

Hoe dieper we de kosmos in turen, hoe vreemder hij lijkt

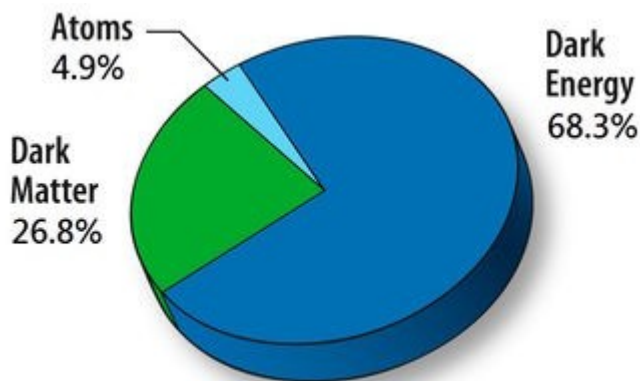
Auteur: [Roel van der Heijden](#) | 16 mei 2023

Niet zelden leiden waarnemingen van telescopen tot meer vragen dan antwoorden. Waarom worden de grote kosmische problemen niet getackeld? “De kosmos blijkt steeds rijker en complexer te zijn dan we dachten.”

Zowel in de astronomie als de neurowetenschap komen er steeds meer antwoorden op complexe vraagstukken, maar zijn er ook nog heel veel ‘losse eindjes’. Lees hier [hoe het zit in de neurowetenschap](#).

Kennelijk begrijpen we nog maar erg weinig van de kosmos. Waarom bestaan we uit materie en niet uit antimaterie? Wat zit er in zwarte gaten? Waarom zijn er überhaupt zulke grote zwarte gaten? [Waar is het buitenaardse leven?](#) Er zijn tal van onopgeloste mysteries in de astronomie. Zo is het lithium dat tijdens de oerknal moet zijn ontstaan spoorloos verdwenen, leveren bepalingen van de snelheid waarmee het heelal uitdijt twee verschillende waarden op, zien we geheimzinnige gammaflitsen en doen pulsars (sneldraaiende neutronensterren) gek.

En dat zijn zogenoemde nog niet eens de grootste knelpunten in de kosmos. Het overgrote deel van het universum is zoek. Anders gezegd: de meeste astronomen denken dat alles wat we kunnen zien met telescopen, zoals planeten, sterren en sterrenstelsels, slechts vijf procent van de inhoud van het heelal is. Op de overige 95 procent plakken ze spannende labels zoals ‘donkere materie’ en ‘donkere energie’. Overigens hebben wetenschappers best goede redenen om aan te nemen dat er meer is dan wat het oog ziet: zonder donkere materie zouden sterrenstelsels uit elkaar vliegen en donkere energie moet verklaren [waarom het universum steeds sneller uitdijt](#). Maar over wát dit donkere en onzichtbare spul is tast de wetenschap nog steeds in het duister.



Waarnemingen vertellen ons dat zo'n zeventig procent van het heelal uit donkere energie bestaat. Ruim 25 procent bestaat uit donkere materie, en alleen van de overblijvende vijf procent hebben we een goed idee wat het is.

NASA

Aan de ene kant lost de wetenschap vraagstukken op, aan de andere kant stapelen de vragen verder zich op. Toch lijkt de gemiddelde astronoom er niet echt wakker van te liggen. Zouden sterrenkundigen zich niet iets drukker moeten maken over de epische zoektocht in het heelal die vaak meer nieuwe vragen dan antwoorden lijkt op te leveren?

