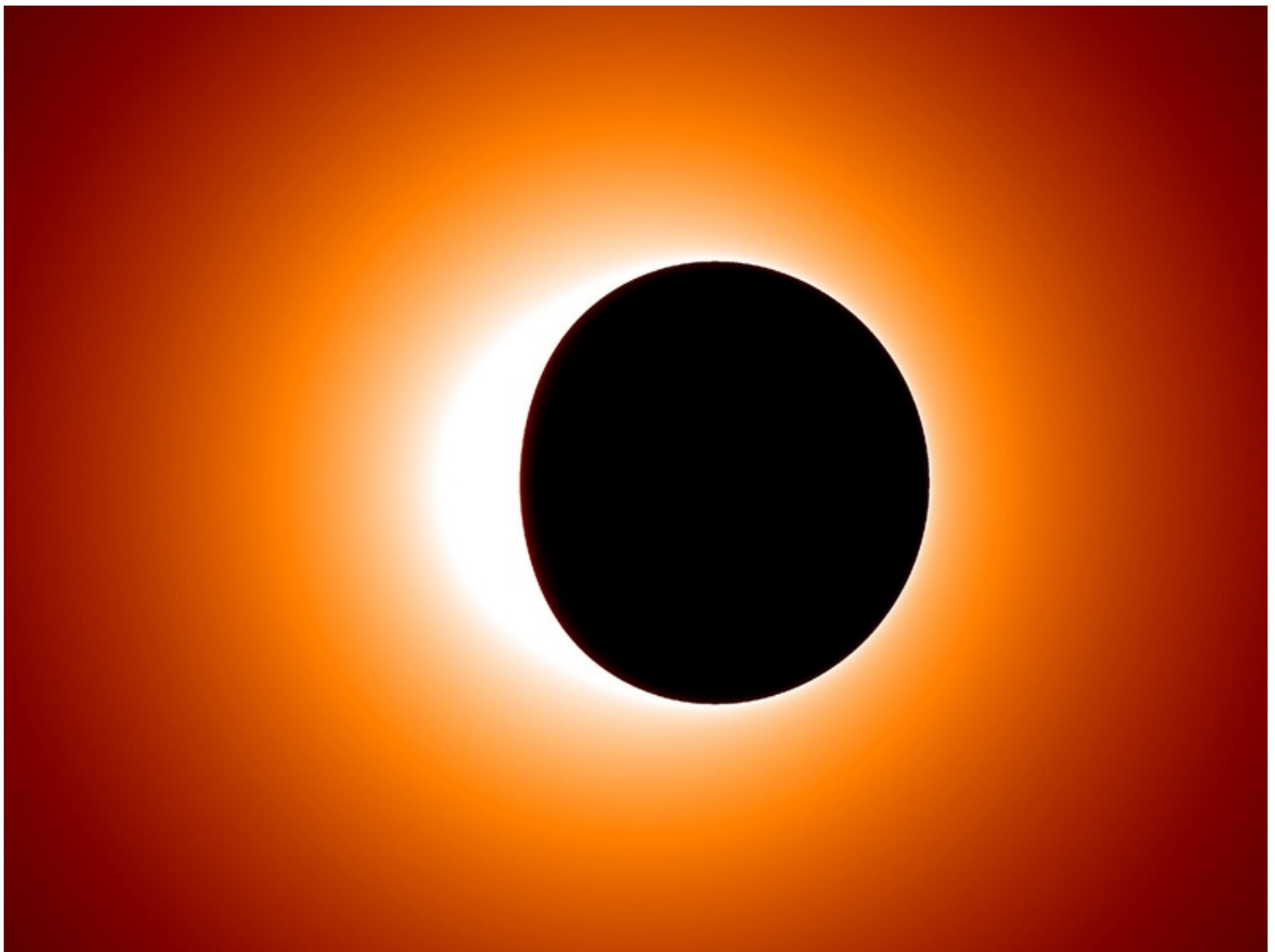


De eerste foto van een zwart gat?

Zwarte gaten: we weten al een eeuw dat ze kúnnen bestaan, en vangen sinds een paar jaar ook zwaartekrachtgolven op van deze kosmische veelvraten. Maar een echte foto van een zwart gat, die was nog nooit gemaakt. Het zou goed kunnen dat daar nu verandering in is gekomen.



Afbeelding 1. Een “foto” van een zwart gat. Computersimulatie van hoe een foto van een zwart gat eruit zou zien. (De resolutie van een daadwerkelijke eerste foto zal natuurlijk veel lager zijn!) Afbeelding: T. Bronzwaer, J. Davelaar en Z. Younsi, Radboud Universiteit.

