Blog Entry**COSMOLOGIE**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **stars**  **Cosmos**  **nebula** | |  |  | **Stars : [Binary Stars](http://apod.nasa.gov/apod/binary_stars.html) \***[**Black Holes**](http://apod.nasa.gov/apod/black_holes.html)**\* [Globular Clusters](http://apod.nasa.gov/apod/globular_clusters.html) \* [Individual Stars](http://apod.nasa.gov/apod/individual_stars.html) \***[**Neutron Stars**](http://apod.nasa.gov/apod/neutron_stars.html)**\* [Nurseries](http://apod.nasa.gov/apod/stellar_nurseries.html)\***[**Open Clusters**](http://apod.nasa.gov/apod/open_clusters.html)**\***[**Sun**](http://apod.nasa.gov/apod/sun.html)**\***[**White Dwarfs**](http://apod.nasa.gov/apod/white_dwarfs.html)  **Galaxies :**[**Clusters of Galaxies**](http://apod.nasa.gov/apod/clusters_of_galaxies.html)**\***[**Colliding Galaxies**](http://apod.nasa.gov/apod/colliding_galaxies.html)**\* [Elliptical Galaxies](http://apod.nasa.gov/apod/elliptical_galaxies.html) \* [Local Group](http://apod.nasa.gov/apod/local_group.html) \* [Milky Way](http://apod.nasa.gov/apod/milky_way.html) \* [Spiral Galaxies](http://apod.nasa.gov/apod/spiral_galaxies.html)**  **Nebulae :**[**Dark Nebulae**](http://apod.nasa.gov/apod/dark_nebulae.html)**\*** [**Emission Nebulae**](http://apod.nasa.gov/apod/emission_nebulae.html)**\* [Planetary Nebulae](http://apod.nasa.gov/apod/planetary_nebulae.html) \* [Reflection Nebulae](http://apod.nasa.gov/apod/reflection_nebulae.html) \***[**Supernova Remnants**](http://apod.nasa.gov/apod/supernova_remnants.html)  **Miscellaneous :**[**Quasars/Active Galactic Nuclei**](http://apod.nasa.gov/apod/quasars.html)**\***[**Dark Matter**](http://apod.nasa.gov/apod/dark_matter.html) | |
| logo | **Astronomy Picture of the Day  Index - Main Page**  <http://apod.nasa.gov/apod/lib/aptree.html> | | | |

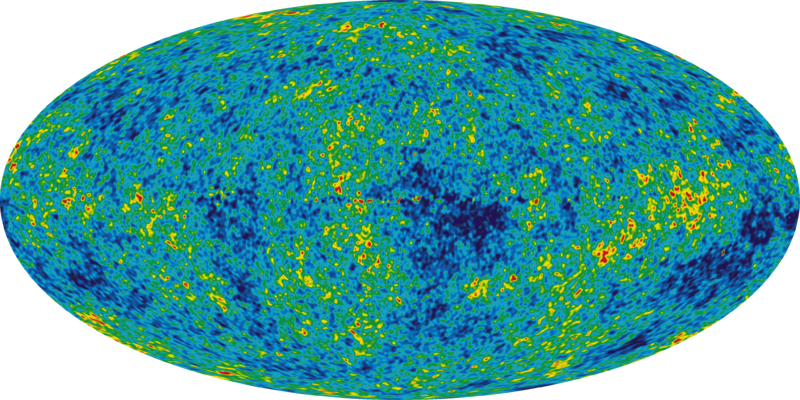
**Cosmologie** is de wetenschap die de globale structuur en de evolutie van het [heelal](http://www.lex-24.de/nl/Top/Heelal) bestudeert.

De huidige kosmologische inzichten, die op zeer veel en zeer nauwkeurige [astronomische waarnemingen](http://www.lex-24.de/nl/Top?title=Astronomie&action=edit) zijn gebaseerd, laten een heelal zien dat [13,7 miljard jaar](http://www.lex-24.de/nl/Top/Leeftijd_van_het_heelal) geleden is ontstaan. De [Oerknal](http://www.lex-24.de/nl/Top/Oerknal), zoals deze theorie wordt genoemd stelt dat het heelal is ontstaan uit een heet puntvormig begin met oneindige dichtheid van de **materie** en oneindige temperatuur. Tijdens de eerste minuten ontstonden elementaire deeltjes, waaruit de elementen [waterstof](http://www.lex-24.de/nl/Top/Waterstof) en [helium](http://www.lex-24.de/nl/Top/Helium) ontstonden. Uit het waterstof konden na zo'n 200 miljoen jaar de eerste [sterren](http://www.lex-24.de/nl/Top?title=Sterren&action=edit) en [sterrenstelsels](http://www.lex-24.de/nl/Top?title=Sterrenstelsels&action=edit) worden gevormd.

In 1998 werd ontdekt door onderzoek aan verre [supernova](http://www.lex-24.de/nl/Top/Supernova)'s dat het heelal sneller uitdijt dan vlak na de oerknal. Er wordt verondersteld dat dit komt door [donkere energie](http://www.lex-24.de/nl/Top/Donkere_energie), die als een soort anti-zwaartekracht werkt.

Het is zeer waarschijnlijk dat het heelal tussen 10-35 tot 10-33 seconde na de oerknal een factor 1050 zo groot werd. De snelheid van uitdijen was in die korstondige periode vele malen groter dan de [lichtsnelheid](http://www.lex-24.de/nl/Top/Lichtsnelheid). Dit is niet in tegenspraak met de [relativiteitstheorie](http://www.lex-24.de/nl/Top/Relativiteitstheorie), omdat het om de uitdijing van de ruimte zelf gaat en niet om snelheid van deeltjes zoals bijvoorbeeld [fotonen](http://www.lex-24.de/nl/Top/Foton). Deze versnelde uitdijing wordt de inflatietheorie van de oerknal genoemd.

Het heelal blijkt slechts uit 4 procent atomen te bestaan, **materie** zoals wij die kennen. De rest wordt gevormd door onbekende koude [donkere **materie**](http://www.lex-24.de/nl/Top/Donkere_materie) (23 pct.) en [donkere energie](http://www.lex-24.de/nl/Top/Donkere_energie) (73 pct.). Dit is vastgesteld door waarnemingen die gedaan zijn door de [WMAP-satelliet](http://www.lex-24.de/nl/Top/WMAP) in 2003. Wat die donkere **materie** en donkere energie is, is nog onbekend.

[](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/28/WMAP_2008.png)

*Bron: NASA/WMAP Science Team*

Pas na de eerste supernova's werden de zwaardere elementen zoals [koolstof](http://www.lex-24.de/nl/Top/Koolstof) en [zuurstof](http://www.lex-24.de/nl/Top/Zuurstof) gevormd, waardoor het leven kon ontstaan.

Structuur

Door onderzoek van de roodverschuiving van meer dan 220.000 melkwegstelsels (The 2dF Galaxy Redshift Survey) heeft men inzicht gekregen in hoe het heelal er op grote schaal uitziet. Melkwegstelsels blijken clusters te vormen. Onze eigen melkweg maakt deel uit van de [lokale groep](http://www.lex-24.de/nl/Top/Lokale_groep) die weer onderdeel is van een groter geheel van melkwegstelsels. Op grote schaal ziet het heelal er uit als een soort schuim: grote clusters, die grote leegten omsluiten, de zgn. voids.

Multi-disciplinair

Inzichten in de structuur, het heden, verleden en de toekomst van de kosmos kwam niet alleen van astronomische waarnemingen. Vele gebieden van de wetenschap geven inzichten die de kosmologie in belangrijke mate verder brengt.

Door het werk van [Johannes Kepler](http://www.lex-24.de/nl/Top/Johannes_Kepler) en van [Isaac Newton](http://www.lex-24.de/nl/Top/Isaac_Newton) kreeg de [wiskunde](http://www.lex-24.de/nl/Top/Wiskunde) een belangrijke plaats in de kosmologie. Veel kosmologische problemen bleken door wiskundige vergelijkingen te kunnen worden opgelost. De [relativiteitstheorie](http://www.lex-24.de/nl/Top/Relativiteitstheorie) van [Albert Einstein](http://www.lex-24.de/nl/Top?title=Albert_Einstein&action=edit), die eveneens voornamelijk wiskundig was, gaf diepgaand inzicht in de [zwaartekracht](http://www.lex-24.de/nl/Top/Zwaartekracht) en in wat er met ruimte en tijd gebeurt bij snelheden in de buurt van de lichtsnelheid. Uit waarnemingen van Edwin Hubble en anderen bleek dat het heelal uitdijt.

De [kwantummechanica](http://www.lex-24.de/nl/Top/Kwantummechanica) gaf inzicht in het gedrag van de elementaire deeltjes in de eerste minuten van het heelal. Grote [deeltjesversnellers](http://www.lex-24.de/nl/Top/Deeltjesversneller), zoals bij [CERN](http://www.lex-24.de/nl/Top/CERN) en bij het [Fermilab](http://www.lex-24.de/nl/Top/Fermilab" \o "Fermilab" \t "_top)maakten het mogelijk om waarnemingen te doen aan deeltjes bij hoge botsingsenergieen.

Tegenwoordig is er een nieuwe theorie in opkomst: de [stringtheorie](http://www.lex-24.de/nl/Top/Stringtheorie). Deze moet antwoord geven op vragen hoe de zwaartekracht met de elektromagnetische kracht, de [zwakke wisselwerking](http://www.lex-24.de/nl/Top?title=Zwakke_wisselwerking&action=edit) en de [sterke wisselwerking](http://www.lex-24.de/nl/Top/Sterke_wisselwerking) verenigd kan worden. Wat de zwaartekracht is op zeer kleine afstanden, die kleiner zijn dan de Plancklengte, de zgn.[superzwaartekracht](http://www.lex-24.de/nl/Top?title=Superzwaartekracht&action=edit). De superzwaartekracht zou plaatsvinden in een [zwart gat](http://www.lex-24.de/nl/Top/Zwart_gat) of aan het begin van de [oerknal](http://www.lex-24.de/nl/Top/Oerknal). Deze nieuwe theorie, hoewel veelbelovend, is nog speculatief.

Geschiedenis

De moderne kosmologie begon met de inzichten van [Copernicus](http://www.lex-24.de/nl/Top/Nikolaus_Copernicus" \o "Nikolaus Copernicus" \t "_top), waarmee afscheid genomen werd van het oude van oorsprong Griekse [geocentrische wereldbeeld](http://www.lex-24.de/nl/Top/Geocentrisme). Toen de[astronomie](http://www.lex-24.de/nl/Top?title=Astronomie&action=edit) een empirische [wetenschap](http://www.lex-24.de/nl/Top/Wetenschap) werd, waarbij inzichten getoetst werden aan waarnemingen, namen de inzichten in de kosmos toe. [Tycho Brahe](http://www.lex-24.de/nl/Top/Tycho_Brahe) deed aan het eind van de zestiende eeuw nauwkeurige observaties van de planeetbanen en op grond van die gegevens kon zijn assistent [Johannes Kepler](http://www.lex-24.de/nl/Top/Johannes_Kepler) zijn beroemde [wetten](http://www.lex-24.de/nl/Top/Wetten_van_Kepler) opstellen. Door gebruik te maken van de wiskunde als hulpwetenschap in de astronomie kon Kepler nauwkeurige berekeningen maken.

Door de uitvindingen van de [telescoop](http://www.lex-24.de/nl/Top/Telescoop) kon [Galileo](http://www.lex-24.de/nl/Top/Galileo_Galilei" \o "Galileo Galilei" \t "_top) de manen van [Jupiter](http://www.lex-24.de/nl/Top/Jupiter_%28planeet%29) observeren en een [heliocentrische theorie](http://www.lex-24.de/nl/Top/Heliocentrisme) naar voren brengen. Ondanks tegenwerking van de[Rooms-Katholieke kerk](http://www.lex-24.de/nl/Top/Rooms-Katholieke_kerk), die Gallileo negen jaar voor zijn dood levenslang huisarrest had opgelegd, was de vooruitgang van de wetenschappelijke astronomie niet meer tegen te houden. De zwaartekracht wetten van [Isaac Newton](http://www.lex-24.de/nl/Top/Isaac_Newton) gaven inzicht in de werking van de zwaartekracht op objecten op grote afstand.

De technologische vooruitgang maakte het mogelijk dat er steeds betere waarnemingen werden gedaan. [William Herschel](http://www.lex-24.de/nl/Top/William_Herschel) kon dankzij zijn grote zelfgebouwde telescoop waarnemingen doen waarbij hij andere melkwegstelsels kon waarnemen en stelde een theorie op waabij de zon een onderdeel was van zo'n eiland nevel. Een idee dat eerder door [Immanuel Kant](http://www.lex-24.de/nl/Top/Immanuel_Kant" \o "Immanuel Kant" \t "_top) naar voren was gebracht. Het inzicht dat de zon onderdeel is van een melkwegstelsel betekende een definitief einde van het heliocentrisme, waar bij de zon het middelpunt van het universum was

Onderzoek aan de melkweg werd gedaan door bekende Nederlandse astronomen als [Jacobus Cornelius Kapteyn](http://www.lex-24.de/nl/Top/Jacobus_Cornelius_Kapteyn) en [Jan Hendrik Oort](http://www.lex-24.de/nl/Top/Jan_Hendrik_Oort), waardoor inzicht in de structuur en in de rotatie van de melkweg werd gegeven. De uitdijing werd door [Edwin Hubble](http://www.lex-24.de/nl/Top/Edwin_Hubble) beschreven in een artikel dat in 1929 verscheen. Dit gegeven gecombineerd met de relativiteitstheorie was aanleiding voor de hete oerknaltheorie van [George Gamow](http://www.lex-24.de/nl/Top?title=George_Gamow&action=edit) samen met [Ralph Alpher](http://www.lex-24.de/nl/Top?title=Ralph_Alpher&action=edit) en [Robert Herman](http://www.lex-24.de/nl/Top?title=Robert_Herman&action=edit).

Kosmologie en religie

De kosmologie als wetenschap staat soms op gespannen voet met religie. In veel heilige boeken wordt de schepping beschreven als een daad van een opperwezen. De Rooms-Katholieke kerk heeft het werk van Copernicus en Galileo onmogelijk proberen te maken. Tegenwoordig is er ook veel weerstand vanuit de hoek van creationisten, die niet kunnen aanvaarden dat er een schepping heeft plaatsgevonden die vele miljarden jaren eerder was dan het scheppingsmoment dat volgens bepaalde creationisten 6000 jaar geleden heeft plaatsgevonden.

