

ASTRONOMIE

Zwemmen in de duisternis

Zijn donkere materie en donkere energie uitingen van hetzelfde fenomeen?

DOOR ASCHWIN TENFELDE

Al jaren bijten astronomen hun tanden stuk op de twee meest prangende vragen in hun vakgebied: wat is donkere materie en wat is donkere energie? Reden om de ware identiteit hiervan te achterhalen is er genoeg: donkere materie en donkere energie maken het overgrote deel van het heelal uit, volgens schattingen maar liefst 96%. Het probleem is, zoals hun namen al doen vermoeden, dat donkere materie en donkere energie onzichtbaar zijn. Maar dát ze bestaan, daar twijfelt bijna niemand meer aan.

Al in 1933 stelde de Zwitserse astronoom Fritz Zwicky dat we nog maar bar weinig van het heelal in kaart hebben gebracht. Zwicky bestudeerde de Coma-cluster van sterrenstelsels en bemerkte dat de snelheden in de cluster zo groot waren dat deze eigenlijk uit elkaar zou moeten vallen. Er moest een gigantische hoeveelheid onbekende massa in de cluster aanwezig zijn die zoveel zwaartekracht tot gevolg had dat de zaak toch bijeen blijft, aldus Zwicky. Er was alleen een probleem: die extra materie bleek van een soort te zijn die onzichtbaar is. Tegenwoordig staat die onzichtbare materie bekend als donkere materie, en talloze waarnemingen lijken het bestaan ervan indirect aan te tonen. Maar wat donkere materie precies is, blijft vooralsnog een groot raadsel.

Tien jaar geleden kwam daar nog eens een probleem bovenop dat nóg mysterieuzer is: de uitdijning van het heelal bleek totaal anders te verlopen dan tot dat moment werd aangenomen. Aanvankelijk dacht men dat de vaart er toch wel zo'n beetje uit moest zijn, zo'n 13,7 miljard jaar na de oerknal, maar het tegendeel bleek waar. De uitdijning remt niet af, maar gaat juist sneller en sneller. Sinds die ontdekking

hebben astronomen allerlei kunstgrepen uitgehaald om de uitdijning in overeenstemming te brengen met de huidige natuurkundige kennis, maar zonder succes. Het raadsel van de donkere kracht die de kosmische touwtjes in handen heeft, en ook nog eens het grootste deel van het heelal opvult, lijkt vooralsnog onoplosbaar.

Maar begin dit jaar bracht astrofysicus Hongsheng Zhao, verbonden aan de Universiteit van St. Andrews, een beetje licht in het debat over de duistere kanten van het heelal. Zhao denkt dat hij het probleem rond donkere materie en donkere energie flink kan vereenvoudigen door beide mysteries met elkaar te verenigen. Volgens Zhao zijn donkere materie en donkere energie twee verschillende verschijningsvormen van hetzelfde fenomeen: een soort 'donkere vloeistof'. De vloeistof kan zich op verschillende manier openbaren omdat het een massa heeft die, kosmologisch gezien, met de tijd afneemt. Het gevolg is dat de vloeistof op relatief korte afstand van ons, bijvoorbeeld in waarnemingen van bewegingen van sterrenstelsels door het heelal, verschijnt in de gedaante van donkere materie. Op een veel grotere, 'galactische' schaal, heeft de vloeistof zoveel massa verloren dat dezelfde effecten optreden die nu worden toegeschreven aan donkere energie. "Hieruit blijkt dat fluctuaties van

donkere energie een weerspiegeling zijn van de brokkelige verdeling van donkere materie in het heelal," zegt Zhao, die zijn model presenteerde in het decembernummer van het tijdschrift *The Astrophysical Journal Letters*.

Donkere vloeistof is niet de eerste theorie die donkere materie met donkere energie probeert te verenigen. In het verleden hebben soortgelijke modellen het licht gezien, maar volgens Zhao schieten deze tekort. "Mijn donkere-vloeistofmodel biedt belangrijke voordelen. In dit model krijgen sterrenstelsels de juiste rotatiecurve mee, maar ook de juiste hoeveelheid gravitatie-lenswerking. Andere modellen geven altijd óf te veel óf te weinig weer." Zhao hoopt binnenkort met het vloeistofmodel de evolutie van het heelal te kunnen simuleren. "Ik wil kijken of de basis van structuren in het heelal gelegd kan worden door fluctuaties binnen de donkere vloeistof. Vervolgens moet duidelijk worden of dit kan leiden tot de fluctuaties die we zien in de kosmische achtergrondstraling en de verdeling van 'gewone' materie die we tegenwoordig waarnemen in sterrenstelsels."