“Op 10 april 2019 worden de eerste resultaten bekendgemaakt van de waarnemingen die in

2017 zijn gedaan met de Event Horizon Telescope. De resultaten worden gelijktijdig wereldkundig gemaakt op persconferenties in Brussel, de Verenigde Staten, Chili, China, Taiwan en Japan.” Zo begint de persuitnodiging die gisteren door de Radboud Universiteit in Nijmegen werd verstuurd. Wát er precies op 10 april wereldkundig gemaakt zal worden, is – zoals gebruikelijk in dit soort aankondigingen – nog niet prijsgegeven, maar het zou best kunnen dat we volgende week voor het eerst een foto van een zwart gat te zien krijgen!

Zwarte gaten

Dat er in het heelal [zwarte gaten](#) kunnen bestaan, is al een eeuw lang bekend. Sterker nog: al aan het einde van de 18^e eeuw werkte de Franse wetenschapper Pierre-Simon Laplace het idee in een van zijn boeken uit. Hij beschreef een beeld – oorspronkelijk afkomstig van de Engelse geestelijke John Michell – waarin hemellichamen zó zwaar zouden worden dat zelfs licht er niet aan kan ontsnappen. Voor Laplace en zijn tijdgenoten was het echter nog niet zo duidelijk dat dit extreme verschijnsel ook daadwerkelijk in de natuur gerealiseerd zou zijn. Men wist bijvoorbeeld niet of licht door de zwaartekracht wordt aangetrokken. Dat laatste werd pas echt duidelijk met de komst van Einsteins algemene relativiteitstheorie, aan het begin van de 20^e eeuw. Toen werd direct nog iets duidelijk: als zwarte gaten in het heelal zouden voorkomen, zou het niet alleen *licht* zijn dat niet kon ontsnappen: er zou daarmee ook direct helemaal *niets* uit de greep van deze mega-zware sterren kunnen komen.

Een enorm interessant idee, maar ontstaan zulke ongelooflijk sterke bronnen van zwaartekracht in ons universum ook echt? In de loop van de 20^e eeuw werd duidelijk dat het antwoord “ja” moest zijn. Bij het bestuderen van de levensloop van sterren kwam men erachter dat sommige zware sterren, als ze “opgebrand” zijn, met zóveel geweld in elkaar storten dat de enorm dichte kern die overblijft niets anders kan worden dan een zwart gat.

Hoe zie je iets zwarts?

Daarmee waren de theoretici misschien tevredengesteld, maar natuurkundige ideeën zijn natuurlijk pas écht iets waard als ze ook in waarnemingen en experimenten bevestigd worden. En daarmee stond men direct voor een groot probleem, want hoe neem je iets waar dat zwart is? Een telescoop op de hemel richten lijkt niet veel zin te hebben, als het object dat je wilt waarnemen geen licht uitstraalt, en het maken van microscopisch kleine zwarte

gaten in het laboratorium om die van dichtbij te kunnen bestuderen bleek energetisch volkomen onhaalbaar.



Afbeelding 2. Een detector voor zwaartekrachtgolven. De Virgo-detector in Italië. Afbeelding: Virgo collaboration.

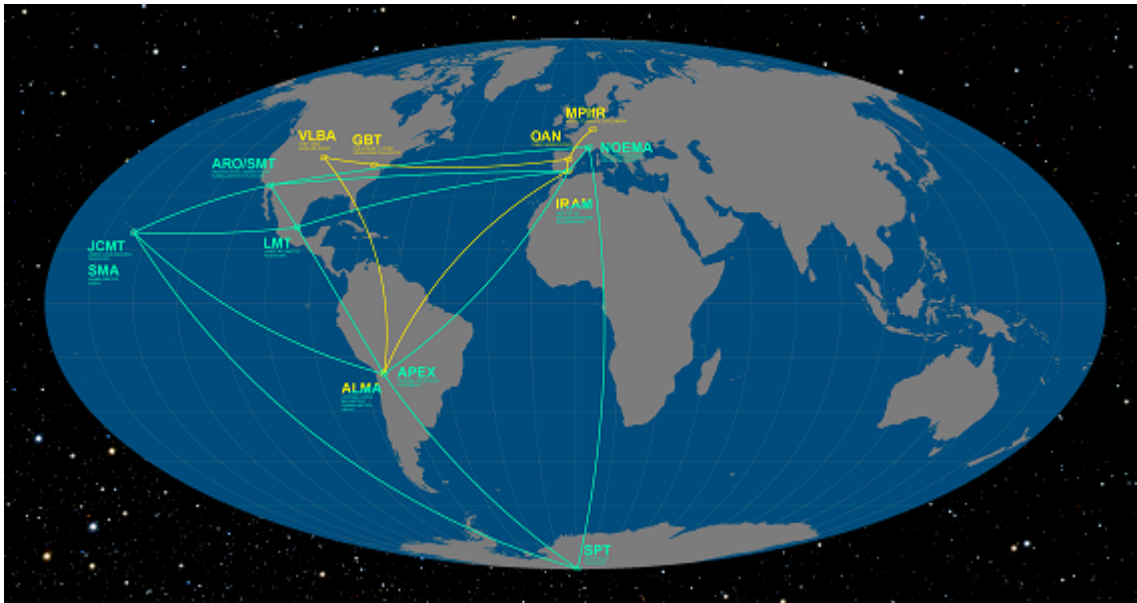
In de loop der jaren werden steeds meer plekken in het heelal gevonden waar, gezien de enorme materiedichtheid, wel zwarte gaten móesten zijn, maar pas een ruime eeuw na het voltooien van Einsteins relativiteitstheorie kwam er echt een overtuigend bewijs van het bestaan van deze zwaartekrachtsgiganten. Het idee klinkt simpel: probeer zwarte gaten niet in *licht* waar te nemen, maar in datgene waar het de sterkste bronnen zijn: de zwaartekracht zelf. Het makkelijkst gaat dat als twee zwarte gaten rond elkaar tollen en het zwaartekrachtsveld aan het golven brengen. Ook zulke zwaartekrachtsgolven zijn echter beslist niet eenvoudig te meten. Toch lukte het: na de nodige technische hoogstandjes [werd in 2016 het nieuws bekend gemaakt](#) dat voor het eerst zwaartekrachtsgolven van zwarte gaten waren waargenomen. Inmiddels is datzelfde nog diverse malen gelukt, en twijfelt niemand er meer aan dat het in het heelal om ons heen wemelt van de zwarte gaten.