Zie ook: [Astronomie](http://www.lex-24.de/nl/Top?title=Astronomie&action=edit)

Externe link:

* [Geschiedenis van de kosmologie](http://www.pgserve.demon.nl/Astro/kosmologie.htm) (*http://www.pgserve.demon.nl/Astro/kosmologie.htm*)
* [The 2dF Galaxy Redshift Survey](http://magnum.anu.edu.au/~TDFgg/) ([*http://magnum.anu.edu.au/~TDFgg/*](http://magnum.anu.edu.au/~TDFgg/))

|  |
| --- |
|  |

Blog Entry **WMAP DOORBRAAK**

**HET DNA VAN DE HEMEL**

Robbert Dijkgraaf

(2003)

**Robbert Dijkgraaf** is hoogleraar mathematische fysica aan de Universiteit van Amsterdam.

*Our cosmic habitat***door Martin Rees.   
Princeton University Press.   
Princeton, New Jersey 2001. 224 pag. $ 35,00  
Vertaald als *De kosmos, onze wereld.*   
  
  
*How the universe got its spots: diary of a finite time in a finite space*  
door Janna Levin.   
Princeton University Press.   
Princeton, New Jersey 2002. 224 pag. $ 22,95   
Vertaald als *Hoe het heelal zijn vlekken kreeg.***

**Een doorbraak in de kosmologie maakt duidelijk wat we niet weten. Is dat een blamage voor de fysica?**   
  
Ons wereldbeeld is de afgelopen maanden ingrijpend veranderd, en dan hebben we het niet over de Tweede-Kamerverkiezingen of de wereldpolitiek.

Met de kenmerkende bescheidenheid van de wetenschap is **een aantal grote vragen beantwoord die de mens vanaf de vroegste tijden heeft beziggehouden,**ook al kan men zich afvragen wie de rust kon opbrengen naar het antwoord te luisteren.

 Ergens ondergesneeuwd in het lokale nieuws van de planeet aarde, tussen Bush, Bagdad, Balkenende en Beatrix, werden op 12 februari de eerste metingen aangekondigd van de Amerikaanse Wilkinson**Microwave Anisotropy Probe (WMAP**) satelliet, die met grote precisie de **ouderdom, ontstaansgeschiedenis, grootte en vorm van ons heelal** heeft vastgesteld.  
  
Zo is nu bekend dat ‘wij’, dat wil zeggen alle materie en straling, ‘onze kosmische habitat’ om met een van de hier besproken boeken te spreken, ja, zelfs de tijd, **13,700 miljoen jaar oud zijn**- een getal dat is vastgesteld met een nauwkeurigheid van 200 miljoen jaar.

Dat is een leeftijdsbepaling met de precisie van een geologische schaal, zeg maar plus of minus de dinosauri챘rs.

Vergelijk dit perspectief met de berekening van de Ierse aartsbisschop James Ussher, die in 1650 de vele generaties in de oudtestamentische bijbelboeken optelde en concludeerde dat de schepping begon bij de dageraad van 23 oktober in het jaar 4004 voor Christus.

Natuurlijk was de leeftijd van het universum al langer bij benadering bekend - ergens tussen de 10 en 15 miljard jaar - maar onderschat niet de kracht van de extra decimaal. Over een aantal jaren zal de 13,7 miljard jaar een culturele icoon worden, net als de 4,5 miljard jaar die onze aarde bestaat, een getal dat trouwens met dezelfde 1% precisie bepaald is. 

*‘Dit is een stille wetenschappelijke revolutie, die om een homerische vergelijking vraagt.’*

De WMAP satelliet bracht ons nog allerlei ander fascinerend nieuws. Zo blijkt maar 4% van de totale energie in het heelal te bestaan uit de vertrouwde deeltjes waaruit alle sterren en planeten zijn samengesteld.

De resterende 96% is simpelweg van onbekende aard en vormt een enorme uitdaging, maar ook een beetje een blamage voor de moderne fysica.

Het laat weer eens zien hoe zelfs volwassen disciplines als de natuurkunde en de sterrenkunde - door velen gezien als een min of meer afgeronde zaak - slechts kleine eilanden van kennis in een zee van onwetendheid zijn.

Maar dit onbegrip is nu wel precies gemaakt, en dat is toch weer de unieke kwaliteit van de wetenschap.

Zo bestaat 23% van de vermiste energie uit zogeheten koude, donkere materie: nieuw te ontdekken deeltjes waarvan we weinig anders weten dan dat ze elkaar via de zwaartekracht aantrekken.

De overgebleven 73% wordt gevormd door een mysterieuze vorm van onzichtbare pure energie, ‘donkere energie’ gedoopt.

Deze energie is waarschijnlijk het gevolg van de kortlevende deeltjes die, gedoogd door de soepele wetten van de kwantummechanica, continu ontstaan en weer verdwijnen in het vacu체m.

De veerkracht van deze donkere energie die in de lege ruimte ligt opgesloten, doet het heelal als een soort ineengedrukte spons versneld uitdijen.   
  
Dit alles is een stille wetenschappelijke revolutie, die om een homerische vergelijking vraagt.

Soms ziet de reiziger vanuit de verte een in mist gehuld landschap opdoemen dat een tijd lang object van wilde speculatie wordt. Is het een bergtop of een wolkenformatie, een meer of een gletsjer?

De verbeelding probeert wanhopig uit de beschikbare informatie een beeld te vormen. Dan plotseling breken de mistflarden uiteen en vallen de visuele puzzelstukjes een voor een in elkaar. In het korte moment voordat het landschap in alle details zichtbaar wordt en alle ambigu챦teiten verdwijnen, is men gevangen in een gebied tussen onzekerheid en zekerheid, tussen ongeremde verbeelding en de trivialiteit van een voor iedereen zichtbaar feit.  
  
In een dergelijke ‘ontluikende’ fase bevindt zich op dit moment de kosmologie, het wetenschapsgebied dat niets minder dan het heelal zelf als studieobject beschouwt.

Kosmologie was tot voor kort een vakgebied dat van louter speculatie aan elkaar hing.

Zo plaatste onze Nobelprijswinnaar Martinus Veltman het nog een paar jaar geleden

‘**ergens tussen de economie en de parapsychologie’**.

Een kosmoloog was***‘****often wrong, but never in doubt’* en werkte volgens de principes van de grote cultuurfilosoof Marx (Groucho, niet Karl), van wie de onsterfelijke woorden zijn: *‘These are my principles, and if you don’t like them,... I have others.’* Men heeft dan ook geleerd kosmologische voorspellingen met een gezonde dosis scepsis tegemoet te treden.   
  
Maar deze situatie is snel aan het omslaan.

In de afgelopen jaren zijn veel belangrijke waarnemingen gedaan en er staan er nog meer op stapel, zowel vanuit satellieten als vanaf de aarde.

Uit deze resultaten zijn met een indrukwekkend aantal decimalen de karakteristieken van het heelal af te lezen.

De verwachting is dan ook dat de kosmologie binnen een paar jaar een volledige *make-over* zal hebben ondergaan tot een respectabel, kwantitatief vakgebied.   
  
**Deze transformatie is mijns inziens een ongekende revolutie in vergelijking tot andere revoluties in de natuurwetenschap.**

Men kan denken aan de enorme impact in de fysica van de ontwikkeling van de **kwantummechanica**of het **standaardmodel van de elementaire deeltjesfysica.** Of aan de kwantumsprongen in de biologie - zoals de **evolutietheorie van Darwin**en de ontrafeling van het **DNA molecuul door Crick en Watson**- die de moderne basis vormen van het begrip van het leven.

Als binnenkort alle kengetallen van het heelal bekend zijn, zal dit ‘kosmische standaardmodel’ onderdeel worden van de **natuurwetenschappelijke canon**en heeft de mens een belangrijke plaatsbepaling in de orde der dingen gevonden.  
  
Centraal in deze revolutie staat de **kosmische achtergrondstraling**: een zee van lichtdeeltjes die een relict (en ook een beetje een reliek) vormt van de big bang.

Ongeveer 380.000 jaar na de oerknal zijn deze fotonen ontstaan en sindsdien vliegen ze ongehinderd door de kosmos totdat ze in onze aardse satellieten gevangen worden. Dit bad van straling waarin het gehele heelal is ondergedompeld - nogal frisjes met een temperatuur van slechts 2,75 graden boven het absolute nulpunt - is het **allergrootste en alleroudste ons bekende fossiel**.

En het hoeft niet opgegraven te worden, want het staat levensgroot aan de hemel. **Alleen als we in de nabije toekomst zwaartekrachtsgolven en neutrino’s gaan meten, bijna onzichtbare spookdeeltjes die dwars door alle materie heen gaan, zullen we nog dieper in het verleden kunnen kijken.**  
Toch werd deze **vingerafdruk van de schepping**eerst nog verward met duivenpoep. I

n 1965 waren in het plaatsje Holmdel in New Jersey de twee Amerikaanse telecom-ingenieurs **Arno Penzias**en **Robert Wilson** in opdracht van de befaamde Bell Labs met een nieuwe microgolfontvanger aan het werk.

Het apparaat werd gebruikt om de eerste communicatie per satelliet te testen. Er was een storend achtergrondsignaal in hun ontvanger dat ze maar niet wisten kwijt te raken. Ze probeerden van alles. Onder andere verwijderden ze een laag van wat ze later een ‘***bijzonder goed isolerend organisch medium’*** zouden noemen. Zonder dat ze het wisten, hadden deze ingenieurs **het eerste signaal van de oerknal opgevangen** en hiermee de moderne experimentele kosmologie ingeluid.

*‘Nu bekend is dat “wij” 13,7 miljard jaar oud zijn, zal over een aantal jaren de leeftijd van het universum een culturele icoon worden, net als de 4,5 miljard jaar die onze aarde bestaat.’*

Het idee dat het heelal door een oerknal is ontstaan en dat er nog restanten van dit explosieve begin aanwezig zouden moeten zijn, werd eind jaren twintig voor het eerst door de Waalse priester (met een MIT doctoraat) **George Lema챤tre**geopperd - overigens een interessant gegeven voor een discussie over de relatie tussen geloof en kosmologie.

Hij vergeleek het huidige heelal met een zojuist beëindigde vuurwerkvoorstelling en zag ons ‘***vanaf een goedafgekoelde sintel kijken naar de afkoelende zonnen terwijl we ons de verdwenen briljante oorsprong van de wereld probeerden voor te stellen’***.

Het was daarna vooral de Russisch-Amerikaanse fysicus George Gamov die het idee propageerde dat de big bang een vingerafdruk moet hebben nagelaten in de vorm van een alles omringend bad van straling. De temperatuur werd toen geschat tussen de 챕챕n en tien graden boven het absolute nulpunt.  
  
Uiteindelijk maakte de fysicus Robert Dicke in Princeton de eerste concrete plannen voor de directe waarneming van dit verschijnsel.

Toen men al vergevorderd was met de constructie van een speciaal ontworpen microgolfdetector en zodoende geen verdere concurrentie vreesde, mocht een van Dicke’s medewerkers, de theoreticus Jim Peebles, er een voordracht over geven.

Via de informele tamtam bereikten zijn idee챘n ook Penzias en Wilson, die op dat moment zaten te worstelen met het onverklaarbare stoorsignaal van hun apparaat, dat ironisch genoeg Dicke zelf twintig jaar eerder ontworpen had.

De fysici uit Princeton wisten niet dat op dertig mijl afstand hun experiment al was uitgevoerd! De twee groepen kwamen bij elkaar en de rest is geschiedenis.

Het artikel van Penzias en Wilson - uiteindelijk goed voor de Nobelprijs in 1978 - verwijst slechts zeer subtiel naar de kosmologische verklaring.

De nederige titel *A measurement of excess antenna temperature at 4080 Mc/s* wordt als wetenschappelijk understatement slechts overtroffen door de beroemde laatste zin in het artikel van Crick en Watson waarin ze de structuur van het DNA molecuul wereldkundig maken: *‘It has not escaped our notice that the specific pairing we have postulated immediately suggests a possible copying mechanism for the genetic material.’*  
  
De volgende fase in deze kosmische thriller is de Cosmic Background Explorer (COBE) satelliet, die begin jaren negentig nauwkeurig naar de afwijkingen in de achtergrondstraling ging zoeken en **deze ook vond**.

De minuscule variaties in temperatuur aan de hemel zijn verantwoordelijk geweest voor de vorming van alle structuur in het heelal - sterrenstelsels, sterren, planeten, en uiteindelijk ook het leven op aarde.

Als deze kleine imperfecties niet aanwezig waren geweest, zou het heelal een uniforme, oninteressante brei zijn geworden.

In de gangbare theorie챘n zijn de weeffoutjes in het heel vroege heelal ontstaan uit de intrinsieke variaties die in de kwantumtheorie liggen besloten, het gevolg van het onzekerheidsprincipe van Heisenberg.

Door de enorme uitdijing van het heelal werden de kwantumfluctuaties, die normaal gesproken alleen een rol spelen in de wereld van de elementaire deeltjes, uitvergroot tot werkelijk kosmische proporties.

***Het zijn de precisiemetingen van de variaties in de achtergrondstraling die uiteindelijk de grootte, leeftijd en samenstelling van het heelal bepalen.***

Ook al waren de COBE resultaten indrukwekkend, ze worden nu ruimschoots overtroffen door de spectaculaire beelden van WMAP, die de achtergrondstraling in veel meer detail in kaart brengt.  
  
  
  
  
De topologie van de ruimte,( janna levine  )  zeg maar de vorm van het heelal. Moeten we deze voorstellen als een oneindig vlak, of kromt het heelal in zichzelf terug als een reusachtige bol of fietsband zodat we, als we maar ver genoeg kijken, ons eigen achterhoofd kunnen zien?

Het zijn fascinerende vragen, die zelfs met de nieuwste WMAP data nog niet overtuigend beantwoord kunnen worden, hoewel er op dit moment druk over gespeculeerd wordt in de literatuur....( en een aanzet tot  ) .... het kosmologische standaardmodel, in het bijzonder de structuurvorming in het vroege heelal.

‘Het waarom’.

Waarom is het heelal zoals het is? Waarom heeft het de karakteristieke leeftijd, grootte en vorm, die nu met indrukwekkende precisie door WMAP gemeten zijn?

Dit is de laatste en misschien ook de allergrootste vraag.

