

Help mee met zoeken naar zwarte gaten!

Astronomen schakelen jouw hulp in! Om beter te begrijpen hoe zwarte gaten ontstaan, zijn wetenschappers op zoek naar signalen van de geboorte van zwarte gaten vanuit neutronensterren. In deze zoektocht is het van groot belang te achterhalen waar zwaartekrachtsgolven precies vandaan komen.

Met de [BlackGEM-telescopen](#)¹ wordt de hemel afgespeurd naar lichtsignalen van zogenoemde kilonova-explosies, die het gevolg zijn van de samensmelting van twee neutronensterren tot één zwart gat. Hierbij worden ook veel valse signalen gedetecteerd. Met de *BlackHoleFinder app* kan iedereen helpen om de signalen te classificeren en hiermee de wetenschappers assisteren in hun zoektocht naar geboorteplaatsen van zwarte gaten.



Afbeelding 1. BlackGEM. Een foto van de BlackGEM-array in Chili. Afbeelding via eso.org, door Zdeněk Bardon (bardon.cz) / ESO.

In 2015 werd experimenteel bevestigd wat veel natuurkundigen al langer vermoedden, en werd Einsteins voorspelling realiteit: de eerste meting van zwaartekrachtsgolven was een feit! Volgens de algemene relativiteitstheorie leven we in een vervormbare ruimtetijd. Rimpelingen in die ruimtetijd, als gevolg van extreme sterrenkundige gebeurtenissen, heten zwaartekrachtsgolven. Die golven zijn heel moeilijk te meten, omdat het signaal heel zwak is – één deel in (10^{20}) . Volgens Einstein was dit effect dan ook veel te klein om ooit waar te kunnen nemen.

Toch werd in 2015 voor het eerst zo'n meting gedaan: het ging om zwaartekrachtsgolven afkomstig van twee samensmeltende zwarte gaten. Lees ook [dit artikel](#) als je meer wil weten over wat zwaartekrachtsgolven zijn en hoe ze worden gemeten, of een van de [andere artikelen](#) die de redactie van Quantum Universe heeft geschreven over zwaartekrachtsgolven. Voorafgaand aan de doorbraak uit 2015 konden we het universum alleen waarnemen met behulp van elektromagnetische golven zoals zichtbaar licht en radiostraling. Met deze nieuwe techniek om zwaartekrachtsgolven te detecteren, kunnen

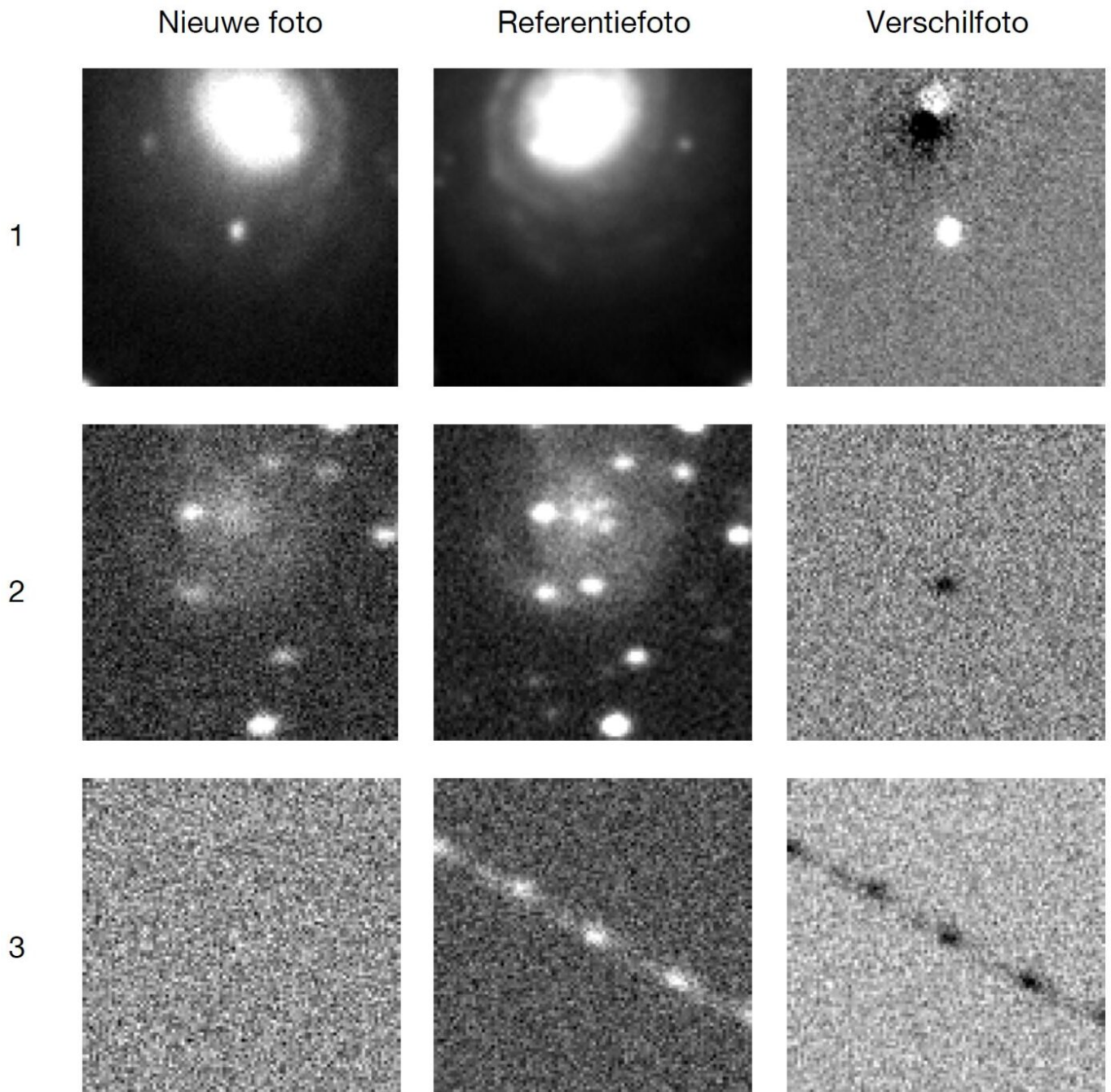
astronomen met een nieuwe bril de sterrenhemel observeren.