Een eerste foto

Toch zou het mooi zijn als we ook een daadwerkelijke *foto* van een zwart gat konden maken. Niet alleen voor de voorpagina van de krant, overigens – ook wetenschappelijk gezien valt uit zo'n foto van alles te leren. Het zwarte gat zelf zal natuurlijk een zwarte, ronde vlek blijven, en zelfs vlak naast het zwarte gat zul je geen licht zien, omdat ook dat door de zwaartekracht opgeslokt wordt. Maar buiten die zogeheten “schaduw”, een gebied met ongeveer vijf keer de straal van het zwarte gat, is van alles waar te nemen. Je kunt er bijvoorbeeld zien of een zwart gat draait (dan sleept het aan de ene kant meer achtergrondlicht met zich mee dan aan de andere kant), of het een magneetveld om zich heen heeft (dan is er allerlei structuur zichtbaar in de lichtkrans), enzovoort.

Het probleem: zwarte gaten zijn dan wel enorm zwaar, ze zijn ook relatief klein. Als we van de aarde bijvoorbeeld een zwart gat zouden willen maken, zouden we al haar massa moeten proppen in een knikker met een doorsnede van nog geen twee centimeter! Astronomische zwarte gaten zijn groter, maar we moeten nog altijd flink vergroten om ook maar iets van die objecten te kunnen zien.

Hoeveel een telescoop kan vergroten, hangt af van hoe groot die telescoop is – niet zozeer van de lengte, maar met name van de doorsnede van de lens of spiegel die gebruikt wordt. Er kan berekend worden hoe groot de telescoopspiegel moet zijn om het allergrootste zwarte gat aan de sterrenhemel te kunnen fotograferen, en het antwoord is ontmoedigend. Dat grootste zwarte gat bevindt zich in het centrum van ons eigen Melkwegstelsel, waar gigantische aantallen sterren zo dicht op elkaar gepropt zijn dat er een enorm zwart gat moet zijn ontstaan. Helaas blijkt zelfs dit mega-zwarte gat zó klein dat de telescoopspiegel die het kan fotograferen in doorsnede zo groot moet zijn als de hele aarde!