Was er **een keuze in de natuurwetten**, het scala aan elementaire deeltjes en de beginconditie die uiteindelijk de geschiedenis van het heelal hebben mogelijk gemaakt, van de oerknal tot de ontwikkeling van het leven op aarde?

**Zijn grootheden als het aantal ruimtedimensies, de lading en massa van het elektron en de snelheid van het licht, die wij als natuurconstanten in een tabellenboek opzoeken, ooit door een scheppende kracht uit een catalogus uitgekozen?**  
  
Rees blijkt in deze discussie over Het Grote Waarom gecharmeerd van het **antropische principe**, het beginsel waarin het bestaan van intelligent leven op aarde centraal staat in het begrip van de natuur.

***Volgens het antropische principe bepaalt het simpele feit dat de mens er is en zich de waarom-vraag stelt met terugwerkende kracht de kosmische parameters.***

Een kleine verandering in 챕챕n van deze getallen, zoals een elektron dat iets lichter uitvalt of een zwaartekracht die iets sterker aantrekt, kan zulke grote gevolgen hebben voor de geschiedenis van het heelal dat het niet langer bevolkt kan worden door organismen met zelfreflectie.

Het heelal moet vooral zo fijn worden afgesteld dat het in staat is voldoende complexiteit te ontwikkelen, om uiteindelijk te leiden tot het ontstaan van het leven, en in het bijzonder van kosmologieboeken en deze bespreking!   
  
**Vele fysici zien een beroep op het antropische principe als een wetenschappelijke capitulatie.** Ze voelen zich daarin gesterkt door het fenomenale succes van de **reductionistische kijk**op de wereld.

Logisch gezien kunnen dit soort argumenten ook hoogstens een noodzakelijke voorwaarde geven en **nooit een ultieme verklaring**vormen.

Maar de problematiek wordt wel aangescherpt door recente pogingen de nog onbekende fysica van de oerknal te beschrijven, zoals binnen de snaartheorie (zie *De zegetocht van de snaartheorie*, ABG 33, juni 2002).

De snaartheorie ligt uniek vast als theorie maar haar voorspellende waarde wordt ondergraven door het waarschijnlijk zeer grote aantal verschillende grondtoestanden - fysica-*slang* voor de mogelijke verschijningsvormen van het universum.

De vraag blijft dan in welke van deze vele mogelijke werelden wij leven, iets wat de theorie niet vastlegt.  
  
Een analoge situatie kan gevonden worden in het denken over het zonnestelsel.

Zo worstelde in het begin van de zeventiende eeuw Johannes Kepler met de vraag welk principe de specifieke afstanden van de zes toen bekende planeten tot de zon vastlegt.

En vooral, waarom staat de aarde 150 miljoen kilometer ver van de zon? In zijn eerste poging deze vraag wetenschappelijk te beantwoorden, gebruikte hij geraffineerde wiskunde. Hij ging uit van de vijf platonische lichamen, de unieke regelmatige veelvlakken die de oude Grieken en later vele kunstenaars zo fascineerden. In Keplers tijd was dit state of the art wiskundige technologie. Door deze vijf figuren ingenieus in elkaar te passen, construeerde Kepler een planetair model dat redelijk de gemeten waarden van de zes planeetbanen kon reproduceren. Nu lijkt deze poging vergezocht en een duidelijk voorbeeld van een doorgeschoten theoretisch idee, een te grote drang tot wiskundige perfectie, los van het feit dat uiteindelijk nog drie nieuwe planeten gevonden zouden worden.   
  
Kort daarna vond Kepler echter wel een belangrijk gegeven, namelijk dat alle planeetbanen ellipsen zijn. Dit feit zou later door Newton wiskundig begrepen worden en is universeel: iedere maan, planeet of astero챦de die aangetrokken door de zwaartekracht zijn rondjes draait, of het nu rond de aarde, de zon of een verre ster is, zal (in eerste benadering) een ellips beschrijven. Maar dit verklaart nog steeds niet de afstand van de aarde tot de zon. Wat kunnen we Kepler vertellen als hij nu via een tijdmachine voor ons zou verschijnen en ons zijn grote waarom-vraag stelt?   
  
**Ons beste antwoord zou zijn dat 150 miljoen kilometer niets bijzonders is, dat er geen principi챘le verklaring voor is.**

Het heelal bevat ontelbare zonnen, waarvan de meeste planeten zullen hebben met een scala aan afmetingen en afstanden. We zouden hem zelfs wat computersimulaties kunnen laten zien en elke keer dat ons zonnestelsel digitaal herboren wordt, zal er een nieuwe configuratie van planeten ontstaan, een paar grote en een paar kleine, met soms eentje die lijkt op de aarde.  
  
**De enige rechtvaardiging voor de 150 miljoen kilometer is niet wiskundig maar antropisch**.

Als de baan van de planeet aarde bijvoorbeeld 4 miljard kilometer groot zou zijn, dan zouden we ons op de plaats van Neptunus bevinden.

Onze wereld zou dan bestaan uit bevroren gaswolken met een temperatuur van 225 graden onder nul. In deze ijselijke omstandigheden zou er geen enkele kans zijn voor een levend organisme, laat staan een Kepler, die de oorspronkelijke vraag had kunnen stellen. Ons antwoord is daarmee de ultieme *just so story.*  
  
Rees voert dit argument elegant verder en schetst **een scenario waarin in een spervuur van oerknallen verschillende parallelle versies van onze kosmos zijn ontstaan, gekozen uit een multiversum -**een catalogus van mogelijke universa, van allerlei soorten en maten.

 Dit roept een beeld op van **de natuur als een reusachtig roulettewiel, waarbij ieder vakje staat voor een ander mogelijk heelal, met bijvoorbeeld een verschillend aantal dimensies of een andere lading voor het elektron**.

Bij iedere oerknal valt het balletje en komt het in een van de vakjes tot rust.