Sinds de eerste meting van zwaartekrachtsgolven volgden nog vele anderen. Omdat het signaal – wat dus heel zwak is – het sterkst is als er grote massa's in het spel zijn, waren de eerste observaties allemaal van twee zwarte gaten die samensmolten tot één nieuw zwart gat. In 2017 werd voor het eerst met behulp van zwaartekrachtsgolven waargenomen dat twee *neutronensterren* om elkaar heen draaiden en uiteindelijk samensmolten tot een zwart gat. Het voordeel van zo'n gebeurtenis ten opzichte van twee samensmeltende zwarte gaten is dat er óók veel elektromagnetische signalen bij vrij komen. Bij de botsing van de neutronensterren ontstaat een *kilonova-explosie*. Het lichtsignaal van deze kilonova is enkele uren tot enkele dagen zichtbaar. Naast de zwaartekrachtsgolven van de botsing die we in 2017 zagen, werd ook deze lichtflits geobserveerd. De gebeurtenis kreeg de namen AT2017gfo (voor de elektromagnetische signalen) en GW170817 (voor het zwaartekrachtssignaal), en het is tot nu toe nog de enige keer dat zowel zwaartekrachts- als elektromagnetische golven van dezelfde gebeurtenis werden gedetecteerd.

Naast het feit dat het natuurlijk heel nuttig is voor wetenschappers om verschillende soorten signalen te hebben van zo'n gebeurtenis, is deze 'multi-messenger astronomy' ook nog ergens anders handig voor. De zwaartekrachtsgolfdetectoren LIGO en Virgo kunnen niet precies vaststellen waar een samensmelting heeft plaatsgevonden. Door direct na een meting van zwaartekrachtsgolven de telescopen te richten op het stuk hemel waar de botsing ongeveer heeft plaatsgevonden, kan met behulp van het elektromagnetische signaal preciezer worden geconstateerd waar de zwaartekrachtsgolven vandaan komen.

Om de lokalisatie van het signaal te verbeteren, hebben NOVA, de Radboud Universiteit, KU Leuven en partnerinstituten de BlackGEM-array in het noorden van Chili gebouwd. Elke nacht wordt een groot deel van de sterrenhemel waargenomen. Als een zwaartekrachtsgolf wordt gedetecteerd, vergelijken astronomen de sterrenhemel na de meting met de foto's die vóór de detectie werden genomen, om zo vast te stellen waar de zwaartekrachtsgolven vandaan komen. Hierbij worden vele lichtflitsen aan de hemel gedetecteerd, en eentje daarvan zou afkomstig kunnen zijn van de kilonova-explosie behorend bij de samensmeltende neutronensterren. Maar niet alle lichtflitsen zijn afkomstig van astronomische gebeurtenissen. Sommige signalen zijn afkomstig van bijvoorbeeld communicatiesatellieten of van een artefact van de camera. Met AI-algoritmes wordt een deel van de signalen

afgekeurd, maar er blijven nog veel valse signalen over.



Afbeelding 2. Voorbeelden van de te beoordelen foto's in de app. Rij 1 laat een echte astronomische bron zien, met midden op de nieuwe foto duidelijk een signaal dat op de referentiefoto ontbreekt. Op de verschilfoto is ook duidelijk een witte stip in het midden te zien. Het yin-yang patroon boven in de verschilfoto komt door de een fout in de gegevensverwerking, maar is niet de bron die beoordeeld wordt. De tweede rij laat ook een astronomisch signaal zien, waarbij de bron in het midden zwakker is op de nieuwe foto dan op de referentiefoto. Dit is ook te zien door de zwarte stip in het midden van de verschilfoto.

De onderste rij laat een vals signaal zien, afkomstig van een vliegtuig dat met knipperende lichten door het beeld vloog op de referentiefoto. De afbeeldingen zijn aangeleverd door Daniëlle Pieterse, promovenda aan de Radboud Universiteit en betrokken bij BlackGEM en het Nederlandse Zwarte Gaten-Consortium.

Om deze valse signalen beter te kunnen filteren, heeft het Nederlands Zwarte Gaten-Consortium afgelopen vrijdag een app gelanceerd, de *Black Hole Finder*. In deze app kunnen burgerwetenschappers de foto's beoordelen en aangeven of het gaat om een astronomisch of een vals signaal. Hiermee kan het AI-algoritme beter worden getraind om de foto's te classificeren. In de toekomst wordt de app ook uitgebreid met een functie waarmee gebruikers een vervolgwaarneming kunnen aanvragen bij telescopen in het [LCO-netwerk](#). Op deze manier kan iedereen de wetenschappers van het BlackGEM-team helpen in hun zoektocht naar zwarte gaten - jij dus ook!

De app, gebouwd door het Nederlandse bedrijf DDQ Pocket Science, is vanaf 17 november 2023 te downloaden in de app stores van Apple en Android. Ook bestaat er [een desktopversie](#).

[1] BlackGEM-array is een afkorting voor *Black hole Gravitational-wave ElectroMagnetic counterpart array*.