



# Help ons mee met het zoeken naar nieuwe zwarte gaten!

Figuur 1. De drie BlackGEM-telescopen. Credit: S. Bloemen (Radboud Universiteit)/ESO.

Astronomen hebben uw hulp nodig! Om de vorming van zwarte gaten en zware aardelementen beter te begrijpen, zoeken astronomen met de BlackGEM-telescopen naar signalen van samensmeltingen van neutronensterren. Met de Black Hole Finder-app kan iedereen helpen om de gedetecteerde signalen te classificeren en hiermee bij te dragen aan realtimewetenschap.

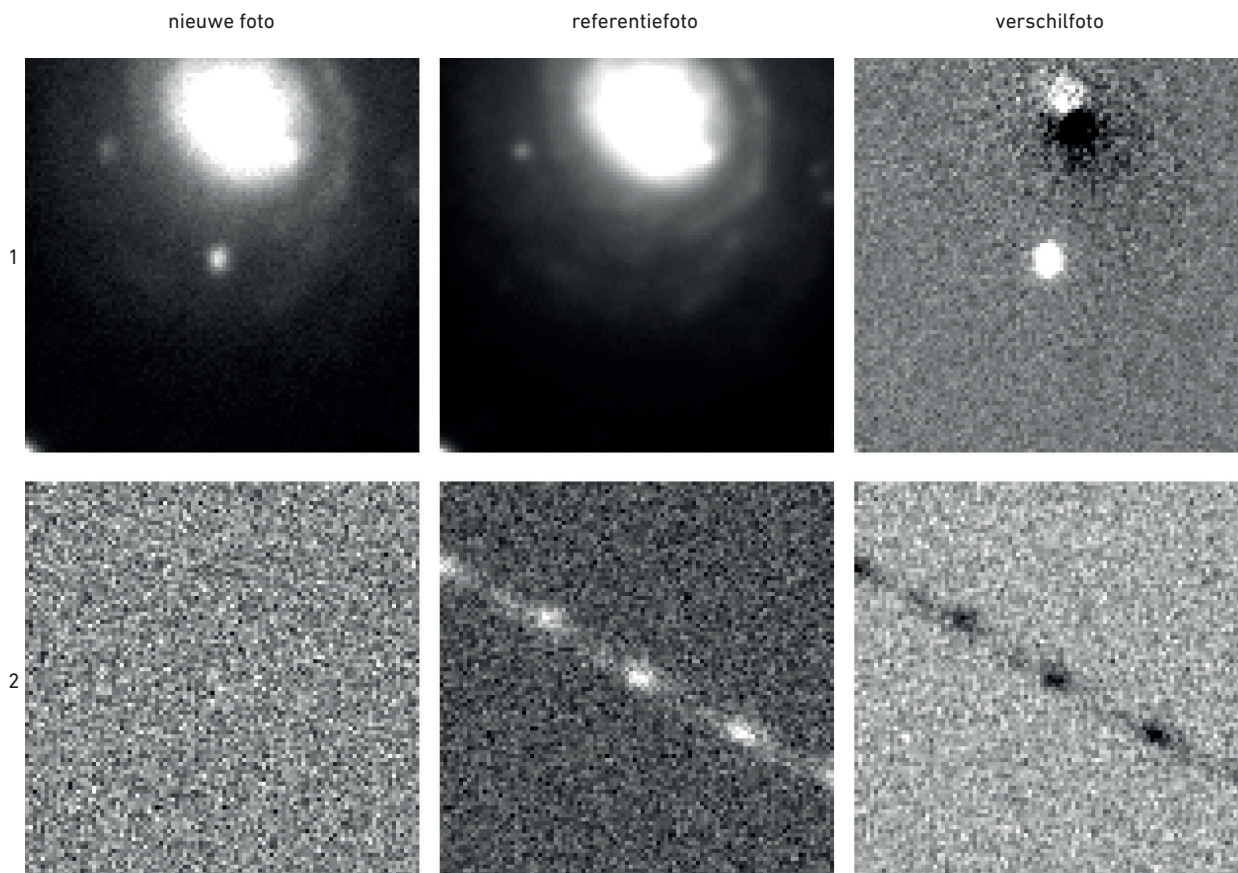
Het is 05:41 uur in de Amerikaanse staat Washington als op 17 augustus 2017 een bijzondere ontdekking gedaan wordt. De zwaartekrachtgolfdetector LIGO heeft zojuist een signaal opgevangen van twee neutronensterren die op elkaar zijn gebotst en zijn samengesmolten. Een primeur! Twee seconden later wordt ook een flits in gammastraling gemeten, veroorzaakt door een relativistische jet die uit de samensmel-