**In een van deze mogelijke werelden, een die nu 13,7 miljard jaar oud is, leven wij.**

<http://www.academischeboekengids.nl/abg/do.php?a=show_visitor_artikel&id=207>

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Steve Weinberg  'WIJ PASSEN IN GEEN ENKELE ANDERE WERELD'** Door Dirk Draulans januari 09  De Amerikaanse Nobelprijswinnaar natuurkunde Steven Weinberg was onlangs in Brussel voor de jongste editie van de Solvay-conferentie.  Een gesprek over de kosmologische constante,  de kinderachtigheid van godsdienst en  de beperkingen van onze hersenen.  Het was in 2005 exact honderd jaar geleden dat Albert Einstein zijn belangrijkste idee챘n formuleerde, zoals de speciale relativiteitstheorie.  Een goede gelegenheid, dachten enkele natuurkundigen van de Vlaamse en Franstalige **Vrije Universiteit Brussel**, om de prestigieuze **Solvay-conferenties**uit het verleden nieuw leven in te blazen.  Ze kozen daarvoor dezelfde locatie als de eerste edities:  het luxueuze Hotel M챕tropole in hartje Brussel, waar Einstein en de Deense fysicus Niels Bohr ooit hun beroemde discussies hielden over de betekenis van  de kwantummechanica: de fysica van het allerkleinste.  Nog altijd zijn de natuurkundigen er niet uit.  Ze slagen er maar niet in om Einsteins relativiteitstheorie te verzoenen met de kwantummechanica.  Hun grote hoop is sinds kort gevestigd op de **nieuwe snaartheorie,** waarin de kwanta niet langer wiskundige punten zijn, maar eindeloos kleine,  trillende draden in een veeldimensionele ruimte.  De Solvay-conferentie, die begin december 2005 in Brussel gehouden werd, stond volledig in het teken van de kwantumstructuur van Einsteins ruimte en tijd.  Iedereen was het erover eens dat ruimte en tijd slechts afgeleide begrippen zijn.  Dat belette echter niet dat er, naar analogie met de **eerste Solvay-conferentie in 1911,**v챕챕l verwarring bleef bestaan.   * [Solvay Conference](http://en.wikipedia.org/wiki/Solvay_Conference)   [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6e/Solvay_conference_1927.jpg/800px-Solvay_conference_1927.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6e/Solvay_conference_1927.jpg)  [A. Piccard](http://en.wikipedia.org/wiki/Auguste_Piccard), [E. Henriot](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=E._Henriot&action=edit), [P. Ehrenfest](http://en.wikipedia.org/wiki/Paul_Ehrenfest), [Ed. Herzen](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Ed._Herzen&action=edit), [Th. De Donder](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Th._De_Donder&action=edit), [E. Schrödinger](http://en.wikipedia.org/wiki/Erwin_Schr%C3%B6dinger), [E. Verschaffelt](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=E._Verschaffelt&action=edit), [W. Pauli](http://en.wikipedia.org/wiki/Wolfgang_Pauli), [W. Heisenberg](http://en.wikipedia.org/wiki/Werner_Heisenberg), [R.H. Fowler](http://en.wikipedia.org/wiki/R.H._Fowler), [L. Brillouin](http://en.wikipedia.org/wiki/Leon_Brillouin),  [P. Debye](http://en.wikipedia.org/wiki/Peter_Debye), [M. Knudsen](http://en.wikipedia.org/wiki/Martin_Knudsen), [W.L. Bragg](http://en.wikipedia.org/wiki/William_Lawrence_Bragg), [H.A. Kramers](http://en.wikipedia.org/wiki/Hendrik_Anthony_Kramers), [P.A.M. Dirac](http://en.wikipedia.org/wiki/Paul_Dirac), [A.H. Compton](http://en.wikipedia.org/wiki/Arthur_Compton), [L. de Broglie](http://en.wikipedia.org/wiki/Louis%2C_7th_duc_de_Broglie), [M. Born](http://en.wikipedia.org/wiki/Max_Born), [N. Bohr](http://en.wikipedia.org/wiki/Niels_Bohr),  [I. Langmuir](http://en.wikipedia.org/wiki/Irving_Langmuir), [M. Planck](http://en.wikipedia.org/wiki/Max_Planck), [Mme. Curie](http://en.wikipedia.org/wiki/Marie_Curie), [H.A. Lorentz](http://en.wikipedia.org/wiki/Hendrik_Lorentz), [A. Einstein](http://en.wikipedia.org/wiki/Albert_Einstein), [P. Langevin](http://en.wikipedia.org/wiki/Paul_Langevin), [Ch. E. Guye](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Ch._E._Guye&action=edit" \o "Ch. E. Guye" \t "_top), [C.T.R. Wilson](http://en.wikipedia.org/wiki/C.T.R._Wilson), [O.W. Richardson](http://en.wikipedia.org/wiki/Owen_Willans_Richardson)  Toch bereikte de conferentie in 2005 een consensus over wat het **'radicaal conservatisme'**heet: de stelling dat ***de kwantummechanica zoals we ze vandaag kennen, onveranderd gebruikt zal blijven worden.***    Een van de opvallendste deelnemers was de Amerikaan **Steven Weinberg**, die in 1979 de Nobelprijs natuurkunde kreeg voor zijn bijdrage tot de ontwikkeling  van het **standaardmodel van de natuurkunde**: een model dat alle bekende elementaire deeltjes en krachten op een logische manier met elkaar in verband brengt.  Sindsdien is Weinberg van fysicus tot kosmoloog geëvolueerd.  Hij heeft een reeks - soms uiterst toegankelijke - boeken over zijn vak geschreven, en in zijn vrije tijd amuseert hij zich met het bestuderen van oorlogen. Tussen een resem lezingen en museumbezoeken door maakte hij tijd voor een gesprek.    **Steven Weinberg (72)  Amerikaans fysicus  Nobelprijs fysica 1979 voor zijn bijdrage tot de ontwikkeling van het standaardmodel voor de natuurkunde**  **http://www.elpais.es/elpaismedia/diario/media/200311/05/futuro/20031105elpepifut_1_I_SCO.jpg *'Met of zonder godsdienst zouden er goede mensen zijn die goede dingen doen en slechte mensen die slechte dingen doen.  Maar om goede mensen slechte dingen te laten doen, heb je godsdienst nodig.*'(3)**  **De Solvay-conferenties hebben een lange traditie. Is dat de reden voor uw deelname?** STEVEN WEINBERG:  Dat is een van de redenen. Toen ik jong was, zag ik de bruine foto's van de conferenties met Einstein en Bohr.  Toen al was ik me levendig bewust van de glamour die rond het evenement hing.    **Hoe zou u met Einstein omgegaan zijn, mocht u hem hebben ontmoet?** WEINBERG:  Bohr heb ik ontmoet toen ik student was, maar Einstein nooit.  Misschien maar goed ook, want ik denk niet dat ik een bevredigend contact met hem zou hebben gehad.  Toen ik fysicus werd, interageerde Einstein al niet meer op een nuttige manier met de natuurkundige gemeenschap.  Maar ik ben er zeker van dat ik hem toen hij jong was w챕l zou hebben gewaardeerd.    **De jonge Einstein had blijkbaar veel moeite met de kwantumtheorie?** WEINBERG:  Oh ja, hij hield niet van de kwantummechanica door het probabilistische karakter ervan, zoals de mogelijkheid dat twee elektronen zich tegelijk op een  verschillende plaats bevinden. Toch is hij een van de grondleggers van de discipline omdat hij in 1905 voor het eerst het kwantumkarakter van licht heeft beschreven.    **Kunt u de stand van zaken op het vlak van de snaartheorie samenvatten?** WEINBERG:  Het probleem is dat er te veel idee챘n zijn: heel rijke wiskundige structuren die smeken om een toepassing.  Alleen weet niemand hoe ze toegepast kunnen worden.  De jongste ontwikkeling in de snaartheorie is de ontdekking dat - hoewel er slechts 챕챕n theorie is - er een massa oplossingen voor de theorie bestaan:  het snarenlandschap. En ik bedoel letterlijk een m찼ssa.    **'Meer dan het aantal atomen in het heelal', zei een van uw collega's.** WEINBERG:  Minstens zoveel. En er zijn 1 met vijfhonderd nullen erachter atomen in het zichtbare deel van het heelal, dat eindeloos groot zou kunnen zijn.  Je ziet meteen het probleem: hoe moeten we uit die massa de oplossing distilleren die van toepassing is op onze eigen wereld? Dat lijkt onmogelijk.    **Wat omvat een oplossing voor de snaartheorie?**  WEINBERG: Wel, je moet begrijpen dat de snaartheorie meestal geformuleerd wordt met zes extra ruimtelijke dimensies naast de drie waar we gewoonlijk mee  werken. Die dimensies zijn in zulke kleine volumes opgerold dat we ons niet van hun bestaan bewust zijn.  De verschillende oplossingen hangen samen met de manier waarop die zes dimensies opgerold zijn.  En het wordt nog ingewikkelder, want aan elke dimensie zijn velden verbonden die verschillende waarden kunnen hebben.  Vanuit het standpunt van de mensheid gezien primeert dat elke oplossing overeenstemt met een bepaald soort wereld, met een bepaalde set van elementaire  deeltjes en krachten.  **Bestaan er dus werelden die fundamenteel van de onze verschillen?** WEINBERG: Het is denkbaar dat er een wereld is zonder elektronen of een wereld waarin elektronen niet de lichtste deeltjes zijn.  Nog iets waarin de werelden zich van elkaar kunnen onderscheiden, is een fundamentele constante die Einstein in 1917 introduceerde en die verband houdt  met de energie van het vacu체m.  Ze wordt wel eens de kosmologische constante genoemd, en ze heeft geen waarneembare effecten op de aarde.  Maar ze be챦nvloedt de expansie van het heelal - sinds de Grote Oerknal dijt het heelal almaar verder uit.  Afhankelijk van haar waarde (positief of negatief, nvdr) zorgt de constante ervoor dat de uitdijing versnelt of vertraagt.    **Is die constante ondertussen al gemeten?** WEINBERG:  Ja, hoewel dat heel moeilijk was omdat haar effecten verwaarloosbaar zijn op de afstanden waarmee wij op aarde werken.  Ze is vergelijkbaar met een heel zwakke, afstotende kracht die sterker wordt op heel grote afstanden.  In 1998 is ontdekt dat de uitdijing van het heelal versnelt, zoals je zou verwachten van een positieve kosmologische constante.  Dankzij de snelheid van de uitdijing konden we de constante bepalen.    **Is het niet bizar dat de uitdijing wordt gedreven door de energie van een vacu체m, van het niets dus?** WEINBERG:  (lachend) Oh, maar er is een heleboel 'niets' in de ruimte.  Zwaartekracht wordt niet alleen geproduceerd door massa's, zoals de massa van de zon of van de aarde, maar ook door elke vorm van energie.  De energie van het vacuüm onderscheidt zich van andere energievormen door haar negatieve druk, waardoor ze de uitdijing kan stuwen.  Andere energieën die een aantrekkingskracht uitoefenen, remmen de uitdijing van het heelal daarentegen af.   **Is die energie van het vacuÃ¼m de veelbesproken**  [Donkere energie](http://nl.wikipedia.org/wiki/Donkere_energie) **?**  **WEINBERG:  Inderdaad. Een vraag die absoluut beantwoord moet worden, is of de donkere energie verandert met de tijd.  Als dat niet het geval is, zitten we goed met de kosmologische constante die min of meer overeenstemt met wat er nu gebeurt.**  **ANTROPISCH PRINCIPE  Als het bestaan van de kosmologische constante bevestigd wordt, zou ons eigen bestaan een belangrijke rol spelen in de verklaring waarom de wereld eruitziet zoals hij eruitziet, hebt u ooit geschreven.**  **WEINBERG:  Daarover is op de Solvay-conferentie veel gediscussieerd. Het punt is: in om het even welke theorie met vele werelden (we noemen dat een multiverse), moet om het even welke wetenschappelijke beschaving die de  kosmologische constante meet een waarde vinden binnen een bepaalde beperkte range.  Als de constante te klein is, zal de uitdijing van het heelal zo snel stoppen dat er geen tijd is om leven te laten ontstaan.  Als de constante te groot is, zal het heelal zo snel uitdijen dat de materie nooit kan condenseren om sterrenstelsels en planeten te vormen, zodat leven  evenmin een kans krijgt.  In een multiverse zal iedereen een kosmologische constante meten die ergens in het midden ligt.**    **Anders zou er niemand zijn die iets kan meten?  WEINBERG:  Precies. Dat gemiddelde zou overeenstemmen met de waarde van de energie in het vacu체m op het moment in het verre verleden dat de sterrenstelsels ontstonden. De energiedichtheid in de materie was toen groter dan nu doordat het heelal kleiner was. Eind jaren tachtig voorspelde ik al dat de energiedichtheid van het vacu체m groter zou zijn dan die van de materie nu. Dat werd eind jaren negentig experimenteel bevestigd op basis van waarnemingen van ontploffende sterren of supernova's: de energie van het vacu체m blijkt 2,5 keer groter te zijn dan die van de materie van vandaag. Dat was een geweldig succes, dat het vertrouwen in zulke anthropische redeneringen versterkt heeft. Dat argument houdt echter alleen steek als je ervan uitgaat dat er veel universums bestaan, met een brede waaier aan waarden voor de vacu체menergie. De snaartheorie verschaft een mooie basis voor het bestaan van zo'n multiverse.**    **Volgens het anthropische principe 'kozen' wij de wereld die het best bij ons past?**  **WEINBERG:  Het anthropische principe zegt dat wij in geen enkele andere wereld zouden kunnen leven, net zoals leven alleen maar kan ontstaan op planeten die net ver  genoeg van hun zon staan om het voorkomen van water toe te laten.  Als de aarde de enige planeet in het heelal was, zouden we met een probleem zitten.  Dan zouden we ons moeten afvragen: waarom net die ene planeet de mogelijkheden heeft om leven te dragen.  Dat zou bijna per definitie impliceren dat er ergens een goedmenende schepper was.  In werkelijkheid zijn er miljarden sterren met miljarden planeten.  Dus zullen er wel enkele in de juiste range zitten om leven mogelijk te maken en hebben we die goedmenende schepper niet nodig om het leven hier te  verklaren.**    **Het standaardmodel dat u mee ontwikkelde, was mooi door zijn eenvoud.  Was het, nu het allemaal zo ingewikkeld blijkt te zijn, fout om voor eenvoudige modellen te gaan?  WEINBERG:  Nee, het standaardmodel en andere theorie챘n zijn maar een deel van het antwoord. Het was mooi dat het model zo goed aansloot bij wat bekend was, en dat  het in staat was om verschijnselen te voorspellen die getest konden worden.  Wij wachten nu met spanning tot de nieuwste deeltjesversneller van het Europese Centrum voor Elementaire Deeltjesfysica in het Zwitserse Gen챔ve  operationeel wordt. Die zal de toetsing van de voorspellingen van het standaardmodel afmaken.**    ***Hoe moet het verder met de snaartheorie? Komt er een soort natuurlijke selectie van wilde idee챘n?* WEINBERG:  Dat weet ik eerlijk gezegd niet meer.  Tegenwoordig komen er zo weinig stimulansen van nieuwe experimentele bevindingen, behalve uit de kosmologie.  Ik word er stilaan depressief van dat er zoveel schitterende wiskundige idee챘n circuleren die geen enkel verband meer hebben met de natuurkundige  realiteit. Hier op de conferentie hoorde ik briljante wiskundige verhalen, maar die kunnen op geen enkele manier aan de fysica worden gekoppeld. Dat is frustrerend.   Is wiskunde meer een spel geworden dan een manier om de werkelijkheid te beschrijven?  WEINBERG: Nee, het is gewoon moeilijk om de link met de werkelijkheid te vinden.  Ik verwijt mijn collega's niets, maar ze doen nattevingerwerk zonder dat ze door experimenten gestuurd worden.  Momenteel bevindt de natuurkunde zich in een erbarmelijke staat. (2)**    **Onze hersenen zijn misschien niet in staat de werkelijkheid te vatten.  WEINBERG:  Dat heb ik me al dikwijls afgevraagd. Je kunt honden trainen om fantastische dingen te doen, maar je kunt ze nooit differentiaalvergelijkingen laten  oplossen. Dat is een inherente biologische handicap die aan het hond-zijn verbonden is.  Wij mensen zijn niet alleen slimmer dan honden, we zijn ook in staat om onze hersenen via de taal met elkaar te verbinden tot een netwerk.  Maar dat betekent niet dat we slim genoeg zullen zijn om alle oplossingen voor de snaartheorie te vinden, en die ene eruit te pikken die overeenstemt met  de wereld waarin we leven.**    **Zullen we ooit weten hoe slim we eigenlijk zijn?  WEINBERG:  Nee. Wel zullen we moeten blijven proberen de juiste oplossing te vinden.  We mogen niet vertrekken van de veronderstelling dat we niet slim genoeg zijn.   Waarom willen we dan per se weten hoe onze wereld eruitziet?  WEINBERG:  Je kunt evengoed vragen waarom we ons bezighouden met dingen die onze overleving niet in de hand werken, zoals muziek en po챘zie.  Ik denk dat het bestuderen van het heelal ook zoiets is.**    **Kunst vermomd als wetenschap?  WEINBERG:  Wetenschap is in elk geval heel bevredigend.  Er is een stukje in Plato's dialoog De Republiek waarin Socrates vraagt waarom het zo belangrijk is om astronomie te studeren.  Glaucon antwoordt dat astronomie nodig en nuttig is om kalenders te kunnen maken en om te weten wanneer er geploegd of uitgevaren kan worden.  Maar Socrates spreekt hem streng toe met de boodschap dat de studie van de astronomie vooral nodig is omdat ze betere mensen van ons maakt.   En is dat zo?  WEINBERG:  Ik geloof niet dat wetenschap ons moreel beter maakt, zoals Plato dacht.  Het is gewoon leuk te weten in wat voor wereld we terechtgekomen zijn.**    **De kosmologie heeft van de mens wel iets h챕챕l onbeduidends gemaakt.  WEINBERG:  Ze heeft de mensheid in ieder geval van het juk van de religie bevrijd.**    **Wat is er mis met religie?  WEINBERG:  Het is een overblijfsel uit de kindertijd van de mensheid, een vorm van wishful thinking: zou het niet geweldig zijn dat wij deel uitmaken van een  kosmisch drama met een kosmisch plan waarin we uiteindelijk allemaal in het paradijs terechtkomen?  