

Interview



HOOGLERAAR GALACTISCHE
ASTRONOMIE KOEN KUIJKEN:

**'De zoektocht naar
donkere materie
wordt steeds
spannender'**



ALLARD FAAS

Al bijna veertig jaar speurt Koen Kuijken de hemel af. Waar hij naar op zoek is? Donkere materie. Met steeds betere telescopen hoopt de Leidse sterrenkundige het onzichtbare zichtbaar te maken.

Tekst: Sander Koenen | Foto's: Allard Faas

Een sterrenkundige met een superkracht. Zo zou je de Belgisch-Nederlandse astronoom Koen Kuijken kunnen omschrijven. Hij 'ziet' wat bijna niemand kan zien. Iets wat zelf geen licht uitzendt of weerkaatst en wat dwars door ons heen beweegt. Iets wat niet kan botsen, versmelten of afstoten, maar tegelijkertijd verantwoordelijk is voor de structuur van ons heelal. Kuijken 'ziet' donkere materie. Niet met zijn eigen ogen en ook niet rechtstreeks. Hij onderzoekt de invloed die donkere materie heeft op zijn omgeving. Kuijken is een bescheiden en nieuwsgierig man. Iemand die observeert zonder veel te zeggen. Die goed nadenkt voordat hij antwoordt. In stilte loopt hij door de kelder van de Oude Sterrewacht in Leiden, waar op dat moment een expositie is te vinden over de eerste waarnemingen van de James Webb Space Telescope. Hij laat de beelden even op zich inwerken. Eén beeld in het bijzonder: dat van Pandora's Cluster. Deze foto is genomen met het infraroodinstrument van de James Webb en toont sterrenstelsels op 4 miljard lichtjaar afstand van de aarde. Kuijken kent het beeld goed, maar is nog altijd onder de indruk: "Prachtig. Genieten gewoon. Iemand zoals ik, die dit soort objecten al tientallen jaren vanaf de grond bestudeert, geeft dit een geweldig gevoel."

Het fotodoek is 15 vierkante meter groot en haarscherp, en toont een hoekje van het diepe heelal. Bezoekers van de tentoonstelling zien op de voorgrond een handvol stralende sterren, zo helder als de zon, en daarachter honderden sterrenstelsels in verschillende vormen en kleuren. Maar Kuijken ziet meer. Zoals altijd.



'Donkere materie bepaalt de grotere structuur van het heelal'

"Kijk, hier versmelten twee complete sterrenstelsels met elkaar, onder invloed van de zwaartekracht. Wat je niet ziet op deze foto is de enorme staart van een van de stelsels. Die loopt nog veel verder door en bevat ongelooflijk heet gas." Iets verder naar rechts op de foto staan drie langgerekte,

boogvormige lichtvlekken. Ze lijken dui-zenden lichtjaren uit elkaar te liggen, maar hebben alle drie dezelfde oorsprong. "Dit is een gravitatieleens. Het licht dat je ziet, is afkomstig van een miljarden jaren oud sterrenstelsel dat áchter Pandora's Cluster staat. Onderweg naar ons toe is dat licht vervormd geraakt door de zwaartekracht van het cluster."

In het hoofd van Kuijken wordt dit ene beeld, geschoten op 15 februari 2023, een film van de geschiedenis van ons heelal. Een film die begint bij de oerknal, bijna 14 miljard jaar geleden, en daarna verdergaat

Wie is ... Koen Kuijken?

■ Koen Kuijken (1963) werd gegrepen door de sterrenkunde toen hij twaalf jaar was. Hij was een enorme ruimtevaartliefhebber en wist al vroeg dat hij astronoom wilde worden.

■ Hij promoveerde in 1988 aan de Universiteit van Cambridge in Engeland. Daarna werkte hij onder meer in Canada en aan het Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics in de VS.

■ Kuijken was slechts één jaar niet actief als wetenschapper. Dat jaar doorliep hij in België zijn militaire dienstdienst. Als korporaal zat hij veel in een verkeerstoren, waar hij de loze uren gebruikte om een boek over sterodynamica te bestuderen.

■ Hij was van 2007 tot 2012 wetenschappelijk directeur van de Sterrewacht Leiden, het astronomisch onderzoeksinstituut van de Universiteit Leiden. In 2012 trad hij af om zich full-time te kunnen richten op onderzoek en onderwijs.

