

Luisteren naar de eerste sterren

In het middenwesten van Australië, diep in de outback, staat een metalen antenne ter grootte van een tafeltennistafel. De reden? Onderzoekers hopen een signaal te meten dat afkomstig is van de allereerste sterren in het universum. Na jaren ploeteren is dat de vijf wetenschappers die betrokken zijn bij dit project nu eindelijk gelukt. Na een zorgvuldige analyse bleek het signaal echter twee keer sterker dan theoretisch voorspeld... Schort er iets aan de meting, of is dit een nieuw mysterie in de kosmologie?



Afbeelding 1. De EDGES-telescoop. De EDGES radiotelescoop in Australië. De opstelling bestaat uit een grote

bodemplaat van 30m² en een antenne van zo'n 2 meter breed en 1 meter hoog. Foto: [LoCo Lab](#)

De geschiedenis van het heelal is tegenwoordig redelijk goed bekend. Het universum ontstond zo'n 13,8 miljard jaar geleden in een "hete oerknal" en koelde vervolgens af. Doordat het universum kouder werd, konden neutrale elementen gevormd worden (voornamelijk waterstof) en werd het universum transparant voor licht. Op de nagloed van de oerknal na ([de kosmische achtergrondstraling](#)) was het universum nog donker, tot de eerste sterren zich vormden. Het energierijke licht van die eerste sterren bracht het neutrale waterstofgas in een aangeslagen toestand, wat het mogelijk maakte dat dat gas weer fotonen uit de kosmische achtergrondstraling absorbeerde. De karakteristieke golflengte van die geabsorbeerde fotonen is 21 cm, een golflengte die zich in het bereik van de radiostraling bevindt.

Tot zover de theorie. Om dit verhaal over de eerste sterren ook experimenteel te testen, besloten de onderzoekers van de EDGES-groep (Experiment to Detect the Global Epoch of reionization Signature) om te proberen de absorptielijn met een golflengte van 21 cm in de kosmische achtergrondstraling te meten. De onderzoekers bekeken daarom het frequentiegebied van 50-100 MHz (zo'n 10^8 trillingen per seconde) in de hoop om precies bij de frequentie die overeenkomt met een golflengte van 21 cm *minder* licht te zien. De opstelling die de onderzoekers daarvoor gebruiken (zie afbeelding 1) is in feite een zeer gevoelige radio. Het onderzochte frequentiegebied komt namelijk overeen met de frequenties die worden gebruikt voor FM-radio.

De meting die de EDGES-onderzoekers wilden doen, is ongelooflijk uitdagend, want er is zeer veel "vervuiling" in dit frequentiegebied - bijvoorbeeld van ons eigen melkwegstelsel, maar natuurlijk ook van de gewone radio. Dit is dan ook een van redenen waarom de onderzoekers moesten uitwijken naar de Australische outback in een "radiostille" regio speciaal gereserveerd voor radioastronomie - zie afbeelding 2. Het zat er voor de onderzoekers dus niet in om tijdens het werk naar de radio te luisteren.



Afbeelding 2. De locatie van de telescoop. De locatie van het Murchison Radioastronomie Observatorium waar het EDGES experiment zich bevindt. Afbeelding: [Google Maps](#).

Na jaren hard werk is het de onderzoekers eindelijk gelukt het karakteristieke absorptiesignaal in de achtergrondstraling te meten, wat recent tot een mooie publicatie in vakblad *Nature* heeft geleid. Er is echter één aspect aan de meting dat de onderzoekers niet konden verklaren. Het absorptiesignaal is namelijk twee keer sterker dan de theoretisch voorspelde waarde!

Als de meting klopt, zijn de gevolgen van deze waarneming gigantisch. Het is namelijk zo dat de hoeveelheid absorptie sterk samenhangt met de temperatuur in het vroege heelal. Om de gemeten sterkte van het absorptiesignaal te verklaren, moet het zo zijn dat óf de

temperatuur van de kosmische achtergrondstraling hoger was, óf die van het waterstofgas lager dan men tot nu toe heeft gedacht. Beide opties zijn echter moeilijk te verenigen met theoretische modellen die kosmologen hebben ontwikkeld en die ook worden bevestigd door andere metingen.

Maar misschien is er toch een verklaring. Zij aan zij met artikel van de EDGES-groep verscheen er namelijk een tweede artikel in *Nature*, van kosmoloog Rennan Barkana, waarin hij de meting poogde te verklaren. Barkana beredeneerde dat het waterstofgas in het vroege heelal koeler geweest zou kunnen zijn wanneer het een interactie zou hebben met een tot nu toe nog niet geobserveerde vorm van materie, namelijk [donkere materie](#). Deze verklaring is niet zonder controverse ontvangen, want het gooit gangbare ideeën over donkere materie in de prullenmand. Een van de redenen waarom er gedacht wordt dat donkere materie “donker” is, is namelijk juist omdat zo’n interactie met normale materie zeer zwak is.

Kortom: de meeste kosmologen en astronomen zijn het erover eens dát EDGES een absorptiesignaal uit het vroege universum heeft gemeten, wat op zichzelf al zeer indrukwekkend is. Waar velen nog wel hun twijfels over hebben, is de sterkte van het signaal. Totdat de recente meting wordt ondersteund door andere onafhankelijke metingen, is een gezond portie twijfel dus verstandig. Mocht de afwijking tussen theorie en experiment in de toekomst blijven bestaan, dan hebben we een nieuw mysterie erbij waar theoretici zich in kunnen vastbijten.

Referenties

- [An absorption profile centred at 78 megahertz in the sky-averaged spectrum](#), Judd D. Bowman et al.
- [Possible interaction between baryons and dark-matter particles revealed by the first stars](#), Rennan Barkana
- [EDGES: Experiment to Detect the Global EoR Signature](#)