Zo'n vorm van wishful thinking is heel beschamend, zeker nu we als mensheid opgegroeid zijn.**    **Dus religie is niet meer nodig nu de wetenschap ons de ware wereld heeft leren kennen?  WEINBERG:  Dat bedoel ik niet.  De wetenschap zal religie nooit kunnen vervangen.  Als er een god en een hemel bestonden, zou religie veel meer voor ons kunnen betekenen dan wetenschap.  Ik heb het dan over het schenken van vertrouwen, een sterk moreel gezag en de hoop op een leven na de dood.  Het zou geweldig zijn als het allemaal waar was, maar het is niet waar (1)en het is dan ook kinderachtig om erin te blijven geloven.**    **U moet nogal verontrust zijn door de opkomst van het 'intelligente design' in de Verenigde Staten als alternatief voor de evolutieleer.  WEINBERG:  Natuurlijk, maar dat probleem is minimaal in vergelijking met wat de militante islam doet.  Ik hou niet van mensen die intelligent design willen onderwijzen, maar ze laten tenminste geen vliegtuigen in gebouwen vliegen of zenden geen ,zelfmoordcommando's uit.**    **U hebt een brief ondertekend waarin president George Bush verweten wordt de wetenschap te misbruiken.  WEINBERG:  Ik bekritiseer mijn president niet graag in een vreemd land. Ik doe dat alleen in mijn eigen land.**    **Maar wat vindt u over het algemeen van het misbruiken van wetenschap om idee챘n aanvaardbaar te maken?  WEINBERG:  Het is duidelijk dat je het gezag van wetenschap kunt vernietigen door er misbruik van te maken. (4)**  **In de VS hadden we onlangs een debat over de vraag of het nuttig is om kernwapens te ontwikkelen voor de vernietiging van ondergrondse doelwitten.  Wetenschappers toonden aan dat dit onmogelijk is zonder aan de oppervlakte een heleboel mensen te doden.  Het parlement, dat die wetenschappers geloofde, besloot vervolgens om het onderzoek niet te financieren.   Waarom schrijft u zoveel over oorlog?  WEINBERG: I n een oorlog is er veel duidelijkheid over succes of het gebrek daaraan.  Was de sociale politiek van Otto von Bismarck een succes?  Dat is een moeilijke vraag, omdat daarbij allerlei waardeoordelen meespelen.  Wel kun je perfect bestuderen of het Duitse leger succesvol was in de strijd tegen de Fransen en de Pruisen.**    **Is dat wetenschappelijker?  WEINBERG:  Ja, het benadert meer de beoordeling die je als wetenschapper zou maken.  De militaire geschiedenis leert veel over de kracht en de zwakte van verschillende maatschappijen.  Samenlevingen moeten hun oorlogen winnen om te kunnen overleven.**    **Zal de nieuwe natuurkunde een vernietigend wapen opleveren?  WEINBERG:  Ik weet het niet. Op dat vlak ben ik héél ouderwets.  Ik maak me veel zorgen over kernwapens, en vooral over de verspreiding ervan in de islamitische wereld.  Het is niet mogelijk om iets te ont-uitvinden, maar als het mogelijk zou zijn, zou ik heel hard mijn best doen om dat voor kernwapens te realiseren.**    **Waarom zouden we ons zorgen moeten maken om oorlog als we toch een onbeduidende rol spelen in het heelal?**  **WEINBERG:  Ik denk niet dat het menselijke leven onbeduidend is.  Het is onbeduidend vanuit het standpunt van het heelal, maar niet vanuit dat van de mensheid, dat in feite het enige standpunt is wat er echt toe doet.  Oorlog is een goede manier om alles te vernietigen wat de mensheid zo wonderbaarlijk maakt, dus moeten we er alles aan doen om oorlog te vermijden.**        [Steven Weinberg](http://en.wikipedia.org/wiki/Steven_Weinberg),      Steven Weinberg  Amerikaans fysicus (geboren 1933, winnaar van de Nobelprijs voor natuurkunde in 1979).   Hield  een  belangrijke en  vaak geciteerde  toespraak  in 1999 , voor een conferentie over **kosmisch   ontwerp**van de**'American Association for the Advancement of Science**' in Washington, D.C.  Op het net is [een artikel](http://www.physlink.com/Education/essay_weinberg.cfm) te vinden dat gebaseerd is op deze toespraak.  In dit **artikel**gaat hij in op de vraag of  **het universum ontworpen kan zijn.**    **Zijn antwoord**daarop is een heel duidelijk **'nee'** en hij legt haarfijn uit waarom dat volgens hem zo is.  **Reactie ;in de vorm van noten**    **a)Emeritus professor Dr. Jozef T. Devreese, Universiteit Antwerpen en Technische Universiteit Eindhoven**  **--->in het rood mijn( tsjok45) bemerkingen**    **STEVEN WEINBERG In 'Wij passen in geen enkele andere wereld' (Knack nr. 51) zegt Steven Weinberg (1)**  **over het bestaan van 'god': '(...) maar het is niet waar (...)', zonder op  ook maar één moment in het hele gesprek deze uitspraak met argumenten te onderbouwen.**  **Noch de wetenschap, noch enige andere menselijke ervaring leidt tot een bewijs van het bestaan of het niet-bestaan van 'god'.**  **----> Dat is het agnostische standpunt**  **De wetenschap bestudeert die vraag niet.**  ***Net zoals de schoonheid in de kunst of de intensiteit van menselijke emoties, kan de harmonie die de wetenschap ontdekt in de kosmos, sommige mensen laten geloven in het bestaan van een hoger principe, noem het 'god'.***  **Dit geloof is evenwel per definitie niet gebaseerd op enig bewijs.**  **Het is beschamend dat Steven Weinberg dit elementaire onderscheid niet weet te maken.**    **1.-Het agnosticisme is net zoals het atheisme een   filosofisch standpunt  en een axiomatische stellingname ... probleem ?**  **of is alleen agnosticisme( wat de meest aangehangen en voorkomende  instelling onder wetenshappers is  )  toegelaten**  **2.-Er bestaan ook "gelovige   "wetenchappers ... het doet er gewoon weg niet toe**  **---->**  [**http://groups.msn.com/anti-creato/indexclaims.msnw?action=get\_message&mview=1&ID\_Message=555**](http://groups.msn.com/anti-creato/indexclaims.msnw?action=get_message&mview=1&ID_Message=555)    **\*Men mag weinberg geen woorden in de mond leggen :**    **Weinberg zegt ook   niet dat de wetenchap iets "bewijst "over die zaken    ... Hij  geeft zijn  peroonlijke   overtuiging , en er wordt niet verder naar gevraagd  of op ingegaan door Dirk Draulans ....mag toch ?**    **Gerard 't Hooft en Stephen Hawking, die minstens even belangrijke bijdragen hebben geleverd tot de hedendaagse natuurkunde, zijn voorbeelden van  wetenschappers die duidelijk beseffen dat de 'god'-vraag totaal buiten de wetenschap staat.**    **Weinberg zegt nog: (2) 'momenteel bevindt de natuurkunde zich in een erbarmelijke staat'.  Deze uitspraak doet denken dat, over 'god' gesproken, 'Quos vult perdere Jovis prius dementat'  (Degenen die Zeus in het verderf wil storten, verdwaast hij eerst).**  **Weinberg verwart hier de (behartigenswaardige maar tot hiertoe falende) pogingen om de fundamentele krachten in het heelal te unificeren met behulp van de zogenaamde snarentheorie, met de huidige fysica als zodanig.**    **Nochtans is de zaak heel simpel:  \*de snarentheorie is weliswaar hoogst briljante wiskunde, maar - tot vandaag - is het gewoonweg geen natuurkunde.**  **ze is  nog niet empirisch bevestigd , dat is wat anders**    **Het falen van de snarentheorie staat los van de natuurkunde en erbuiten.**  **Snarentheorie  is theoretische    natuurkunde  en  theorieontwikkeling**  **en  daardoor meteen deel van  het fundamentele onderzoek**  **Het staat los van de gevestigde( nog niet gefalsifieeerde /voldoende  geverifieerde  en technische ontwikkelingen in de (pragmatische ?) natuurkunde . Niet los van DE  "natuurkunde ", dus**  **De natuurkunde stelt het uitstekend, getuige hiervan zijn onder andere de recente vooruitgang bij de studie van fascinerende 'nieuwe' toestanden van de  materie (technisch: 'Bose-Einstein condensaten'),**  **Het ontwikkelen van een nieuwe generatie lasers die kernfusie (en minder radioactief afval bij energieproductie) dichterbij brengen,vooruitgang in  gebieden als hoge snelheid gegevens transmissie, atoomklokken en zo verder.**    **Het zwaartepunt van de vernieuwingen en de vooruitgang  komt inderdaad meer  en meer op het technische onderzoek/terrein   te liggen**  **Maar de technische ontwikkelingen zijn ALTIJD al een bron geweest van de natuurkunde ....**  **En dan gaan we nog voorbij aan de recente vooruitgang in de kosmologie en de astronomie.**  **die inderdaad   ook  afhangt van de     fantastische  technische /ontwikkelingen aan het instrumentarium ...maar ook  de wiskunde is een  buitengewoon zich steeds  perfectionerend "  instrument "**      **Verder meent Weinberg ook dat:  (3)'om goede mensen slechte dingen te laten doen, je godsdienst nodig hebt'. Dit is een simplisme dat enkel het misbruik ziet dat sommigen inderdaad van de godsdienst gemaakt hebben.**    **Men kan echter moelijk ontkennen dat godsdiensten\_\_\_ naast het feit dat het voor intellectuelen een leuke puzzle   vormt \_\_\_bij haar gewone volgelingen en gelovig voetvolk een ideologie , doctrine en controlerend  mechanisme is van sectair karakter**    **Bestaan er echter geen andere factoren die 'goede' mensen irrationele en slechte dingen laten doen?**  **Ik denk dat de evolutionaire   psychologie    ,sociobiologie en antropologie veel beter geschikt zijn om daar een antwoord  op te geven**  **En brengen de godsdiensten sommige 'slechte' mensen er niet toe goede dingen te gaan doen?**  **Zo zijn de meeste "bekeerde" islamisten , afkomstig   uit "gevangenissen"voor gemeen recht ... bedoeld   men dit met "goed ?"**    **Zijn bijvoorbeeld al de wandaden bedreven tijdens en in de marge van oorlogen, toe te schrijven aan de godsdienst?**  **Neen , maar alle wandaden zijn  toe te schrijven aan de menselijke" natuur "ook de godsdienst(en)maken daar deel van uit ... tenzij je natuurlijk gelooft dat er één godsdienst is die is onstaan door   een goddelijke openbaring en/of ontwerper ...**      **(4)**  **( tsjok45)**  **Het DI en  het  "wedge"   document maken duidelijk dat het misbruik van wetenschap( =voodoo wetenschap en junk wetenchap ) ,  het gebruik van pseudowetenshap, leugens en  " teaching the controversy " ....      allen          strategieen zijn om de " atheistisch -materialistische " wetenschap  te ondermijnen en te vervangen door "theologie en  theocratie "** |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  | Brian Greene,  'Het heelal is prachtig, mysterieus en bizar'  Interview door Joël De Ceulaer // apr 2006  http://www.pbs.org/wgbh/nova/elegant/images/ever_greene2.jpg   |  | | --- | | Amerikaanse soldaten in Irak schrijven hem dankbrieven, omdat zijn boek hen troost heeft gebracht. Dat lijkt vreemd, want zijn boek gaat over fysica, over de kosmos, over ruimte en tijd. Zelf begrijpt hij die soldaten: 'De grote vragen over het universum helpen je afstand te nemen van je problemen.'  Een gesprek met topwetenschapper Brian Greene, een man op zoek naar een revolutionair idee.   INFO : Brian Greene, 'De ontrafeling van de kosmos', Het Spectrum,  Is het leven de moeite waard, of kun je er maar beter ineens een einde aan maken? De Franse schrijver Albert Camus vond d찼t de enige echt wezenlijke filosofische vraag.  Brian Greene is het daar niet mee eens.  'Vooraleer je die vraag fatsoenlijk kunt beantwoorden, moet je toch eerst weten wat het leven eigenlijk is. En om dat te achterhalen, moet je op z'n minst weten hoe het universum ongeveer in elkaar zit. Dat is het belangrijkste wat ik mensen over natuurkunde zou willen bijbrengen: dat het geen koude en abstracte wetenschap is zonder verband met de rest van de wereld, maar integendeel een bijzonder rijke bron van informatie over de werkelijkheid waarin wij leven. Hoe meer je over het universum weet, hoe beter je kunt beoordelen wat het leven is. .'   In De ontrafeling van de kosmos legt Greene uit wat die inzichten zijn. Wat de natuurkunde al aan het licht heeft gebracht over de werkelijkheid waarin wij ons bevinden.  **De klassieke natuurkunde.  De speciale en algemene relativiteitstheorie.  De kwantumtheorie.**  En, last but not least, de zogenaamde**snaartheorie**, waar Greene zelf op topniveau aan meewerkt  Die snaartheorie, legt hij uit, zou een probleem kunnen oplossen waar wetenschappers al zeventig jaar mee worstelen.  Een probleem waarvan Einstein zijn hele leven vurig hoopte dat het ooit zou worden opgelost.  **Wat is dat probleem precies?** BRIAN GREENE: In 1915 heeft Einstein ons de algemene relativiteitstheorie geschonken. Een prachtige theorie, die klopt, die werkt, die experimenteel kan worden bevestigd. In de jaren twintig en dertig van de vorige eeuw heeft een aantal mensen de kwantummechanica bedacht. Een theorie die 처처k fantastisch goed werkt. Nu is het probleem dat elk van die theorie챘n alleen maar werkt op het eigen niveau. De relativiteitstheorie gebruiken we als dingen heel groot of heel zwaar zijn, als we het over het universum hebben. De kwantumtheorie gebruiken we als we het hebben over dingen die heel klein zijn, als we het over atomen en hun onderdelen hebben. Het zijn twee prachtige theorie챘n, die echter allebei beweren dat de andere theorie niet klopt. Ze zijn niet compatibel. En dat vinden natuurkundigen bijzonder oncomfortabel. De snaartheorie is de eerste poging om beide theorie챘n met elkaar te verzoenen in 챕챕n theorie.    **Waarom moet er eigenlijk 챕챕n theorie zijn? Kunnen die twee theorie챘n niet naast elkaar blijven bestaan?** GREENE: In principe moet dat kunnen. Het probleem is echter dat er situaties bestaan waarin de twee theorie챘n allebei zouden moeten werken. Neem de oerknal, de oorsprong van het universum. We nemen aan dat 찼lles wat we nu zien, het hele universum, bij de oerknal was samengeperst, dus we hebben de relativiteitstheorie nodig, omdat het over iets bijzonder zwaars gaat. Maar bij de oerknal was alles ook ongelofelijk klein, en dus hebben we ook de kwantumtheorie nodig. En dat lukt dus niet, die combinatie. Als we de oerknal proberen te beschrijven, storten onze theorie챘n in mekaar, komt er bij wijze van spreken rook uit onze wiskundige vergelijkingen. Ook als we andere exotische dingen proberen te beschrijven, zoals zwarte gaten, komt er onzin uit onze vergelijkingen. Dat is een probleem. En als wetenschapper geloof ik dat daarvoor een oplossing bestaat.   **Zijn wetenschappers altijd zulke optimisten?** GREENE: Zonder optimisme begin je er niet aan, want de problemen zijn groot. Niets zegt dat mijn optimisme gerechtvaardigd is. Het zou kunnen dat de raadsels van het universum voor altijd buiten ons bereik zullen blijven. Dat we nog heel lang en heel hard zullen werken en totaal geen vooruitgang zullen maken. Maar de geschiedenis toont toch aan dat het anders werkt. Dat de natuur haar geheimen makkelijker prijsgeeft dan je zou kunnen verwachten. Het optimisme waarmee wij aan de snaartheorie werken, heeft daarmee te maken: als we voortgaan op het pad dat we al honderden jaren bewandelen, zal de natuur ook in de toekomst haar geheimen wel weer prijsgeven.    **Wat is het eenvoudigste antwoord op de vraag wat een 'snaar' eigenlijk is?** GREENE: Mensen stellen zich al duizenden jaren de vraag: waarvan is alles gemaakt? Wat is het fundamenteelste stukje materie? Als je iets neemt en je kapt het in twee stukken, en die stukken kap je in nog kleinere stukken, en die stukken in nog kleinere stukken... Waar eindigt dat? Wat is het kleinste ingredi챘nt van de werkelijkheid? Niet het atoom, zoals we lang hebben gedacht, want in een atoom zitten elektronen en quarks. Eindigt het daar? Nee, denken wij. Het idee van de snaartheorie is dat er iets bestaat dat n처g kleiner is dan de quarks, en dat noemen we snaren: hele kleine draadjes die eruitzien als een snaar en die op verschillende manieren kunnen vibreren. Zoals een vioolsnaar verschillende noten kan voortbrengen, zo zouden onze snaren verschillende deeltjes kunnen voortbrengen. Als ze op de ene manier vibreert, wordt de snaar een elektron. Als ze op een andere manier vibreert, wordt ze een quark. Dat is het basisidee. Maar de snaartheorie is absoluut nog niet bewezen.   **Het zou kunnen dat er helemaal geen snaren bestaan?** GREENE: Dat zou kunnen. De theorie is niet meer zo marginaal als bijna twintig jaar geleden, toen ik eraan begon mee te werken. Nu is er wereldwijd toch een duizendtal onderzoekers mee bezig. Maar bevestigd is de theorie nog niet.   De theorie waar u twintig jaar van uw leven aan hebt besteed, is misschien volkomen verkeerd?  GREENE:Yeah, het zou allemaal pure nonsens kunnen zijn. (lacht) En als dat het geval is, zou ik dat graag snel weten, dan kan ik stoppen met mijn tijd te verspillen.   **Wanneer zult u dat weten?** GREENE: In Gen챔ve wordt gewerkt aan een enorm krachtige deeltjesversneller, waar atomen tegen enorme snelheden zullen worden verpletterd en gespleten. We hopen daar over een jaar of twee eventueel indirect bewijsmateriaal te vinden voor het bestaan van snaren. Direct observeren zullen we ze nooit doen, omdat ze veel te klein zijn. Ter vergelijking: als 챕챕n atoom zo groot zou zijn als het hele universum, dan is een snaar maar zo groot als een boom. Maar wat we misschien w챕l kunnen zien, is een soort vingerafdruk van een snaar, zeg maar, iets wat onrechtstreeks zou wijzen op het bestaan ervan. Zekerheid zullen we in Gen챔ve niet krijgen, maar we hebben hoop.   