■ Kuijken is getrouwd met Ana Achúcarro, hoogleraar theoretische natuurkunde aan de Universiteit Leiden. Haar onderzoek richt zich op het vroege heelal, inflatie, superzwaartekracht, zwarte gaten en het golfverschijnsel solitonen.

■ Kuijken is betrokken bij het instrument OmegaCAM op de VLT Survey Telescope in Chili. Hiermee werd de Kilo-Degree Survey (KiDS) uitgevoerd, waarbij 3 procent van de hemel in kaart werd gebracht. Hij werkt ook mee aan ruimtetelescoop Euclid, die vanaf begin volgend jaar volledig operationeel is.

met de vorming van de eerste sterren en sterrenstelsels. Veel later in de tijd klitten stelsels bij elkaar. Zo ontstaan clusters van sterrenstelsels en daarna superclusters. Dat gebeurt niet zomaar en niet willekeurig, zegt de hoogleraar. “De grotere structuur van het heelal wordt bepaald door de verdeling van donkere materie. Iets wat we waarschijnlijk nooit rechtstreeks zullen kunnen

► Pandora's Cluster, een gigantisch cluster van sterrenstelsels, vastgelegd door de James Webb Space Telescope. Dat clusteren wordt mede mogelijk gemaakt door donkere materie.

waarnemen, maar waarvan we de invloed heel duidelijk kunnen zien. Bijvoorbeeld aan die samensmeltende sterrenstelsels en die gravitatielenen.”

‘Technologische ontwikkelingen hebben mijn vakgebied aanzienlijk verrijkt’

Kuijken loopt naar een van de grote raampartijen van de Oude Sterrewacht. “Kijk eens naar buiten, naar die bomen en het gras. Wat zie je?” Mijn ogen en hersenen gaan direct aan de slag. Ik zie bomen, struiken, een grasveld. De bomen lijken een beetje vervormd. Alsof je naar tegels op de bodem van een zwembad kijkt, maar dan minder heftig. Dat zal wel aan het glas liggen, denk ik. Het is duidelijk een dagje ouder: enkel glas en er zitten oneffenheden in. “Precies”, zegt Kuijken. “Je ziet de ruit niet, want daar kijk je dwars doorheen. Maar door heel nauwkeurig te onderzoeken wat je wél ziet – de bomen, de struiken, het gras – kun je best veel zeggen over dat glas en de afwijkingen erin. Zo werkt het ook met de verdeling van donkere materie in het heelal. Ik kijk naar afwijkingen in de zichtbare materie om het mysterie van onzichtbare materie te ontrafelen.”

Zoals liefhebbers van Van Gogh uren kunnen kijken naar diens zonnebloemen, kan Kuijken zich compleet verliezen in de opnames van de James Webb. “Dat komt door de ongekende scherpte van de beelden”, zegt hij. “Mijn carrière als astronoom begon veertig jaar geleden, toen Pandora's Cluster al bekend was. Maar op de beelden van destijds zag je de sterrenstelsels als wazige vlekjes, alsof je ze bekeek door de bodem

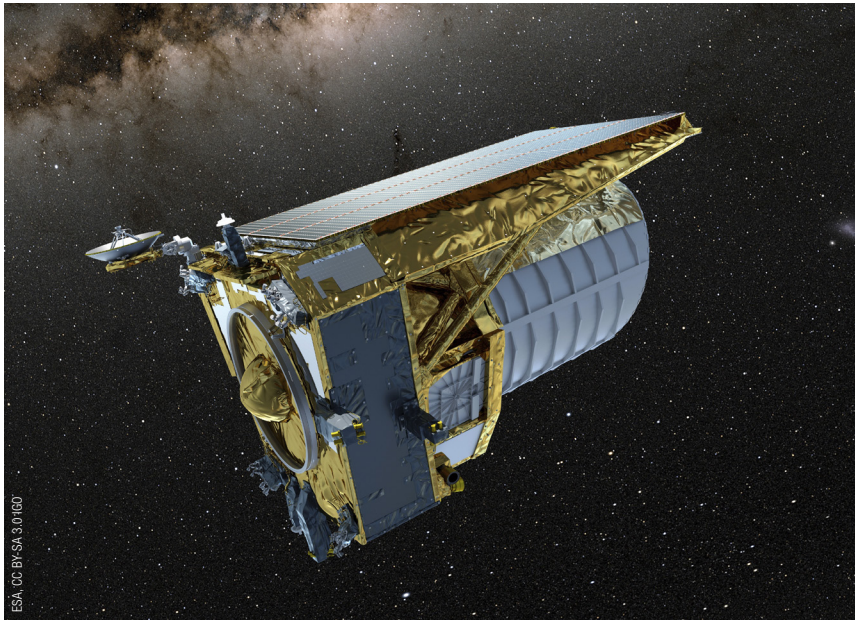
van een dikke jampot. De wetenschap van toen is niet te vergelijken met die van nu, doordat we inmiddels beschikken over veel betere instrumenten. Technologische ontwikkelingen hebben mijn vakgebied aanzienlijk verrijkt.”