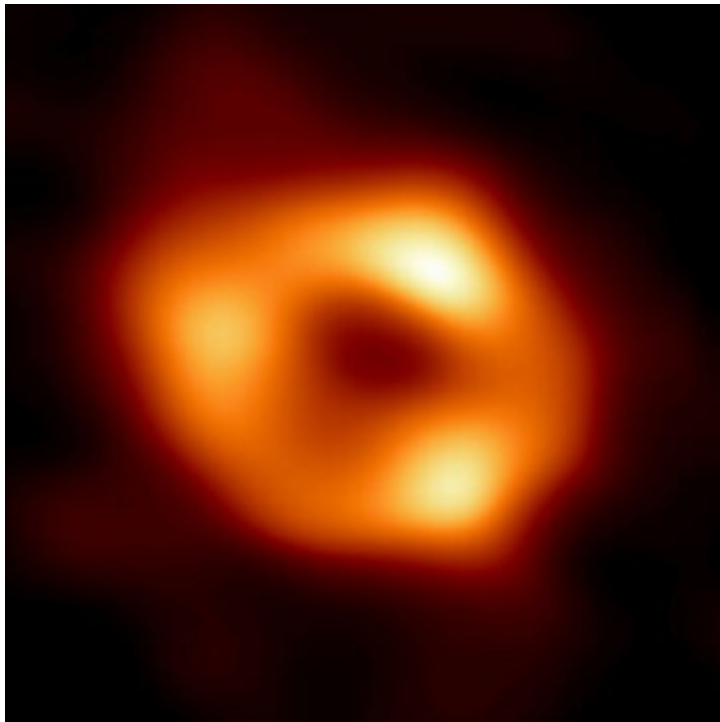
De theorie van alles

Het overgrote deel van de astronomen onderschrijft het zogenoemde Λ CMD-model (met de Griekse letter Λ , ofwel 'lambda'), waarbij CMD staat voor *cold dark matter*. Sommigen noemen dit het standaardmodel van de kosmologie. De theorie gaat uit van een oerknal die 13,8 miljard jaar geleden plaatsvond waarna waarschijnlijk een periode volgde van een zeer snelle uitdijning van het helaal, [ook wel inflatie genoemd](#).

De lambda is de term die de donkere energie beschrijft, de vermoedelijke aandrijver van de steeds snellere uitdijing van het universum. De 'cold dark matter' is de materie die niet zichtbaar is en zich alleen via de zwaartekracht en misschien de zwakke kernkracht laat gelden. Het model gaat ervan uit dat de algemene relativiteitstheorie de juiste beschrijving voor de zwaartekracht is.

Astronomen zonder antwoorden

Je zou denken dat de openstaande vraagstukken over donkere materie en donkere energie een voor de astronomen nogal ongemakkelijke waarheid vormen. Is dit de spreekwoordelijke olifant in de kamer, die iedereen ziet staan maar nadrukkelijk negeert? David Baneke zegt dat het meevalt. Hij is universitair docent op het gebied van wetenschapsgeschiedenis aan de Universiteit Utrecht en volgens hem hoeft de gemiddelde astronoom voor het dagelijkse werk helemaal niet te weten wat donkere materie is.



Het zwarte gat Sagittarius A* in onze Melkweg met een massa van naar schatting vier miljoen keer dat van onze zon. Het is niet bekend hoe zulke grote zwarte gaten ontstaan.

EHT Collaboration, CC BY 4.0 via Wikimedia Commons

Er zijn namelijk nog genoeg wetenschappelijke puzzels waar astronomen aan kunnen werken, problemen die géén begrip van donkere materie of energie vereisen. Telescopen worden steeds beter en produceren een overdaad aan nieuwe puzzelstukjes. Vanaf het midden van de twintigste eeuw zien we niet alleen het voor onze ogen zichtbare licht, maar óók radiostraling, infrarood, röntgenstraling en meer. Een nieuwe telescoop zoals de James Webb Telescope is vooral gevoelig voor het infrarode spectrum waardoor je makkelijker door gaswolken in het universum heen ziet. “Door dit soort waarnemingen is het heelal de afgelopen jaren in feite veel diverser geworden”, zegt Baneke. “Er zijn niet alleen maar sterren en planeten, maar ook bijvoorbeeld zwarte gaten, pulsars en quasars. Die proberen we allemaal te doorgronden. Verder nam het vakgebied van exoplaneten (planeten rondom andere sterren dan de zon – *red.*) de afgelopen jaren een enorme vlucht. Er werken veel meer astronomen aan vragen die te maken hebben met dit soort objecten dan aan de problemen rondom donkere materie en donkere energie.”

Goed, dat betekent niet dat er niets gebeurt op het gebied van de ‘fundamentele’ vraagstukken. Er zijn genoeg theorieën, maar die moeten wel getoetst worden met waarnemingen, en daarvoor moet je soms een beetje geduld hebben. Baneke noemt de in 2013 gelanceerde Gaia-satelliet die van zoveel mogelijk sterren in ons Melkwegstelsel (onder andere) de positie en de snelheid bepaalt. De database telt inmiddels bijna twee miljard sterren – minder dan een procent van het geschatte aantal sterren in de Melkweg. Al die sterren trekken via de zwaartekracht aan elkaar en de dynamiek van die golvende ‘sterrenzee’ kan verklappen of er zich tussen de ontelbare lichtpuntjes ook donkere materie verschuilt en hoe die zich gedraagt.

Relatief nieuwe wetenschap

Maar knelt het dan helemaal niet dat we al zo lang geen oplossing hebben voor donkere materie en donkere energie? “Je moet natuurlijk wel een goede alternatieve theorie hebben als je een geaccepteerde theorie omver wilt werpen”, zegt Baneke. In die zin kun je zeggen dat dit het beste is wat we op het moment hebben. En overigens zijn die theorieën nog helemaal niet zo oud als je misschien denkt. “Sterrenkunde wordt vaak de oudste natuurwetenschap genoemd, maar het grootste deel van de objecten en de problemen die we kennen zijn relatief nieuw”, zegt hij.

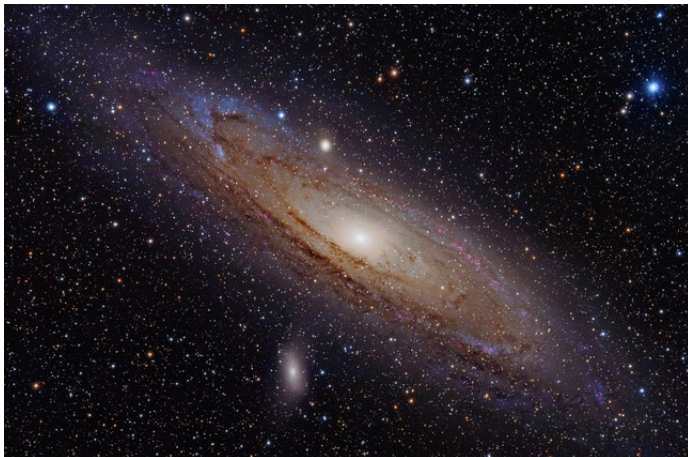
Pakweg een eeuw geleden zag de astronomie er in ieder geval een stuk overzichtelijker uit. Astronomen wisten niet dat de ‘nevels’ die waargenomen werden andere sterrenstelsel waren, er was nog geen oerknal-theorie, zwarte gaten waren slechts een theoretische oplossing van de relativiteitstheorie die je gewoon kon negeren en we hoefden alleen nog maar een manier te vinden om te kunnen communiceren met de wezens die op onze buurplaneten leefden.

Dat relatief overzichtelijke heelal zou snel veranderen. “De kosmos blijkt steeds rijker en complexer te zijn dan we dachten. En met ieder begrip, iedere waarneming en theorie duiken er nieuwe vragen op”, zegt Baneke. Dat gebeurde ook toen er in de loop van de twintigste eeuw steeds meer aanwijzingen kwamen dat er iets aan de hand was met de bewegingen van sterrenstelsels. In de jaren zeventig en tachtig was er zoveel bewijs gevonden dat de theorie van donkere materie gemeengoed kon worden. En pas in 1998 kwam er aan de hand van observaties aan verre supernova-explosies (fel exploderende sterren) bewijs voor de steeds snellere uitdijing van het universum die veroorzaakt zou worden door donkere energie.

Fundamenten in twijfel trekken

Theoretici blijven nieuwe theorieën bedenken om de ‘afwijkende’ bewegingen die we in het heelal zien te verklaren. Een probleem daarbij is volgens Niels Martens, universitair docent filosofie van de kosmologie, dat de waarnemingen nogal wat ruimte open laten voor verschillende verklaringen. “Er zitten enorme verschillen tussen de objecten die zouden moeten verklaren wat die missende materie precies is”, zegt hij. “Dat gaat van zwarte gaten tot aan *fuzzy dark matter*, dat je je zou kunnen voorstellen als extreem uitgestrekte golven met weinig energie die de ruimte beïnvloeden. Tussen de massa van de verschillende donkere materie-kandidaten zitten wel negentig ordegroottes! Dat is heel handig voor theoretici, want die hebben daardoor de vrijheid om van alles te bedenken. Maar het betekent ook dat de zoektocht naar een oplossing op dit moment niet echt wordt geleid door de data.”

Martens vergelijkt de huidige situatie rondom donkere energie met een soort wetenschappelijk agnosticisme: er is relatief veel bewijs dat er ‘iets extra’s’ bestaat naast gewone materie, maar het kan in feite van alles zijn. “Ons begrip van donkere materie is zo dun dat statements als ‘donkere materie bestaat’ op zichzelf geen duidelijke betekenis hebben. Ik hoop daarom erg dat er in de toekomst meer data komen die het concept ‘donkere materie’ specifiek maken”, zegt hij.



Sterrenstelsel Andromeda bestaat uit honderden miljarden sterren. Zonder de aanwezigheid van ‘onzichtbare’ donkere materie zou het sterrenstelsel door zijn eigen draaiing uit elkaar moeten vliegen.

Adam Evans via CC BY 2.0

Een ander kritiekpunt op bepaalde oplossingen van het donkere materie-probleem is dat je de theorie altijd zo kunt aanpassen dat het klopt met de waarnemingen. “Theorieën gaan er bijvoorbeeld van uit dat er rondom sterrenstelsels een grote hoeveelheid van niet zichtbare materie zit, een zogenoemde halo”, zegt Martens. “De theorie geeft voor zo’n halo twee parameters waaraan je kunt sleutelen en daarmee lukt het vrij gemakkelijk om de waarnemingen te verklaren. Je kunt dus niet snel in de fout gaan. Sommige wetenschappers zeggen daarom dat de theorie van donkere materie niet te toetsen is op de schaal van melkwegstelsels, want je kunt het in feite altijd recht praten.”

Er zijn ook alternatieven voor donkere materie, die je voor een groot deel kan scharen onder de zogenoemde *modified newtonian dynamics*. Dat is een verzamelnaam voor theorieën die de verklaring voor de galactische bewegingen niet zoekt in ‘verloren’ materie maar in aanpassingen van de zwaartekracht. Zo zou gravitatie voor de kleine versnellingen die zich vaak op grote schaal afspelen anders werken.

Het vakgebied van de aangepaste zwaartekracht heeft veel minder aanhangers dan dat van donkere materie, vertelt Martens. Dat er verschillende kampen zijn is vindt hij positief, maar het is jammer dat deze partijen nauwelijks met elkaar praten. “Ze zitten vast in hun eigen dogma’s”, zegt hij. Zonde, want er liggen kansen op het grensvlak van de twee gebieden. “Er zijn bijvoorbeeld wetenschappers die stellen dat donkere materie ook een soort fluïde vorm aan kan nemen dat het afwijkende zwaartekrachtveld in sterrenstelsels verklaart. Dat zit qua idee een beetje tussen de conventionele donkere materie en de aangepaste zwaartekracht in. Ik denk dat dit soort hybride theorieën de potentie heeft om de verschillende kampen beter naar elkaar te laten luisteren, en daarmee boek je vooruitgang.”

Waar blijven de oplossingen?

Donkere materie en donkere energie zijn misschien nog niet zulke oude problemen, maar ze lijken bijzonder taai. Martens heeft er een hard hoofd in dat ze binnenkort opgelost worden. Sterker nog, als de natuur ‘niet meewerkt’ dan worden ze misschien helemaal niet opgelost. “Het lijkt erop dat we binnenkort met een aantal experimenten die naar donkere materie-deeltjes speuren tegen de zogenoemde neutrino-achtergrond aanlopen. Je kunt nog gevoeliger detectoren bouwen, maar je bent dan alleen maar ‘achtergrondruis’ afkomstig van neutrino’s uit de kosmos aan het meten”, zegt hij. Een van die experimenten is het XENON-experiment waar NEMO Kennislink [eerder al over schreef](#).

Astronomen zoeken onverstoord door naar antwoorden. Er zijn vakgebieden waar het momenteel snel gaat, dat van zwarte gaten bijvoorbeeld. Daarbij spelen fundamentele vragen, zoals wat er gebeurt met de informatie van de materie die erdoor wordt opgeslokt. Volgens de quantummechanica mag die informatie niet vernietigd worden, maar wat gebeurt er dan mee als de materie er nooit meer uitkomt? Ook de algemene relativiteitstheorie lijkt geen goede voorspellingen meer te doen voor het binnenste van het zwarte gat. Wat daarvoor in de plaats moet komen is onbekend.

Martens zelf is betrokken bij de *Next Generation Event Horizon Telescope*, een verbeterde versie van het wereldwijde netwerk van telescopen dat in 2019 voor het eerst [een afbeelding maakte van een zwart gat](#). Momenteel wordt dat netwerk uitgebreid en de komende jaren verwachten de onderzoekers bewegende beelden van hoge kwaliteit te kunnen maken van zwarte gaten. Ook nieuwe detectoren voor zwaartekrachtgolven – zoals misschien wel [de Nederlandse Einstein Telescope](#) – kunnen antwoorden opleveren. Of nieuwe vragen natuurlijk.