Gelooft u diep vanbinnen stiekem dat de theorie zal kloppen?  GREENE: Nee. Echt niet. Ik geloof dat er een kans is dat de theorie klopt, maar diep vanbinnen kan ik daar geen vertrouwen in hebben.  Voor een wetenschapper is het net cruciaal dat hij diep vanbinnen n챠챕t te veel vertrouwen heeft in wat hij bedenkt, omdat de kans dan groot is dat hij blind blijft voor gegevens die zijn theorie zouden kunnen ontkrachten. Geen enkele wetenschapper loopt graag het risico zijn leven te verspillen aan een foute theorie, en daarom zijn we enorm sceptisch over onze eigen idee챘n. De meeste idee챘n die wetenschappers hebben, zijn immers verkeerd.   **Is dat zo?** GREENE: Zeker, dat is gewoon een feit: de meeste idee챘n die in de loop van de geschiedenis zijn geopperd door wetenschappers, waren en zijn verkeerd. Je moet enorm veel lef hebben om nieuwe idee챘n te lanceren. En wie lef heeft, vergist zich vaak. Daarom moet je altijd sceptisch zijn. En je idee testen, natuurlijk. Uiteindelijk zijn het toch de gegevens van je onderzoek die bepalen of een idee juist of fout is. Niet je buikgevoel, niet je hart, niet je esthetisch gevoel... Al die dingen kunnen je wel een bepaalde richting uit sturen, maar het uiteindelijke oordeel over een theorie wordt geveld in experimenten.   **Is er behalve experimentele bevestiging ook nog een theoretische doorbraak nodig?** GREENE: De meesten onder ons hebben het gevoel dat we inderdaad een belangrijk nieuw en revolutionair inzicht nodig hebben, om onze wiskundige problemenop te lossen.  We hebben al twee van zulke doorbraken gekend, dus we zijn ermee vertrouwd. In 1984 beleefden we de eerste, in 1995 de tweede zogenaamde superstring revolution. De nieuwe theoretische instrumenten die dat heeft opgeleverd, zijn ondertussen weer bijna uitgeput. Daarom leeft het gevoel dat we misschien op het punt staan om een volgende revolutionaire doorbraak te forceren. Dat is althans wat we hopen.    **Kan 챕챕n individu voor die revolutie zorgen?** GREENE: Zeker. Het zou kunnen dat ik morgenvroeg inlog op de website waar alle snaartheoretici hun artikelen publiceren, en dat h챕t revolutionaire artikel erop staat.   **De doorbraak zou ook van u kunnen komen.** GREENE: Dat zou kunnen.   **Bent u met dit interview dan uw...** GREENE:... tijd niet aan het verliezen? (lacht) Dat is juist, ik verlies kostbare tijd door overal ter wereld mijn boek te gaan promoten. Maar anderzijds: je kunt geen 24 uur per dag met snaren bezig zijn. Dan raak je volgens mij verzadigd en mentaal uitgeput. Je creativiteit raakt aangetast doordat je geen ademruimte meer hebt. Dus als ik het optimistisch bekijk, zijn die interviews voor mij een beetje ademruimte. Het geeft mij de gelegenheid om afstand te nemen van mijn onderzoek, en de stand van zaken van de theorie uit te leggen aan het brede publiek.   **Is het eigenlijk uw ambitie om de nieuwe Einstein te worden?** GREENE: Laat ik zeggen dat ik daar geen bezwaar tegen zou hebben. (lacht) Maar het is niet mijn absolute prioriteit. Uiteindelijk gaan we toch allemaal dood, en of de volgende generaties een bepaalde doorbraak nu associ챘ren met 'Greene' of met een andere naam; maakt dat zoveel uit? Ik vind van niet. Waar het om gaat, zijn de idee챘n, de vooruitgang die we maken als gehele mensheid, als menselijke soort, het begrip dat we verwerven, de inzichten die we krijgen...   **U bent enorm bescheiden.** GREENE: Vooral realistisch. Ik bedoel, let's face it: hoe vaak gebeurt het dat 챕챕n individu echt een groot en belangrijk nieuw inzicht krijgt? Niet zo vaak. Dus als d찼t de reden is waarom je in dit vak zit, dan ben je niet goed bezig.  Mijn grote ambitie is leren begrijpen hoe de werkelijkheid in elkaar zit. Ook als je het niet zelf hebt bedacht, is het een geweldige ervaring om een fundamenteel inzicht voor het eerst echt te snappen, te begrijpen. Dat is volgens mij het probleem van zo veel mensen die eigenlijk t챕gen de wetenschap zijn: ze hebben nog nooit de kracht van een wetenschappelijke verklaring echt gev처챕ld. Het ene moment begrijp je iets niet, en het volgende moment begrijp je het wel, doordat je de wetenschappelijke verklaring hebt geleerd. Dat is een verbazend gevoel.   **Een intellectueel orgasme?** GREENE:(lacht) Absoluut.    **Wat is uw grootste orgasme tot dusver? Welk nieuw inzicht hebt u z챕lf al toegevoegd aan de theorie?** GREENE: De bijdrage waar ik zelf het meest van hou, heeft te maken met de zogenaamde topologie van de ruimte. Volgens de algemene relativiteitstheorie van Einstein kan de ruimte vervormd worden en uitgerekt, maar nooit gescheurd. Als de ruimte scheurt, dan werkt de wiskunde niet meer, daar komt het op neer. Een paar jaar geleden heb ik met twee collega's die kwestie eens opnieuw bekeken, en wij kwamen tot de verbijsterende conclusie dat de ruimte w챕l kan scheuren, volgens onze snaartheoretische vergelijkingen.   **Hoe voelde dat aan, die ontdekking? Euforisch?** GREENE: We kregen er een rush van, dat wel. We begonnen meteen een artikel te schrijven om op de website voor snaartheoretici te publiceren, en rond middernacht waren we klaar. Maar terwijl we wegreden van de campus, begonnen we ineens te twijfelen. Hadden we onze ontdekking niet iets t챕 enthousiast verwoord? Hadden we wel genoeg argumenten gegeven? Nee, vonden we bij nader inzien. En dus draaiden we snel terug, gingen terug naar het kantoor, haalden onze paper van de website, wat tot twee uur 's morgens nog mag, en formuleerden het allemaal iets voorzichtiger, iets minder lawaaierig zeg maar.   **Waarom?** GREENE: Als je een ontdekking doet, moet je niet z챕lf roepen dat mensen opgewonden moeten zijn. Je moet het heel voorzichtig en bescheiden formuleren, en h처pen dat je collega's opgewonden raken.  Feedback van je collega's is essentieel.  Elke wetenschapper die een ontdekking doet, vertrekt ook van de resultaten van alle generaties die v처처r hem kwamen. Wetenschap is geen individuele, maar een collectieve onderneming.    **Wat is voor u de meest adembenemende ontdekking aller tijden in uw vakgebied?** GREENE: De kwantummechanica. Omdat die theorie voor een radicale breuk heeft gezorgd in de manier waarop we nadenken over de wereld.   Voor de kwantumtheorie ging iedereen ervan uit dat je dankzij de wetten van de fysica exact kunt voorspellen wat er morgen gaat gebeuren, als je maar precies weet hoe de zaken er vandaag voorstaan. Vandaag weten we dat die deterministische visie niet klopt.  De kwantumtheorie zegt namelijk: als je precies weet hoe de zaken er vandaag voorstaan, dan kun je alleen maar de waarschijnlijkheid voorspellen waarmee bepaalde feiten zich morgen zullen voordoen. Meer niet.   **Als volgens de klassieke theorie alles al vastlag, heeft de kwantumtheorie ons dan onze vrije wil teruggegeven?** GREENE:  Ik begrijp uw bezorgdheid. (lacht)  Maar nee, ik geloof niet dat de kwantumtheorie iets te maken heeft met onze vrije wil. Onze vrije wil dook niet op in de wiskundige vergelijkingen van de klassieke natuurkunde, maar ook niet in die van de kwantumtheorie.  Het punt is namelijk dat ik niet kan kiezen uit de waarschijnlijkheden die de kwantumtheorie voorspelt: die keuze komt volstrekt willekeurig tot stand.  En vrije wil betekent toch: vrije en bewuste keuze.  Ach, mensen hebben overal gezocht naar onze vrije wil, maar niemand heeft tot dusver iets gevonden.  Misschien gebeurt dat nog wel, hoor.  Dat het concept ineens opduikt in onze wiskundige vergelijkingen. Maar als u mij nu zou vragen waar onze vrije wil zich bevindt, dan zou ik toch zeggen dat je vooral hier (tikt tegen zijn voorhoofd) moet zoeken.    **Hoe komt het eigenlijk dat wij het universum zo diep kunnen doorgronden?  Er zijn mensen die daar de hand van God in zien: die zou ervoor gezorgd hebben dat wij, als zijn schepselen, zijn schepping min of meer kunnen leren begrijpen. Wat u?**  GREENE: Het is inderdaad wonderlijk dat de menselijke geest in staat is om zoveel van het universum te begrijpen. Ik beschouw dat als een prestatie van onze soort, niet als iets dat vraagt om de tussenkomst van een of andere godheid of hogere macht. Een hond slaagt er per slot van rekening 처처k in om het universum in hoge mate te doorgronden: hij weet waar hij zijn volgende maaltijd kan vinden. Wolven weten bijzonder goed hoe ze door de bossen moeten navigeren. Alle dieren weten hoe ze moeten overleven, en dat kan niet zonder een behoorlijke kennis van de werkelijkheid.   Dat mensen het universum nog veel beter begrijpen, is natuurlijk wonderlijk op zich. Maar ik ben er tamelijk gerust op dat we geen godheid nodig hebben om te verklaren hoe het komt dat we zoveel begrijpen. Onze kennis is simpelweg het product van onze hersenen, die blijkbaar op zo'n manier evolueerden dat ze daartoe in staat zijn. Begrijp me goed, ik vind dat bijzonder opwindend. En het heelal is prachtig, mysterieus en bizar. Maar godsdienst en wetenschap hebben niets met elkaar te maken. |   U verwijst in uw boek wel naar de vraag der vragen, van de Duitse filosoof Leibniz: waarom is er iets en niet niets?  **Zal de wetenschap die vraag ooit kunnen beantwoorden?** GREENE: Het correcte antwoord is natuurlijk: dat weet ik niet. Maar ik kan mij wel een heel klein beetje voorstellen hoe het antwoord er zou kunnen uitzien.  Stel u voor dat we de wetten van de natuurkunde ooit uitz처nderlijk goed zullen begrijpen, over duizend jaar, bijvoorbeeld, of over vijfduizend jaar...   **Of over vijf jaar?** GREENE:(knikt) Wie weet, ook dat zou kunnen.  Stel u dus voor dat we die uitzonderlijke kennis hebben. Welnu, dan is het mogelijk dat die wetten ons vertellen dat de logische consistentie, de logische samenhang van de theorie, ons zegt dat nietsheid iets is dat even onlogisch is als de zin: Dit is een leugen. Als die zin waar is, is het een leugen. En als het een leugen is, is de zin waar. Het is met andere woorden een uitspraak die zichzelf vernietigt, hoe je er ook naar kijkt[  Misschien gebeurt dat ook met de uitspraak dat er niets bestaat. Dan wordt het niets een logische onmogelijkheid, waaruit je kunt besluiten dat er iets m처et zijn. Het zou een prachtig antwoord zijn op de vraag van Leibniz. Maar zover zijn we nog bijlange niet.    **Tot slot: is het waar dat Amerikaanse soldaten u brieven schrijven uit Irak, om te zeggen dat uw boek hen troost heeft gebracht?** GREENE: Ja, zo heb ik een handvol brieven ontvangen. Dat het boek hen heeft geholpen om de moeilijkste periodes door te komen. Ik begrijp dat ook wel. Als je een beter gevoel krijgt voor de kosmos, een beter beeld van hoe het universum in elkaar zit, kan dat helpen om je eigen problemen te relativeren, om een flinke stap terug te zetten. De grote vragen helpen je om afstand te nemen. Ook in de vreselijkste omstandigheden. Ik heb het zelfs eens meegemaakt dat ik zat te signeren en er een soldaat naar me toe kwam, de badge van zijn hemd scheurde en hem aan mij gaf: 'I want you to have this, omdat u mij door die periode in Irak heen hebt geholpen.' Bijzonder ontroerend, hoor. Maar ik weet waar dat gevoel vandaan komt. Ik ervaar het zelf nog elke dag.   **Haalt u dan zèlf ook troost uit uw werk? Vindt u het leven de moeite waard?** GREENE: Iedereen zoekt troost en zin en betekenis op zijn manier, natuurlijk. Een buschauffeur, een kunstenaar, iedereen. Maar als wetenschapper kan ik putten uit een enorm reservoir aan inspiratie om te vinden dat het leven bijzonder wonderlijk is. Al die wetenschappelijke kennis draagt ertoe bij dat ik het leven zeker de moeite waard vind. Doordat ik probeer te begrijpen wat het leven is, ben ik blij dat ik er deel van uitmaak.   |  | | --- | |  | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Alles is ooit ontstaan** **Woensdag 14 oktober 1998 VINCENT ICKE**  Stel dat de teleruimtemachine bestond, een apparaat waarmee we in steeds grotere stappen door het heelal kunnen bewegen. Dat zou gemakkelijk zijn bij het beantwoorden van de vraag wat zich waar bevindt in het universum. We vertrekken, breken door het wolkendek en stoppen pas voor de eerste keer als we de aarde als een bol in de ruimte zien zweven. Een beeld dat bekend is van foto's uit de ruimtevaart.  De volgende stap is meteen tien maal groter dan de eerste en dat zal ook telkens voor de volgende gelden - elke stap is een factor tien groter dan de voorafgaande. Na de tweede stap zijn de structuren op het oppervlak van de aarde al niet meer zichtbaar, wel zien we de maan rond de aarde draaien.  Nog eens tien maal verder zien we de aarde om de zon draaien, en vervolgens, na weer een grotere stap, ook planeten als Venus. Als de teleruimtemachine wederom versnelt kunnen we het binnenste van ons zonnestelsel zien, en daarna zelfs het hele zonnestelsel. De zon wordt nu een sterretje, die na nog twee stappen niet meer te onderscheiden is van de andere sterren in het firmament.  Als we er toch in slagen hem vast te houden op het netvlies, zien we na weer een stap dat hij aan de rand van het melkwegstelsel staat, een vlak, spiraalvormig sterrenstelsel dat omringd is door eilandjes die er in banen omheen bewegen. Dat zijn de Magelhaense Wolken, die op de aarde vanaf het zuidelijk halfrond zichtbaar zijn.  Nog een stap verder zien we dat de melkweg niet het enige sterrenstelsel is. De Andromedanevel, die zo'n twee miljoen lichtjaren van ons af staat, is er bijvoorbeeld ook een. Weer een stap verder zien we dat ook de sterrenstelsels niet los staan. Ze staan in zwermen bij elkaar, die op hun beurt, na weer een stap, verworden tot stipjes.  Op **'wat en waar'**hebben we nu beter zicht. Blijft over de vraag **'wanneer'.**  Daarvoor moeten we eerst kijken naar bewegingen in het heelal.  Als we de blik richten op het verre heelal valt op dat daar geen speciale structuren te ontdekken zijn.   Wiskundigen vinden dat vreemd. Omdat alle bewegingen in het heelal dezelfde richting op draaien, hadden ze verwacht dat er een soort kruin, een wervelpunt, moet zijn. Uit het feit dat het firmament zo'n kruin ontbeert, kan worden afgeleid dat alle sterrenstelsels zich van ons af bewegen: **het heelal dijt uit.**  Dat zegt iets over de **tijd.** Dat uitdijen moet namelijk ooit begonnen zijn. Eens moet er een **tijdstip 'nul'**zijn geweest, **waarop er in het heelal geen ruimte was**. Dat tijdstip nul wordt geschat op **tien tot vijftien miljard jaar geleden.**  Alles wat er nu is, was er toen nog niet, want de temperatuur was toen veel hoger dan nu. Water kookt op honderd graden, een temperatuur die het heelal had toen ze twintig miljoen jaar oud was. Daarvoor kon water dus geen vloeistof zijn. De temperatuur in de kern van de zon is vijftien miljoen graden. Dat is de temperatuur van het heelal toen het een minuut oud was. In de tijd daarvoor zou dus ook de zon zijn opgelost. Zo is er voor alles ooit een tijd geweest waarop de temperatuur te hoog was. Zelfs de kernen van de atomen gaan kapot bij een voldoende hoge temperatuur. **Alles is ooit ontstaan**. Dat brengt het grootse en het kleinste bij elkaar.  **De  mythologie**  "De man met de baard is in het immense heelal nooit waargenomen, net zomin als Donar met zijn strijdwagen op de wolken door geen enkele vliegtuigpassagier ooit is waargenomen. Voor de meeste astronomen is religie dan ook een afgehandelde zaak.   Het verschil in mentaliteit zit hem voornamelijk in ***het verschil tussen de aannames van het geloof, die onveranderd blijven, en de wetenschappelijke benadering waardoor een verklaring voor de wereld zo als die zich aan ons voordoet met bewijs wordt gestaafd.*** Een betere theorie verwerpt altijd de theorie die minder is. **Wetenschappers hoeven geen oorlog te voeren over de lading van het elektron, het is een feit."**  <http://www.freethinker.nl/forum/viewtopic.php?t=892&highlight=vincent+icke>    **Alle Fysica is Astrofysica** Vincent Icke / Leiden , UvA  ***Kosmologie is de studie van het Universum als geheel. Sterren worden geboren en sterven in sterrenstelsels; deze groeperen zich in clusters, die op hun beurt deel van een nog groter netwerk van materie vormen. Al deze dingen hangen samen, zelfs tot op het niveau van de elementaire deeltjes waarvan atomen gemaakt zijn. Daarom moet je op zeker moment al die componenten van het Universum in hun samenhang doorgronden. Vorming van sterrenstelsels heeft te maken met hydrodynamica, stervorming, gas en straling in de ruimte en chemische evolutie. Daarvan begrijp ik al heel wat. Maar over het verband tussen de structuur van de materie en de structuur van de ruimte-tijd weet ik nog niets - maar dat betekent alleen maar dat daar een mooie uitdaging ligt."