"Unificatietheorieën worden de laatste tijd vaker naar voren gebracht," zegt Rien van de Weygaert, hoogleraar Kosmologische Structuurvorming aan de Rijksuniversiteit Groningen. "Ook al weet nie-

NEGATIEVE DRUK

Naast donkere vloeistof zijn er nog andere modellen in omloop die donkere materie en donkere energie met elkaar proberen te verenigen. Een van de bekendste is een natuurkundig model genaamd Chaplygin-gas. Dit denkbeeldige gas heeft een negatieve druk, net zoals wordt verondersteld van donkere energie. De negatieve druk van donkere energie en het Chaplygin-gas is dusdanig 'negatief' dat zwaartekracht een afstotende werking krijgt, waarmee de uitdijning van het heelal kan worden verklaard. Door verschillende variabelen in dit gas te veranderen, hoopt men meer inzicht te krijgen in het gedrag van donkere energie. Mede doordat een gas met een negatieve druk ons voorstellingsvermogen te boven gaat heeft het Chaplygin-gas-model weinig aanhangers.



Eén pot nat? Volgens een nieuwe, gewaagde theorie zijn donkere energie en donkere materie twee verschijningsvormen van hetzelfde fenomeen: donkere vloeistof. Neutrino-detectoren, zoals deze in het Gran Sasso Laboratorium in Italië, kunnen meer opheldering geven over de aard van donkere materie.

mand zeker of ze ook maar iets met de waarheid te maken hebben, het is wel heel nuttig om ze te bekijken. Ik vind het idee zelfs heel aantrekkelijk, daar het de vraag naar de identiteit van donkere materie en donkere energie onder een noemer zou brengen." Maar volgens van de Weygaert moeten onderzoekers niet te hard van stapel lopen. "Het zijn een soort 'toy models'. Het is een beetje spelen, en het gaat niet om fundamentele theorieën."

En dat is volgens Weygaert wel hard nodig, aangezien er zo schrikbarend weinig bekend is over de duistere kant van het heelal. Sterrenkundigen hebben wel het idee dat donkere materie familie zou kunnen zijn van deeltjes die niet behoren tot de gewone 'baryonische' materie, zoals neutrino's, axionen en neutralino's. De ontsluiting van donkere materie komt dit jaar mogelijk een flinke stap dichterbij, wanneer de Large Hadron Collider (LHC) gaat draaien. In de LHC hopen natuurkundigen meer sporen te vinden van het belangrijkste kandidaat-deeltje, het neutralino. Hoewel neutrino's onder sterren-

kundigen ook hoge ogen gooien, wordt hier niet direct jacht op gemaakt, omdat deze veel te licht zijn om te kunnen waarnemen. Neutralino's, de supersymmetrische tegendeeltjes van neutrino's beschikken wél over een meetbare massa.

Het donkere-vloeistofmodel van Zhao is niet expliciet gebaseerd op neutrino's, maar gaat er wel van uit dat de vloeistof is opgebouwd uit een deeltje waarvan de massa erg klein is. "In aanmerking nemend dat de massa van donkere vloeistof met de tijd afneemt, kan de huidige massa net zo laag zijn als die van het neutrino en daarmee even lastig waar te nemen," zegt Zhao. Maar wat het zwaardere 'tegendeeltje' dan precies is, is nog volstrekt onduidelijk. Zhao waarschuwt dat pogingen om donkere materie-deeltjes op te sporen in deeltjesversnellers vruchteloos kunnen blijken. "Als donkere materie een duo-fenomeen is, zal het misschien wel nooit opduiken in de LHC," zegt Zhao.

Mocht de ware aard van donkere materie binnenkort worden achterhaald, dan nog blijft het raadsel rond donkere energie

bestaan. Van de Weygaert: "In de bestaande natuurkundige theorieën is ruimte voor donkere materie, maar niet voor donkere energie. Volgens de beschikbare fundamentele natuurwetten zou er geen donkere energie moeten zijn, óf juist een factor 10^{120} meer donkere energie dan we nu waarnemen. Er mist dus iets in de fundamentele natuurkunde."

Dat hoeft wat Zhao betreft geen belemmering te zijn om tóch uitspraken over te doen over het mysterieuze spul. "Wat donkere materie en donkere energie ook mogen zijn, we kunnen ze waarschijnlijk niet los van elkaar zien," zegt de astrofysicus. Van de Weygaert beaamt dat dit een aantrekkelijke gedachte is, maar waarschuwt voor al te veel enthousiasme: "Het blijft suggestief om te denken dat die twee iets met elkaar te maken hebben. Je moet wel heel voorzichtig zijn, omdat beide media toch naar voren komen in geheel verschillende kosmologische context. Aanwijzingen voor het bestaan van donkere materie komen uit een heel andere hoek dan die voor donkere energie."