

Kosmologie Natuurkundigen beginnen antwoorden te bedenken op de vraag wat er vóór het ontstaan van het heelal kwam

Zoek de moeders van de oerknal

Nieuwe theorieën in de kosmologie halen het idee onderuit dat tijd en ruimte begonnen bij de oerknal. Daarvóór was er een krimpend heelal, of misschien wel oneindig veel cycli van krimpen en uitdijen. Nu het bewijs nog. Door **Govert Schilling**

Zelf kon hij het bijna niet geloven, vertelt Abhay Ashtekar, maar zijn berekeningen lieten er geen twijfel over bestaan: vóór de oerknal was er een ander heelal, dat niet uitdijde maar juist inkromp. Een heelal met sterrenstelsels, sterren en planeten, net als het onze. Misschien wel met leven.

Ashtekar, een theoretisch natuurkundige van Pennsylvania State University, publiceerde zijn bevindingen half april in *Physical Review Letters*.

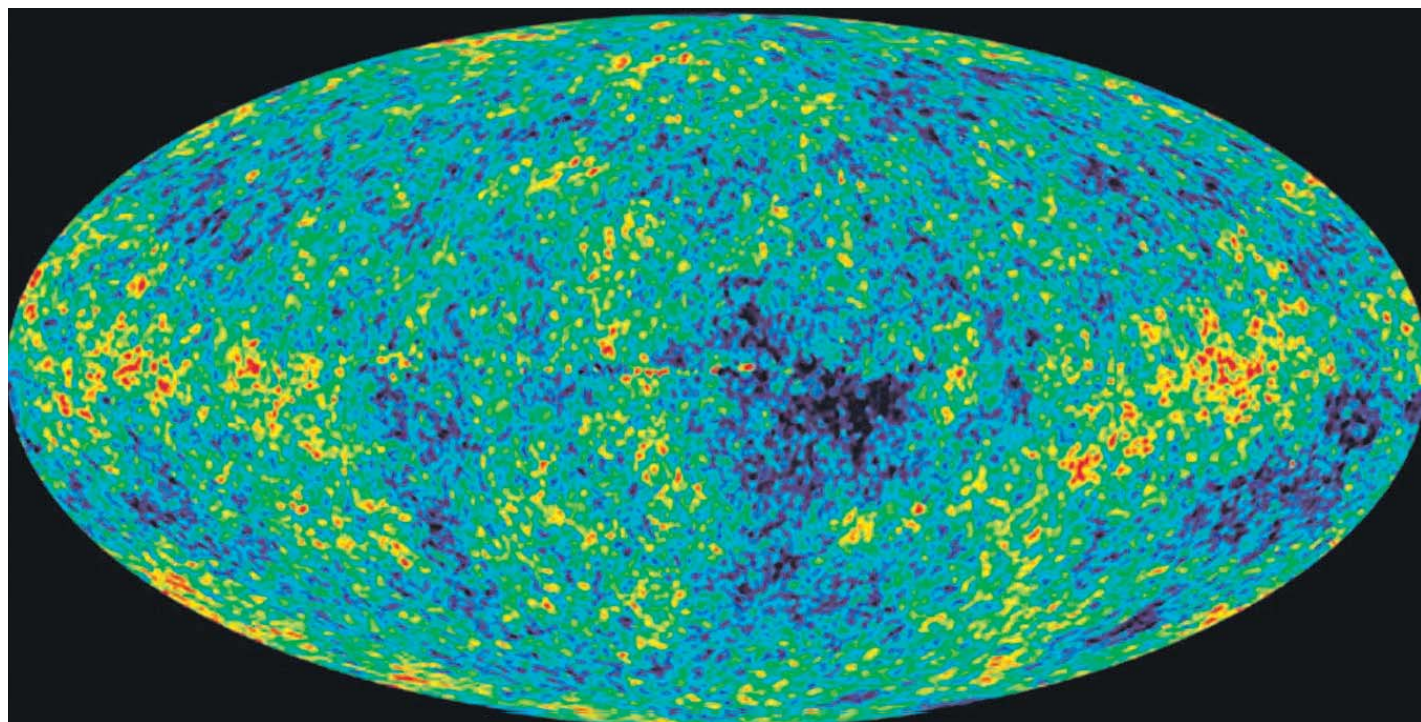
En hij is niet de enige die vraagtekens zet bij de oerknal als het ultieme begin. Fysicus Paul Steinhardt van Princeton University in de VS denkt dat er misschien talloze 'oerknallen' zijn geweest. Samen met zijn Britse collega Neil Turok beschreef Steinhardt vorige week in *Science* hoe de theorie van het cyclische heelal afrekenet met nijpende problemen in de kosmologie.

Dat het heelal een kleine veertien miljard jaar geleden enorm compact en heet was, en sindsdien aan het uitdijen is – daar is iedereen het wel over eens. Maar de vraag wat er vóór de oerknal was, is volgens de meeste sterrenkundigen onzinnig.

De tijd zelf ontstond bij de oerknal, dus het begrip 'voor' heeft geen betekenis, luidt het standaardantwoord. Je kunt net zo goed vragen naar de kleur van woensdag.

Ongeldig

Het probleem is echter dat niemand het antwoord weet, omdat de oerknal zelf ongreepbaar is voor de wetenschap. De huidige natuur-



De 'babyfoto van het universum': opname van de COBE-kunstmaan van de oudste achtergrondstraling in het heelal.

FOTO NASA



Abhay Ashtekar

FOTO MPG

kundetheorieën verliezen hun geldigheid bij zulke extreme omstandigheden.

Een overkoepelende theorie, die een brug slaat tussen Einsteins relativiteitstheorie en de quantumfysica, moet uitkomst bieden. Maar die 'theorie van alles' bestaat nog niet.