***  [M'n eigen webstek](http://www.strw.leidenuniv.nl/~icke)         [Een cosmoloog blikt terug](http://www.strw.leidenuniv.nl/~icke/ps/IckeValencia.pdf)           email: [icke@strw.leidenuniv.nl](mailto:icke@strw.leidenuniv.nl)  Blog EntryVINCENT ICKE  Interview met de Leidse sterrenkundige Vincent Icke  Sterrenkunde is een mooi vak. Met de nieuwste telescopen en satellieten naar het heelal kijken...wat is er mooier dan dat? Toch speelt niet het hele sterrenkundige onderzoek zich af in sterrenwachten en controleruimtes. Er is ook nog die ándere sterrenkunde: die van de theoretici. Achterkanten van enveloppen en stapeltjes kladpapier zijn hun wapens. En computers natuurlijk, al moet de waarde van deze ‘instrumenten’ niet worden overschat. Vernieuwend theoretisch sterrenkundig onderzoek begint niet in het digitale brein, maar in de ‘twee pond kledder tussen onze oren’, aldus de Leidse sterrenkundige Vincent Icke in het vraaggesprek dat ik begin juni 2000 met hem had. Over het vakgebied waar falen de norm is en 99 van de 100 theorieën op niets uitlopen...   |  | | --- | | http://www.eddyechternach.nl/images/icke.jpg |   Theoretisch onderzoek begint met analytisch werk – gewoon op de achterkant van een oude envelop of zo, met pen en papier dus. Als je die eerste stap niet zet, leer je het nooit. Dan kan het best zijn dat je computer resultaten uitspuugt, maar wat die resultaten dan betekenen, dat weet je niet. Het is hetzelfde als met waarnemen: je neemt een stuk van de hemel waar en dan heb je een plaatje. En dat is het dan... Wat het je leert over de grote eigenschappen van het heelal, weet je pas als je een heleboel van die waarnemingen bij elkaar gaat sprokkelen. Bij theoretisch onderzoek moet je dus, zo goed en zo kwaad als het gaat, analytisch werk doen.’  *Zeg je dat ook een beetje omdat er bij de jongere generaties sterrenkundigen een beetje de trend heerst om gelijk maar de computer aan het rekenen te zetten?* ‘Dat is absoluut waar. En dat werk gooi ik dan ook meteen in de prullenbak, letterlijk. Bij heel erg veel theoretisch onderzoek dat er vandaag de dag verschijnt, gebruikt men de computer op dezelfde manier zoals een kantoorbediende dat doet: met een bestaand softwarepakket. Maar zo’n pakket is veelal niet speciaal voor die doeleinden ontworpen; het heeft bepaalde eigenaardigheden of beperkingen of gaat zelfs uit van onfysische benaderingen. Als je niet echt precies weet wat er gedaan is bij het programmeren van die software, kun je eigenlijk geen idee hebben van waar je mee bezig bent. Mensen die geen eigen software kunnen schrijven, studeren – in mijn onderzoeksgroep althans – nooit af. Er wordt vaak hoog opgegeven over de computervaardigheden van de jeugd, maar daar is helemaal geen sprake van! Het enige dat ze kunnen, is met een muis schuiven. Van het zelf programmeren weten ze helemaal niets af, uitzonderingen daargelaten. En deze uitzonderingen worden steeds zeldzamer.’  *Wat voor soort onderzoek gebeurt er in jouw onderzoeksgroep?* ‘Dat is heel divers: kosmologie, gravitatielenzen, het ontstaan van planetaire nevels... Bij dat laatste onderwerp komt vaak een zeer groot aantal zeer subtiele ingrediënten kijken. Ik ben nu bijvoorbeeld bezig om met promovendus Yvonne Simis het gedrag van stoffige gassen te onderzoeken. Sterren zoals onze zon gaan aan het einde van hun leven door een fase die de ’asymptotische-reuzentakfase’ wordt genoemd. Daarbij stoten ze eerst een langzame sterrenwind af, maar daarna wordt die wind plotseling zeer veel sneller en ijler en ontstaat er een planetaire nevel. We zijn nu vooral bezig met de eerste fase: wat gebeurt er in die atmosferen die met een kilometer of tien per seconde en met een vrij hoge dichtheid worden afgestoten? Daar komt nogal wat bij kijken. In zo’n steratmosfeer klonteren eerst de atomen samen tot moleculen en vervolgens de moleculen tot stofdeeltjes, waarbij altijd een zekere hoeveelheid restgas achterblijft. Die stofdeeltjes worden dan door de stralingsdruk van de ster versneld en botsen tegen de overgebleven gasdeeltjes aan en sleuren de hele atmosfeer mee naar buiten. Hier spelen ingewikkelde natuur- en scheikundige processen een rol: we hebben wel enig inzicht in hoe deze analytisch in elkaar steken, maar het is in dit geval ook absoluut noodzakelijk numerieke berekeningen te doen. En daar komen leuke dingen uit. Zo hebben we vastgesteld dat de atmosfeer van zo’n oude ster gepulst materie verliest, met een pulsperiode van ongeveer 500 jaar, en dat is inmiddels ook waargenomen.’  *Hoe zit het met het theoretische onderzoek in de kosmologie?* ‘Daar doen we ook wel numeriek werk, maar op dit moment niet met supercomputers. We zitten eigenlijk nog in het analytische stadium. Het probleem is dat je driedimensionaal moet werken, en dat is heel erg lastig. Er is wel een oude benaderingsmethode, die bedacht is door Leon Lucy, waarbij de ’deeltjes’ in het computermodel zich gedragen als ‘spekkies’: ze vliegen langs elkaar heen, maar als ze elkaar raken, blijven ze aan elkaar vastkleven. Zo’n model bestaat uit twee soorten ‘deeltjes’: ‘deeltjes’ die zich botsingsloos gedragen, zoals sterren, en ‘deeltjes’ die zich als ‘spekkies’ gedragen, waarbij de ‘spekkies’ voor gas staan. Je kunt analytisch aantonen dat dit model een zeer slechte benadering is van de wijze waarop gas zich gedraagt. Schokgolven bijvoorbeeld kun je op deze manier niet goed beschrijven.’  *Betekent dat dus dat kosmologische modellen en computersimulaties die op basis van de ‘spekkies’–-methode zijn gemaakt niet juist zijn?* ‘Zeker, daar ontbreekt het nodige aan. Al is het niet slecht om op deze manier een eerste indruk te krijgen van wat zich zoal in het heelal afspeelt. Je moet immers ergens beginnen. Maar het probleem is dat er zeer vergaande conclusies uit deze modellen worden getrokken, en volgens mij is men daarmee op het verkeerde pad. In plaats van een betere rekenmethode te zoeken, gaat men er gewoon steeds meer ‘deeltjes’ in stoppen. Maar de basisproblemen met deze methode blijven bestaan. Dit is weer zo’n voorbeeld van mensen die een bestaand computerprogramma voorgeschoteld krijgen en daar braaf mee aan de slag gaan, omdat hun promotor zegt dat dat moet.’  *Is dat niet een beetje te wijten aan de bestaande universitaire opleidingsmethoden, waarbij een promovendus hooguit een jaar of vier de tijd krijgt om zijn of haar onderzoek te voltooien? Misschien is er anders niet genoeg tijd...* ‘Misschien wel, ja....ik weet het niet. Maar we zijn hier niet op een of ander advocatenkantoor, maar aan een universiteit. Je doet het goed of je doet het niet. Sommige dingen duren nu eenmaal langer.’  *Maar hoe moet het nou verder met die ‘spekkies’?* ‘Ik ben op dit moment bezig om een andere methode te ontwerpen, die langzamerhand terrein wint in de kosmologie. Deze methode wordt adaptive mesh refinement genoemd (‘aangepaste roosterverfijning’). Daarbij wordt geen gebruik meer gemaakt van ’deeltjes’ en ‘spekkies’, maar wordt de ruimte ingedeeld in een groot aantal roostercellen, een soort doosjes waar een zekere hoeveelheid gas in zit. En de grootte van deze ‘doosjes’ is aangepast aan de dichtheidsverdeling: waar veel gas zit heb je kleine ‘doosjes’ en waar weinig gas zit heb je grote ‘doosjes’. Vergelijk het maar met de postcodeverdeling van Nederland: in dichtbevolkte steden zijn de postcodegebieden heel klein, maar in Friesland bijvoorbeeld juist heel groot. De eerste resultaten zijn veelbelovend, maar bij kosmologische toepassingen van deze methode stuit je op een aantal problemen. Het grootste probleem is dat je weet dat bij het ontstaan van sterrenstelsels stralingstransport een belangrijke rol moet spelen. Je moet dus niet alleen de verplaatsing van gas berekenen, maar ook de manier waarop straling van ‘doosje’ naar ‘doosje’ gaat. En dat is knap lastig. Rien van de Weygaert in Groningen en ik zijn bezig om dat uit te werken, maar daar zullen nog wel de nodige jaren overheen gaan.’  *We hebben het nu gehad over het nabootsen van het heelal in een computer. Maar hoe staat het nu eigenlijk met de theorie erachter? Welke stukjes geschiedenis van het heelal zijn goed bekend en welke niet? Waar zitten de grote knelpunten?* ‘Eigenlijk helemaal aan het begin en aan het eind. Het allereerste begin van het heelal, de allereerste picoseconden, daar weten wij eigenlijk niet zo veel van. De natuurkunde laat ons daar een beetje in de steek....ach, nee: dat klinkt wat ondankbaar....we kunnen er met onze huidige natuurkundige kennis gewoon niet goed aan rekenen. We weten met name niet waar de oneffenheden in het heelal vandaan komen, de kleine oneffenheden in dichtheid en temperatuur kort na de oerknal. Wat we wél kunnen uitrekenen is wat er gebeurt als die oneffenheden er eenmaal zijn, en ze in de loop van de uitdijing van het heelal gaan samentrekken tot grotere structuren. Maar aan het eind van die ontwikkeling – als de gaswolken zich gaan samentrekken tot sterren en sterrenstelsels – schiet ons inzicht weer tekort. En dat proces speelt zich af sinds zeg maar 500 miljoen jaar tot een miljard jaar na de oerknal.’  *Dat laatste is ook net het terrein waar de meest ‘diepe’ waarnemingen van het heelal zich afspelen. Zal het dan niet al heel snel duidelijk worden wat zich toen heeft afgespeeld? Anders gezegd: ontmoeten waarnemende sterrenkundigen en theoretici elkaar daar?* ‘Dat is inderdaad waar. De volgende generatie ruimtetelescopen, die de microgolf achtergrondstraling en verre sterrenstelsels zullen waarnemen, zal daarbij een belangrijke rol spelen.’  *Over dat deel van de geschiedenis van het heelal zullen we dus mogelijk snel duidelijkheid krijgen. Maar hoe zit het dan met die oerknal? Hoe kom je daar ooit achter?* ‘Dat weet je niet. Je kunt daar ook niet naar toewerken. Wetenschap werkt nu eenmaal niet planmatig. Wezenlijke vooruitgang ontstaat pas na een echte vondst: een echte ontdekking door één mens. Dat neemt niet weg dat er ook zoiets is als ’ambachtelijk onderzoek’. Neem bijvoorbeeld dat onderzoek aan die planetaire nevels: dat kun je verder verfijnen door met een veel snellere computer te werken. En dat is ook zinvol: je vindt dan altijd details die je eerder nog niet had gezien. Maar veel meer dan poetsen is dat niet. Vernieuwend onderzoek begint vrijwel altijd op kleinere schaal. Trouwens, ze zien me bij zo’n supercomputer al aankomen met een vernieuwend project: dat doen ze helemaal niet. En terecht: je gebruikt de Very Large Telescope ook niet om een zoekkaartje mee te maken, dat doe je maar met een kleiner instrument.’  *Een voorbeeld van een onverwachte ontdekking is die van de mogelijke versnelde uitdijing van het heelal, anders gezegd: de mogelijkheid dat er een ‘kosmologische constante’ is die het heelal doet opzwellen. Is die ook met theoretische modellen te verklaren?* ‘Het eerste model voor een versneld uitdijend heelal is afkomstig van De Sitter, zo rond 1918. De Sitter heeft aangetoond dat er, uitgaande van de algemene relativiteitstheorie, verschillende soorten heelal mogelijk zijn. Eén van de mogelijkheden is een versneld uitdijend heelal waar helemaal geen materie in zit. Albert Einstein schrok zich rot toen hij dat zag, maar moest toegeven dat het toch een mogelijke consequentie van zijn theorie was. Maar de bewering dat zo’n versnelde uitdijing nu ook echt is waargenomen, heb ik om diverse redenen van het begin af aan kletskoek gevonden. In de eerste plaats is er maar één waarneemmethode, en dat is in de kosmologie vrágen om ellende. In de tweede plaats gaat het over het waarnemen van supernovae, waar we toch al erg weinig vanaf weten, en bovendien dan nog eens over supernovae op erg grote afstand. Zodra je spreekt over afstanden groter dan een miljard lichtjaar, kijken we naar een fase waarin het heelal er héél anders uitzag dan nu, vooral waar het de hoeveelheden zware elementen betreft. Norbert Langer van de Universiteit Utrecht heeft daar eens aan gerekend, en vastgesteld dat supernovae van type Ia een veel grotere verscheidenheid vertonen dan de waarnemers ons willen doen geloven. Maar er is nog iets fundamentelers aan de hand. Als je de grootte van die waargenomen kosmologische constante uitdrukt in dezelfde maat als de massa-energiedichtheid van het heelal, dan blijkt dat deze ongeveer aan elkaar gelijk zijn. Dat zou betekenen dat het heelal juist op dit moment tussen twee uitersten in zit: het ene uiterste waarbij de uitdijing van het heelal wordt gedomineerd tussen massa en energie, en het andere waarbij het heelal geheel wordt gedomineerd door de energie van het vacuüm – de kosmologische constante. En dat geloof ik niet. Want als we een miljard jaar later waren langsgekomen – en dat had biologisch best gekund – dan was het heelal al exponentieel aan het expanderen. Maar zover zouden we dus nog nét niet zijn...flauwekul! De systematische fouten bij dit soort waarnemingen zijn zeer groot, en bovendien is de zaak alweer aan het kenteren. Oorspronkelijk was er enorm veel enthousiasme voor, maar er zijn steeds minder onderzoekers die er vertrouwen in hebben. Kort gezegd: de waarnemingen zijn zeer hachelijk en de natuurkunde die erachter zou moeten steken begrijpen we niet... dan moet je je oordeel dus maar even opschorten. Alle waarnemingen die tot nu toe zijn gedaan, zijn niet in tegenspraak met een kosmologische constante die nul is. Wat op zichzelf natuurlijk ook een interessant gegeven is, omdat je je dan kunt afvragen waarom dat zo is. Maar dat weten we gewoon niet.’  *Eigenlijk vindt er voortdurend een zekere strijd plaats tussen theoretici en waarnemers. Maar eigenlijk kunnen de eersten hun gelijk pas bewijzen als de laatsten hun werk hebben gedaan. Is dat niet frustrerend?* ‘Theoretici krijgen altijd op hun smoel van de waarnemingen. Dat is al zo sinds Galilei en daarvoor nog. Je kunt de prachtigste theorie hebben, maar als de waarnemingen laten zien dat het anders is, moet je bakzeil halen. Dat hoort gewoon bij het vak.’  *De enige zekerheid die je als theoreticus voor de komende jaren hebt, is dat de computers groter en sneller zullen worden. Maar als ik je goed begrijp zal dat geen garantie zijn voor het oplossen van grote kosmologische problemen, zoals de fysica van de oerknal...* ‘Dat computers groter en sneller worden, is een gemak maar geen noodzaak. Vergelijk het maar met het aanleggen van luchtlijnen en autowegen. Eerst ontdekt iemand na veel inspanningen een nieuw continent. Als je eenmaal weet dat dat continent er is, kun je een vliegveld aanleggen of een snelweg, en kun je het land veel makkelijker bereiken. Zo is het ook met computers in de sterrenkunde. Het pionierswerk wordt niet door computers gedaan, maar speelt zich af in die twee pond kledder tussen onze oren. Maar voor het ’ontginnen’ van een theorie zijn computers onontbeerlijk: ze doen het monnikenwerk. Je kunt met een computer bijvoorbeeld heel snel nagaan of je veronderstelling deugt of niet.’  *Geen doorbraak door een supercomputer, dus, maar wel op de achterkant van een oude envelop?* ‘Vergeet de waarnemingen niet. Het zou best eens kunnen zijn dat de volgende doorbraak in de sterrenkunde op naam komt te staan van de nieuwe generatie waarneeminstrumenten. Wat prachtig is natuurlijk. Als we ons beperken tot de theoretische ontwikkelingen, dan zal een doorbraak niet gelegen zijn in grootschalige berekeningen, maar eerder in de natuurkunde zélf. De afgelopen eeuw hebben we leren begrijpen hoe de microstructuur van de materie – atomen, atoomkernen enzovoorts – in elkaar zit. Het ligt voor de hand om te denken dat ook ruimte en tijd een microstructuur hebben. Als we de oerknal willen begrijpen, zullen we de microstructuren van de materie en van ruimte en tijd op voet van gelijkheid moeten behandelen. In de kosmologie is het wachten op een Super-Einstein die ons leert hoe ruimte en tijd zich op de allerkleinste schalen gedragen. En mijn vermoeden is dat dit een buitengewoon dramatische omwenteling in de natuurwetenschappen tot gevolg zal hebben, al hebben we nog geen idee hoe die theorie eruit zal zien...’    <http://www.dekoepel.nl/zenit/juliaug2000.html>    Hot Pixels **Een van Einsteins beroemdste voorspellingen is dat zelfs licht, dat niets weegt, toch door een zware massa wordt afgebogen. Clusters van sterrenstelsels kunnen daardoor gaan werken als zogeheten gravitatie-lenzen.**  http://www.astronomie.nl/tour/minibio/biopix/favoriet-icke.jpg  **De cirkelbogen rond het midden vormen de spookachtige beelden van sterrenstelsels die zo ver achter de heldere cluster op de voorgrond staan, dat we ze zonder zo'n 'Einstein-bril' niet hadden kunnen zien. Voor een gegeven massaverdeling in de ruimte is dit gravitatielens effect exact berekenbaar. Door echte opnamen te vergelijken met simulaties (rechts) kunnen we veel te weten komen over de afstanden in het heelal en over de aanwezigheid van (grotendeels onzichtbare) massa tussen en rond sterrenstelsels.**  Gravitatielenzen  <http://www.kennislink.nl/web/show?id=182989> <http://www.mpia-hd.mpg.de/homes/dejong/artis.ppt> <http://www.astronomie.nl/tour/minibio/expert-icke.html> |