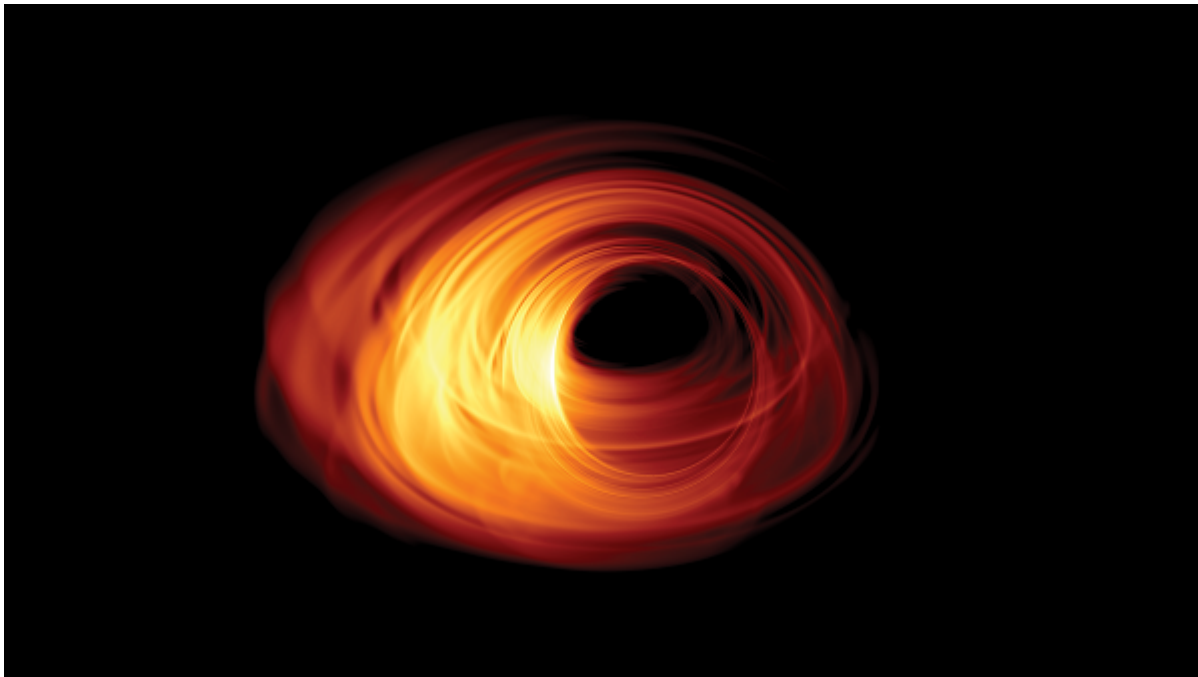
Afbeelding 3. Telescopen knopen. Het groene netwerk van telescopen vormt samen de Event Horizon Telescope. Afbeelding: ESO / O. Furtak.

Telescopen knopen

Volkomen onhaalbaar, zou je zeggen. Wetenschappers bedachten echter een truc om dit probleem te omzeilen. Voor de resolutie van een telescoop – grofweg: het vergroterend vermogen – blijkt het namelijk niet uit te maken of er ergens in de spiegel een gat zit; de enige grootte die die resolutie bepaalt is de afstand tussen de twee verste punten van de spiegel. Het idee ontstond om een telescopspiegel te bouwen die “meer gat dan telescoop” is: een telescoop die zou bestaan uit allemaal heel kleine stukjes spiegel, overal over de aarde verspreid. Die kleine stukjes spiegel bestonden al, want overal op de aarde staan natuurlijk telescopen. De kunst was dus om de beelden van die telescopen zó nauwkeurig te combineren – op een fractie van de golflengte van het licht nauwkeurig – dat een beeld ontstaat als dat van één telescoop, zo groot als de aarde. Om het project uitvoerbaar te maken werd gekozen voor licht met een flinke golflengte: de Event Horizon Telescope, zoals het project ging heten, zou gaan bestaan uit een tiental radiotelescopen op diverse continenten die met slimme techniek “aan elkaar geknoopt” werden. Ook Nederland droeg bij aan het project; met name vanuit de Radboud Universiteit in Nijmegen.

Net als met het meten van de eerste zwaartekrachtgolven gingen er de nodige jaren overheen tot dit mooie idee was omgezet in een volledig functionerend systeem. Ook het verzamelen van de data en het verwerken ervan kostte de nodige tijd. Maar nu is het dan

zover: op de persconferentie van volgende week zullen de resultaten van de eerste waarnemingen bekendgemaakt worden.



Afbeelding 4. Een zwart gat met een magnetisch veld. Computersimulatie van hoe een foto van een zwart gat met een magnetisch veld eruit zou zien. Afbeelding: T. Bronzwaer, J. Davelaar en Z. Younsi, Radboud Universiteit.

Wat zullen we te zien krijgen? Er zijn allerlei uitkomsten mogelijk: van (vrijwel) helemaal niets, tot een heuse eerste foto van een zwart gat. Verwacht zelfs in dat laatste geval overigens geen plaatje zoals boven dit artikel staat: dat is afkomstig uit een computersimulatie, maar een eerste echte foto zal ruzig zijn, en een veel lagere resolutie hebben. De techniek zal verder gaan, en betere foto's zullen komen, maar voor nu zouden we al heel blij zijn met een plaatje van een klein maar duidelijk zichtbaar zwart schijfje - de eerste foto van een zwart gat!

Zelf de resultaten van de Event Horizon Telescope zien? Houdt u natuurlijk volgende week de kranten en deze website in de gaten. Op vrijdag 12 april zullen we u hier vertellen wat er naar buiten is gebracht. En wilt u het helemaal live meemaken, dan kunt u op 10 april om 15:00 live de persconferentie vanuit Brussel volgen via de website van de Radboud Universiteit: <http://www.ru.nl/blackhole>.