Toen Kuijken eind jaren tachtig promoveerde aan de Universiteit van Cambridge in Engeland, was donkere materie al een mainstream onderwerp in de sterrenkunde. Verschillende astronomen, onder wie de Amerikaanse Vera Rubin, hadden aangetoond dat sterren aan de rand van sterrenstelsels veel sneller draaien dan je mag verwachten volgens de zwaartekrachtwetten van de bekende Britse wetenschapper Isaac Newton. Waarnemingen gedaan met de radiotelescopieën in het Drentse Westerbork bevestigden dat.

‘Donkere materie zit verstopt in een grote halo rond de Melkweg’

In Nederland deed de Friese astronoom Jan Hendrik Oort onderzoek naar de bewegingen van reuzensterren in onze Melkweg. Die deinende beweging hangt sterk af van de zwaartekracht en kan dus iets vertellen over de hoeveelheid donkere materie die aan de sterren trekt. Oort concludeerde op basis van de bewegingen van honderden reuzensterren dat vooral veel donkere materie verstopt moet zitten in de schijf van onze Melkweg; de ‘pannenkoek’ waarin het overgrote deel van de sterren zich bevindt. Kuijken herhaalde de waarnemingen van Oort voor zijn promotieonderzoek, maar dan met veel modernere apparatuur. Kort voordat hij in 1988 promoveerde, hield hij een lezing waarin hij de voorlopige





resultaten van zijn werk bekendmaakte. “Ik was erachter gekomen dat de conclusies van Oort niet klopten”, zegt hij. “Donkere materie vormt een grote halo rond de Melkweg, die zich uitstrekt tot ver voorbij de zichtbare materie. Het spul klontert niet samen in de schijf waar ook alle sterren en planeten zich bevinden. Dit is heel belangrijk. Het bewijst dat donkere materie niet reageert met zichzelf, iets wat zichtbare materie wel doet.” Oort leefde nog en kwam naar die lezing toe. De toen 87-jarige sterrenkundige hoorde slecht; hij zat op de eerste rij met een grote koptelefoon op. Die koptelefoon was via een draad verbonden met een microfoon om de nek van Kuijken. “Ik was een wetenschapper aan het begin van mijn carrière. Dat maakte me ongelooflijk nerveus. Zo nerveus, dat ik me helemaal niets meer van die lezing kan herinneren.”

Oort wist dat zijn eigen onderzoek een achilleshiel had. Hij had honderden reuzensterren gebruikt, maar deze sterren stonden erom bekend dat hun afstand tot het centrum van de Melkweg moeilijk in te schatten was. Zwaartekracht neemt af met afstand, dus als de gebruikte afstanden niet kloppen, heeft dat grote gevolgen voor de conclusies over de aanwezige zwaartekracht.

‘Met elk nieuw deel wordt het donkere-materie-verhaal spannender’

Betere apparatuur in de tijd van Kuijken maakte het mogelijk om de beweging van zwakkere sterren te onderzoeken en zo een veel nauwkeuriger beeld te krijgen van de verdeling van donkere materie in ons Melkwegstelsel. Oort vond de analyse van Kuij-

ken interessant. Hij had er geen moeite mee dat zijn eigen resultaten werden weerlegd. Of ‘geactualiseerd’, zoals de bescheiden Kuijken het liever omschrijft.

Na zijn promotie zegde Kuijken de Melkweg vaarwel en richtte hij zich op andere sterrenstelsels om het donkere-materiemysterie te onderzoeken. Hoe bewegen die stelsels door de ruimte? Hoeveel gezamenlijke zwaartekracht hebben ze? En wat zegt dat over de hoeveelheid donkere materie eromheen?