Een nieuwe kosmologie ?

**Inflation Cosmology**

**The physics of information in cosmology**  
<http://www.math.uwaterloo.ca/~akempf/summary-concrete.html>

**inflation**  
<http://www.damtp.cam.ac.uk/user/gr/public/inf_home.html>

<http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=0005DCFC-253F-1FFB-A53F83414B7F0000&sc=I100322>

<http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=00042F0D-1A0E-1085-94F483414B7F0000&sc=I100322>

|  |  |
| --- | --- |
|  | http://www.ipac.caltech.edu/Outreach/Edu/univ_glow.jpg    <http://www.ipac.caltech.edu/Outreach/Edu/sform.html> |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Vic STENGER The Comprehensible Cosmos  <http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/nothing.html>   These chapters are copyrighted and for comment only. Do not copy or distribute.   [Preface](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/00_Preface.pdf) [1. What Are the Laws of Physics?](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/01_WhatAre.pdf) [2. The Stuff that Kicks Back](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/02_StuffKicks.pdf) [3.  Point-of-View Invariance](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/03_NoView.pdf) [4.  Gauging the Laws of Physics](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/04_Gauging.pdf) [5. Forces and Broken Symmetries](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/05_Broken.pdf) [6. Playing Dice](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/06_Dice.pdf) [7. After the Bang](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/07_AfterBang.pdf) [8. Out of the Void](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/08_OutVoid.pdf) [9.  The Comprehensible Cosmos](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/09_CompCos.pdf) [10. Models of Reality](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/10_ModReal.pdf)  Math Supplements  [A. The Space-Time Model](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/A_SpaceTime.pdf) [B. Classical Mechanics and Relativity](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/B_CMRel.pdf) [C. Interaction Theory](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/C_Interact.pdf) [D. Gauge Theory](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/D_Gauge.pdf)  [E. The Standard Model](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/E_StandMod.pdf) [F. Statistical Physics](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/F_StatPhys.pdf) [G. Cosmology](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/G_Cosmol.pdf) [H. The Physics of the Vacuum](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/H_PhysVac.pdf)   [Bibliography](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/X_Bibliography.pdf)  Note that the figures are on a separate file.  [Figures](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/Z_Figures.pdf) *See****[Table of Laws](http://www.colorado.edu/philosophy/vstenger/Nothing/TableofLaws.html" \t "_top)****for* a list of the laws of physics and their sources. |
|  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | [Cosmology](http://brentrasmussen.com/log/taxonomy/term/64)  <http://brentrasmussen.com/log/taxonomy/term/64>  [DarkSyde's picture](http://brentrasmussen.com/log/user/2)    <http://brentrasmussen.com/log/node/88>  <http://brentrasmussen.com/log/node/91>  <http://brentrasmussen.com/log/node/95>  <http://brentrasmussen.com/log/node/102> | |
| [tsjok45](http://tsjok45.multiply.com/) | [edit](http://evodisku.multiply.com/item/edit/evodisku:journal:613+0?xurl=http%3A%2F%2Fevodisku.multiply.com%2Fjournal%2Fitem%2F613%2FCOSMOLOGIE_LINKS%3F%26item_id%3D613%26view%3Areplies%3Dreverse) [delete](javascript:confirmLink(%22Are%20you%20sure%20you%20want%20to%20delete%20this%20reply?%22,%20%22/item/delete-reply/evodisku:journal:613+0?xurl=http%253A%252F%252Fevodisku.multiply.com%252Fjournal%252Fitem%252F613%252FCOSMOLOGIE_LINKS%253F%2526item_id%253D613%2526view%253Areplies%253Dreverse&usertoken=U2FsdGVkX18Sf4-p0091QpP2p9jgS5UhxixJ6m0IoNnMDIW-6.vLIQ==%22)) [reply](http://evodisku.multiply.com/item/reply/evodisku:journal:613+0?xurl=http%3A%2F%2Fevodisku.multiply.com%2Fjournal%2Fitem%2F613%2FCOSMOLOGIE_LINKS%3F%26item_id%3D613%26view%3Areplies%3Dreverse)  [tsjok45](http://tsjok45.multiply.com/) wrote on Jul 22, '05    **Cosmologie**    <http://cosmicvariance.com/2005/07/18/against-all-my-better-judgement/>    <http://cosmicvariance.com/archives/>  src="[http://track.mybloglog.com/js?mblID=2005071605445210"](http://track.mybloglog.com/js?mblID=2005071605445210) type=text/javascript>  Archives by Category   * [Cosmic Variance](http://cosmicvariance.com/category/cosmic-variance/) * [Philosophy](http://cosmicvariance.com/category/philosophy/) * [Religion](http://cosmicvariance.com/category/religion/) * [Science](http://cosmicvariance.com/category/science/) * [Science and the Media](http://cosmicvariance.com/category/science-and-the-media/) | |
| Astronieuws <http://www.astronieuws.nl/>   |  | | --- | |  | | [Homepage](http://www.eddyechternach.nl/) | | [Kosmic Relief](http://www.eddyechternach.nl/KR.html) |   [Artikelen](http://www.eddyechternach.nl/artikelen.html) | |
| [Spreekwoorden](http://www.eddyechternach.nl/english.html) | |
| [Colofon](http://www.eddyechternach.nl/ikke.html) | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Archieven Astronieuws... | | | |
| [Zonnestelsel](http://www.astronieuws.nl/archief-zonnestelsel.html) | | [Melkwegstelsel](http://www.astronieuws.nl/archief-melkweg.html) | |
| [Instrumenten](http://www.astronieuws.nl/archief-instrumenten.html) | | [Extragalactisch](http://www.astronieuws.nl/archief-extragalactisch.html) | |
| [Ruimteonderzoek](http://www.astronieuws.nl/archief-ruimteonderzoek.html) | | [Kosmologie](http://www.astronieuws.nl/archief-kosmologie.html) | |
| [SETI/Exoplaneten](http://www.astronieuws.nl/archief-SETI-exoplaneten.html) | | [Diversen](http://www.astronieuws.nl/archief-diversen.html) | |
| Sterren en Planeten... | |
| [Sterrenhemel actueel](http://www.sterrenkunde.nl/stuv/index.html) | |
| [Sterrenkundige links](http://www.sterrenkunde.nl/stuv/links.html) | |
| [Vragen](http://www.sterrenkunde.nl/stuv/vraag.html) | |
| [Errata](http://www.sterrenkunde.nl/stuv/errata.html) | |

|  |
| --- |
| Andere sites... |
| [Zenit](http://www.dekoepel.nl/zenit/) |
| [Sterrenkijker.nl](http://www.sterrenkijker.nl/) |
| [Zonsverduistering.nl](http://www.zonsverduistering.nl/) |
| [Eisinga Planetarium](http://www.planetarium-friesland.nl/) |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |