens echt te gaan rekenen aan wat ideeën. Tijdens die berekeningen zag ik ineens wat ik had. Dat was euforisch, een eureka-moment. Ik kon het in eerste instantie ook nog niet goed beseffen, maar dat veranderde in de dagen daarna. Wekenlang werd ik wakker met het gevoel dat ik met iets heel spannends bezig was. Wetenschap bedrijft je om dat soort momenten mee te maken. Zeker als het over iets fundamenteels als zwaartekracht gaat.'

## Hoe lang duurde het voordat u iemand erover vertelde?

'Ik heb mijn tweelingbroer (*Herman Verlinde, theoretisch natuurkundige aan Princeton University, red.*) dezelfde week nog gesproken. Ook hij zat in Zuid-Frankrijk voor zijn vakantie. Ik ben zodra ik mijn autosleutels terughad, meteen naar hem

▼ Fysicus Erik Verlinde:  
'Mijn idee werpt heel veel  
bestaande ideeën omver.'  
JOAN VAN NISPEN TOT SEVENAER



gereden. Ook heb ik gesproken met Robbert Dijkgraaf. Zij waren snel enthousiast en steunden me. Toch was wel enige moed nodig om die eerste stap te zetten, omdat mijn idee heel veel bestaande ideeën omverwerpt.'

#### Was u zelf snel overtuigd dat uw idee klopte?

'Ik heb eerst zelf tegenwerpingen bedacht.



## Erik Verlinde

**1962** Geboren in Woudenberg

**1985** Studeert af bij de latere Nobelprijswinnaar Gerard 't Hooft

**1988** Promoveert cum laude op onderzoek naar de snaartheorie

**1988** Werkt verder aan de snaartheorie aan de Princeton University

**1993** Senior stafid van de theoretische divisie van CERN

**2003** Leider van de snaartheoriegroep van de Universiteit van Amsterdam, samen met Robbert Dijkgraaf en Jan de Boer

**2010** Publicatie van On the Origin of Gravity and the Laws of Newton op de wetenschappelijke voorpublicatiesite arxiv.org

**2011** Winnaar Spinozapremie

► **Erik Verlinde: 'Donkere materie is volgens mij een verklaarbaar en voorspelbaar fenomeen.'** JOAN VAN NISPEN TOT SEVENAER

Zo begon ik steeds zekerder te worden dat ik op de goede weg zat, al voelde ik dat intuïtief vanaf het begin al wel aan. Daarna heb ik er met anderen informeel over gesproken – ook omdat ik zo enthousiast was. Ik ben vervolgens voordrachten gaan houden om feedback van collega's te krijgen. Vier á vijf maanden later, in januari, publiceerde ik mijn artikel. Ik realiseerde meteen al wat het zou losmaken. Toen zelfs de *New York Times* mij erover wilde interviewen, verbaasde me dat niet eens meer.'

#### Waren er geen mensen die dachten: die Erik Verlinde is gek geworden?

'Misschien hebben mensen dat wel gedacht, ja. Eén van de mensen die als eerste reageerde was de grootheid Stanley Deser (*bekend van zijn werk aan de algemene relativiteitstheorie, red.*). Nog geen half uur nadat ik mijn artikel op internet had gepubliceerd, kreeg ik al een e-mail van hem met daarin alleen: 'This is a bombshell'. Dat gevoel had ik ook echt toen ik op de knop drukte om hem te verzenden. Ik had wel verwacht dat dit een schokgolf zou veroorzaken.'

#### Was er ook meteen kritiek?

'Ik kreeg wel vragen. Ik moet zeggen dat ik het hele idee van dergelijke vragen als kritiek bestempelen nooit zo heb begrepen. Vragen zag ik als uitdagingen die ik kon oplossen. Ik snap echt niets van mensen in het vakgebied die dit idee opzij schuiven zodra er een tegenwerping is. Het is jammer dat zij niet doorhadden dat de kern van het idee juist heel goed is.'

#### U publiceerde niet in *Science of Nature*. Waarom niet?

'Ik publiceerde dat eerste artikel inderdaad in een vakblad voor snaartheoretici: de *Journal of High Energy Physics*. Ik koos ervoor niet te publiceren in een prestigieuzer blad, omdat ik het belangrijker vond mijn eigen vakgenoten te overtuigen. Als ik in die andere bladen gepubliceerd had, was de boodschap heel anders geweest – dan had ik misschien ook meer kritiek gekregen. Voor mijn tweede artikel moet ik die keus trouwens nog steeds maken.

Dat eerste artikel heb ik vrij simpel gehouden. Dat is wat Robbert Dijkgraaf mij ook meteen adviseerde. Hij zei: 'pas op, anders poets je door het vernis heen. Eenvoud is veel mooier.' In het tweede artikel



wil ik dieper op de zaak ingaan. Het zal ook veel concreter zijn.'

#### Wanneer kunnen we die publicatie ongeveer verwachten?

'Dat is moeilijk te voorspellen. Schrijven is voor mij een langdurig en moeizaam proces. Zolang mijn ideeën zich blijven ontwikkelen, zoals nu, vind ik dat ook belangrijker. Ik wacht liever nog even met opschrijven dan dat ik een week later denk: 'Oh nee, dat had er nog bij moeten!'

#### Maar daardoor was iemand u de eerste keer wel net voor...

'Thanu Padmanabhan (*verbonden aan de Inter-University Center for Astronomy and Astrophysics in India, red.*) had inderdaad mijn formules zien staan en publiceerde daarover een artikeltje, maar dat heeft uiteindelijk weinig effect gehad. Mijn inzicht kwam voort uit de snaartheorie en daar had hij niet veel van begrepen. Hij wist

daardoor niet wat er bij die formules gezegd moest worden en was me in die zin dus ook zeker niet voor. Er was voor het goed uitwerken van mijn idee bovendien nog wel een flinke volgende stap nodig.'

#### Heeft u die volgende stap al gezet?

'Ja. Inmiddels ben ik aan het nadenken over toepassingen in de kosmologie, zoals donkere materie en donkere energie.'

#### Wat kan uw zwaartekrachtsidee daar dan over zeggen?

'Er zijn dingen in ons universum waar we geen goed begrip van hebben. We begrijpen bijvoorbeeld wel hoe planeten om de zon draaien, maar minder goed hoe sterren rond het middelpunt van een sterrenstelsel draaien. Het blijkt dat we donkere materie nodig hebben om die beweging te verklaren. Ook begrijpen we niet hoe het universum zelf uitdijt. Daarvoor hebben we een mysterieuze hoeveelheid

## 'Ik geloof veel van de huidige kosmologie niet. De oerknal is zo onlogisch'

energie nodig die we de donkere energie noemen.

'Het spannende is nu dat ik met mijn idee kan berekenen hoe deze sterrenstelsels draaien en hoeveel donkere materie erin zal zitten. Zo lukt het me dus in contact te komen met waarnemingen. Donkere materie is daardoor volgens mij een verklaarbaar en voorspelbaar fenomeen. Als ik er nog nooit van gehoord had, had mijn idee kunnen voorspellen dat het tevoorschijnkomt. Daar moet ik overigens wel bij zeggen dat het feit dat ik wél op de hoogte was, mij hielp om bij

het uitwerken van mijn theorie de juiste kant op te gaan.'

#### Hoopt u dat straks ook andere mensen aan dit idee gaan rekenen?

'Ja. Dit idee ligt dicht tegen de snaartheorie aan. Eigenlijk zeg ik dat de snaartheorie te testen is door te kijken naar donkere materie en donkere energie. Als mensen doorkrijgen dat dat werkt, zouden ze dom zijn als ze niet daaraan gaan rekenen. Snaartheorie bestaat al 40 jaar en heeft geen enkele voorspelling kunnen leveren. Ik zeg nu: in de kosmologie zijn de vooruitzichten hoopgevend. Daar kunnen deze ideeën een revolutie veroorzaken. Ik geloof veel van de huidige kosmologie niet. De oerknal, bijvoorbeeld, is zo onlogisch. Ik heb daar wel een alternatief idee voor klaar liggen.'

#### Een alternatief voor de oerknal?

'Ja. Mijn idee is dat ruimte, tijd en materie allemaal hetzelfde zijn; ze bestaan stuk voor stuk uit dezelfde bouwstenen. Donkere energie, bijvoorbeeld, is niet iets dat gewoon stilzit – zelfs al is het in de formules van Einstein één onveranderlijke constante. Volgens mij schuilt daarachter een hele complexe dynamica, die we beter moeten leren begrijpen.

Ik geloof ook nog steeds in energiebehoud – iets dat in de kosmologische modellen nu onhoudbaar is. Als je heeal groeit maar wel één constante energiedichtheid heeft, komt er dus steeds energie bij. Niemand kan mij uitleggen waar die energie vandaan komt. Het ontstaan van het heelal is volgens mij daarom gewoon een kwestie van hoe typen energie in elkaar overgaan.'

#### Wanneer verwacht u dat dit soort ideeën door anderen worden overgenomen?

'Dat weet ik niet. Ik praat veel met collega's, maar dit is echt helemaal mijn idee. Het is gebaseerd op een soort intuïtie die ik volg. Daarom is er door de betere wetenschappers ook nog niet zo veel mee gedaan – zij snappen het toch minder goed dan ik. Ik moet het eerst nog beter uitwerken en uitleggen. Zelfs mijn tweelingbroer Herman, die vrij goed weet waar ik mee bezig ben, kan dit niet reproduceren. Ik moet het opschrijven, en ik moet er uiteindelijk wat mee doen.' ■