Ook al is er tot nu toe alleen indirect bewijs verzameld voor donkere materie, dat wijst wel allemaal in dezelfde richting. Zichtbare materie – sterren, sterrenstelsels, zwarte gaten, gaswolken – is goed voor maar 15 procent van alle materie in het heelal. Donkere materie vormt de rest. “Het onderzoek naar donkere materie is als een boekenreeks”, zegt Kuijken. “Met elk nieuw deel dat verschijnt, wordt het verhaal verder uitgediept – en spannender.”

Technologische innovatie drijft volgens Kuijken wat onderzoekers zoals hij kunnen doen. Het afgelopen decennium onderzocht hij donkere materie met de Kilo-Degree Survey (KiDS), gebaseerd op waarnemingen van het deels Nederlandse instrument OmegaCAM in Noord-Chili. Met KiDS konden Kuijken en zijn team zwaartekrachtlenzen onderzoeken zoals die op het beeld van de James Webb, maar dan véél zwakker en dus ouder. Ze onderzochten samen ruim 30 miljoen sterrenstelsels – 3 procent van de totale hemel – en concludeerden dat het heelal bijna 10 procent minder variatie in zwaartekracht vertoont dan werd aangenomen. “Intrigerend”, zegt hij over de resultaten. “Iets om verder en zo nauwkeurig mogelijk te onderzoeken.”

Dat onderzoek gaat hij de komende tien jaar doen met een nieuwe ruimtetelscoop die

◀ De Europese satelliet Euclid gaat onderzoek doen naar de mysterieuze donkere componenten van ons heelal: donkere materie en donkere energie.

werd gelanceerd op 1 juli 2023: Euclid. “Deze telescoop wordt een gamechanger voor mijn onderzoek”, weet Kuijken nu al. “Hij gaat een tien keer groter deel van de hemel onderzoeken dan we met KiDS hebben gedaan. En dat met vijf keer meer scherpte. Euclid stelt ons in staat om een nieuw hemelarchief te maken. De meest gedetailleerde kaart van het heelal, waarmee we de bewegingen van sterrenstelsels in clusters en de afbuiging van licht door zwakke gravitatielenzen kunnen onderzoeken. De resultaten van dit onderzoek zullen leiden tot een van twee conclusies. Mooi en stevig bewijsmateriaal voor de relativiteitstheorie van Einstein, óf een aanwijzing dat we op zoek moeten naar een fundamenteel nieuw fysisch model van hoe het zichtbare én het onzichtbare heelal zich hebben ontwikkeld.”

‘Zonder donkere materie was onze Melkweg misschien wel nooit ontstaan’

We lopen naar het dak van de Oude Sterrewacht en betreden de koepel met daarin een 120 jaar oude telescoop. Albert Einstein zelf zou hier hebben gezeten en nagedacht. Oort werkte hier aan zijn beeld van het heelal. Na hen volgden honderden astronomen die zich vastbeten in donkere materie. Waarom? En waarom werkt ook Kuijken nu al veertig jaar aan materie die onzichtbaar is en die voor de mens mogelijk altijd onzichtbaar zal blijven? “Ik weet dat sterren en planeten meer tot de verbeelding spreken. Maar ik kijk fundamenteel naar het heelal. Als donkere materie er niet was geweest, dan waren die clusters van sterrenstelsels er ook niet geweest. Ze zouden door een gebrek aan zwaartekracht uit elkaar drijven. Zonder donkere materie was onze Melkweg misschien wel nooit ontstaan. Je hebt donkere materie nodig om dingen te laten samenklonteren. Hoe dat werkt, hoe dat gebeurt, is een van de meest fundamentele vragen in de moderne fysica. Dat wil ik doorgronden. Dat moet ik op een dag begrijpen.” ■



Sander Koenen is wetenschapsjournalist. Voor dit artikel las hij onder meer: Govert Schilling: *De olifant in het universum*, Fontaine Uitgevers (2021).

Meer informatie: www.kijkmagazine.nl/artikel/koen-kuijken



‘Ik kijk naar afwijkingen
in de zichtbare materie
om het mysterie van
onzichtbare materie te
ontrafelen’