ting gelanceerd is. Niet veel later wordt ook een flits waargenomen in zichtbaar licht. Dit blijkt licht te zijn van de zogenoemde kilonova, afkomstig van materie die in de neutronensterbotsing uitgeworpen is. Hiermee kan de locatie van de botsing precies worden bepaald en kunnen de grootste telescopen op aarde erop gericht worden. Die metingen laten zien dat er in het uitgeworpen materiaal zeldzame elementen zijn gevormd, zoals goud, jodium en zeldzame aarden. Daarmee wordt bevestigd dat zware elementen die we op aarde tegenkomen, in ieder geval voor een deel gevormd zijn in neutronensterbotsingen. Toch is er nog veel onduidelijk over dit vormingsproces. We verwachten verder nog dat er een zwart gat gevormd wordt bij een neutronestersamensmelting. Hoe-

wel we deze zwarte gaten niet direct kunnen waarnemen, kunnen we uit neutronensterbotsingen meer leren over de geboorteprocessen van zwarte gaten. Ten slotte kunnen we uit de combinatie van zwaartekrachtgolven en spectroscopische metingen de Hubbleconstante bepalen: een maat voor de uitdijing van het heelal.

## BlackGEM

De locatie van een neutronensterbotsing is met zwaartekrachtgolf-detectoren alleen grof te bepalen. Daarom hebben we telescopen nodig met een groot beeldveld die de hemel af kunnen scannen op zoek naar licht van de nasleep van een neutronensterbotsing. Om deze reden heeft een consortium, onder leiding van de Radboud Universiteit, de BlackGEM-array



Figuur 2. Elke rij bevat drie BlackGEM-uitsnedes zoals deze in de app te zien zijn. Rij 1 laat een nieuwe echte bron zien – een supernova in een sterrenstelsel. Het zwart-witte object boven in de verschilfoto is vals (veroorzaakt door een fout in de gegevensverwerking). Rij 2 is een voorbeeld van een vliegtuig dat met knipperende lampen overvloog ten tijde van de referentiefoto.

gebouwd op het observatorium La Silla in Chili. BlackGEM bestaat uit drie identieke, onafhankelijk bestuurbare, robotische telescopen met hoofdspiegels van 65 centimeter. Elke telescoop heeft een beeldveld van 2,7 vierkante graden (dertien keer de volle maan) en een uniforme beeldkwaliteit over het hele beeldveld. Daarnaast zijn de telescopen ontworpen om optimaal gebruik te maken van de waarnemingsomstandigheden op La Silla. Door het ontwerp, de locatie en de uitvoering is BlackGEM een van de gevoeligste breedbeeldtelescopen ter wereld.

Neutronensterbotsingen zijn zeldzaam en mede daardoor lastig te vinden. Elke heldere nacht observeert BlackGEM zo'n tien miljoen lichtbronnen aan de hemel. Veel van deze lichtbronnen zijn sterren met

een constante helderheid. Een neutronensterbotsing veroorzaakt juist een lichtflits. Daarom wordt er voor elke nieuwe BlackGEM-foto ook een verschilfoto gemaakt, waarbij een eerder gemaakte referentiefoto afgetrokken wordt van de nieuwe foto. Hierbij wordt rekening gehouden met verschil in gevoeligheid tussen foto's, bijvoorbeeld door wisselende weersomstandigheden. Zo vindt BlackGEM elke nacht  $\sim 10^5$  verschillen met eerdere opnames. Naast neutronensterbotsingen veroorzaken bijvoorbeeld ook supernova's verschillen. Deze bronnen zijn voor astronomen ook waardevol. Maar er zijn ook veel valse verschillen, die bijvoorbeeld veroorzaakt worden door de elektronica, diffractiepieken van heldere sterren of door overvliegende vliegtuigen of satellieten.

### Black Hole Finder-app

Om astronomische bronnen van artefacten te scheiden wordt kunstmatige intelligentie (ki) gebruikt. De huidige ki-software is getraind op  $\sim 18.000$  door astronomen beoordeelde lichtbronnen. De software wordt accurater van meer trainingsvoorbeelden. Daarom wordt nu de hulp ingeroepen van burgers om mee te helpen via de Black Hole Finder-app. Na een korte training kunnen burgers bronnen classificeren als 'Echt', 'Vals' of 'Ik weet het niet'. Een kwartier nadat een BlackGEM-foto in Chili is gemaakt, staan de data al in de app. Burgers kunnen via de app dus bijdragen aan reëltimewetenschap. De Black Hole Finder-app is beschikbaar in de Apple- en Android-appstores, of via de website [www.blackholefinder.org](http://www.blackholefinder.org).