Geen nood, aldus Ashtekar,

want er zijn wel een paar veelbelovende kandidaten voor zo'n unificatietheorie. Lus-quantumzwaartekracht bijvoorbeeld – een theorie waarin niet alleen materie en energie uit kleine, ondeelbare brokjes bestaan, maar waarin de hele kosmos is opgebouwd uit minuscule ruimtetijd-'pixel'tjes'.

Ga je daarmee rekenen, dan blijkt de oerknal niet langer een onneembare vesting, zo ontdekten Ashtekar en zijn collega's vorig jaar zomer. Als de materiedichtheid in de buurt van de zogeheten Planck-dichtheid komt (stop honderd miljard sterrenstelsels in een atoomkern en je hebt een idee wat natuurkundigen hiermee bedoelen), dan vindt er een 'quantum bounce' plaats, waarbij krimp wordt omgezet in expansie.

Geen oerknal-uit-het-niets dus, maar een soort quantum-krimpknal. En vóór die knal was er gewoon een andere 'tak' van het heelal, waarschijnlijk met dezelfde 'klassieke' eigenschappen als het heelal waarin wij leven. 'We waren erg verbaasd over deze uitkomst',

'Hoe dan ook: het heelal is onvoorstelbaar veel ouder dan veertien miljard jaar'

vertelt Ashtekar, 'maar alle simulaties die we de afgelopen winter hebben uitgevoerd, lieten hetzelfde resultaat zien.'

Filosofen

Ashtekar, die dit voorjaar te gast was bij Nobelprijswinnaar Gerard 't Hooft op de Universiteit Utrecht, moet wel even kwijt dat 'zijn' model niet verward mag worden met het oude idee van een pulserend heelal, dat afwisselend inkrimpt en uitdijt.

'Waarschijnlijk is er maar één quantum bounce geweest', zegt hij, 'en is het heelal van vóór de oerknal altijd aan het inkrimpen geweest.' Over 'het begin' laat de theorie zich dan ook niet uit. 'Dat is een vraag voor filosofen.'

En zo zijn er natuurlijk wel meer haken en ogen aan het krimpknal-idee. Om te beginnen bestaat er geen enkel experimenteel bewijs voor lus-quantumzwaartekracht. Bovendien zijn de berekeningen van Ashtekar en zijn collega's relatief simpel; ze gaan er bijvoorbeeld

van uit dat de materie in het heelal volstrekt gelijkmatig is verdeeld, wat zeker niet het geval is.

Tot slot biedt de theorie geen verklaring voor de waargenomen eigenschappen van het heelal, zoals de hoeveelheid mysterieuze donkere energie.

Dat is nou net een van de raadsels die Steinhardt en Turok denken op te kunnen lossen met hun cyclisch heelalmodel. Opnieuw niet te verwarren met het 'ouderwetse' idee van een pulserend heelal, dat volgens Steinhardt om allerlei redenen niet kan kloppen, al was het maar omdat ons heelal in de toekomst steeds sneller zal uitdijen, en dus nooit meer gaat inkrimpen.

Hyperversum

Hoe kan de kosmische geschiedenis zich dan toch steeds herhalen? Simpel: ons heelal is een vierdimensionaal 'braan' (een woord dat afgeleid is van membraan) in een vijfdimensionaal hyperversum.

Ons braan – met drie ruimtelijke

dimensies en één tijddimensie – dijt voortdurend uit, en wordt steeds ijler en leger. Maar eens in de zoveel tijd komt het in botsing met een buur-braan, en is het weer helemaal gevuld met materie en energie.

'Er is geen grens aan het aantal cycli dat inmiddels kan zijn verstreken', zegt Steinhardt. 'Dat kunnen er één miljoen zijn, of tien-tot-de-macht-één-miljoen. Hoe dan ook, het heelal is onvoorstelbaar veel ouder dan veertien miljard jaar.'

En dat verklaart misschien hoe het komt dat de kosmologische constante – een maat voor de hoeveelheid donkere energie in het heelal – veel en veel kleiner is dan je zou verwachten op basis van theorieën uit de deeltjesfysica. Steinhardt: 'Er is opeens véél meer tijd beschikbaar, dus de kosmologische constante kan héél langzaam zijn afgenomen, in de loop van vele, vele, vele cycli.'

Snaartheorie

De theorie van Steinhardt en Turok is losjes gebaseerd op de snaartheorie – een andere kandidaat voor het langverbeide 'huwelijk' tussen relativiteitstheorie en quantumfysica.

'Maar', zegt Steinhardt, 'op zichzelf is dat onderscheid niet eens zo relevant. Als het werk van Ashtekar laat zien dat er bij extreem hoge dichtheid automatisch een nieuwe "oerknal" optreedt, is dat mogelijk ook een belangrijk gegeven voor ons cyclisch heelal.'

Nauw samenwerken doen de twee teams van theoretici overigens niet. Het model van het cyclisch heelal bevat nogal veel ad hoc-elementen, meent Ashtekar. Steinhardt op zijn beurt stelt dat de krimpknaltheorie alleen de situatie rond de Planck-dichtheid beschrijft, en weinig zinnigs te melden heeft over het huidige heelal. 'Hun berekeningen zijn heel erg geïdealiseerd, en vormen hooguit een ruwe benadering van de werkelijkheid.'

Maar allebei houden ze de mogelijkheid open dat de twee theorieën op de een of andere manier wel aan elkaar verwant zijn. Ashtekar: 'Het is zeker geen uitgemaakte zaak, maar volgens mij is het heel goed mogelijk dat kosmologen over een jaartje of twintig tot de conclusie komen dat we allebei op het juiste spoor zaten.'