

Voor de derde keer zwaartekrachtsgolven van samensmeltende zwarte gaten gedetecteerd

Resultaten bevestigen het bestaan van een nieuwe populatie zwarte gaten

Er zijn voor de derde keer zwaartekrachtsgolven, rimpelingen in de ruimtetijd, gedetecteerd. Net zoals het geval was bij de eerste twee waarnemingen, ontstonden de golven toen twee zwarte gaten samensmolten tot een zwaarder zwart gat. Het nieuwe zwarte gat, op een afstand van ongeveer 3 miljard lichtjaar (twee keer zo ver als de twee eerder ontdekte systemen), heeft een massa die circa 49 keer zo groot is als die van onze zon. Dit is een waarde die ligt tussen die van de twee eerdere, in 2015 waargenomen zwarte gaten (62 en 21 keer de massa van de zon voor respectievelijk de eerste en tweede waarneming).

Deze ontdekking staat beschreven in een nieuw artikel dat geaccepteerd is voor publicatie in *Physical Review Letters*. De gebeurtenis vond plaats op 4 januari 2017, tijdens de huidige meetperiode van de twee LIGO-detectoren in Hanford (Washington) en Livingston (Louisiana) in de Verenigde Staten. De huidige meetperiode begon op 30 november 2016 en zal nog de hele zomer voortduren. Binnenkort zal ook de Virgo-detector in Europa zich aansluiten. Daardoor zal het gehele detectornetwerk de positie van de bronnen van zwaartekrachtsgolven met grotere nauwkeurigheid kunnen bepalen.

“Met deze derde detectie bevestigen we het bestaan van een onverwachte populatie van stellaire zwarte gaten met massa’s die groter zijn dan 20 keer de massa van de zon”, zegt Jo van den Brand van Nikhef en de Vrije Universiteit Amsterdam. Van den Brand is onlangs verkozen tot woordvoerder van de Virgo Collaboration, waaraan meer dan 280 internationale wetenschappers zijn verbonden die samen met de LIGO Collaboration onderzoek doen naar zwaartekrachtsgolven. “Alle wetenschappers van LIGO en Virgo hebben samengewerkt om deze verbazingwekkende detecties te realiseren van zulke vreemde en extreme gebeurtenissen die miljarden jaren geleden plaatsvonden.”

De derde detectie, die GW170104 wordt genoemd, is zorgvuldig geanalyseerd door de *LIGO Scientific Collaboration* (LSC) en de Europese *Virgo Collaboration*. Dit is een groep van meer dan 1200 onderzoekers die verbonden zijn aan meer dan 100 wetenschappelijke instituten op vier verschillende continenten. Deze wereldwijde samenwerking leidde tijdens de eerste meetperiode van de LIGO-detectoren tot de allereerste directe waarneming van zwaartekrachtsgolven in september 2015. Daarna volgde een tweede detectie in december 2015. In alle drie gevallen werden de gedetecteerde zwaartekrachtsgolven opgewekt door extreem energetische botsingen van twee zwarte gaten – gebeurtenissen die meer energie produceren tijdens het moment vlak vóór de samensmelting van de zwarte gaten dan dat er op een willekeurig tijdstip als licht wordt uitgezonden door alle sterren en sterrenstelsels in het heelal.

Nederlandse wetenschap nauw betrokken

Ook bij deze derde detectie van zwaartekrachtsgolven zijn Nederlandse wetenschappers weer sterk betrokken. Als leden van de '*LIGO Scientific Collaboration - Virgo Collaboration*' (LVC) hebben natuurkundigen van het Nationaal instituut voor subatomaire fysica (Nikhef) en de Vrije Universiteit Amsterdam, en sterrenkundigen van de Radboud Universiteit cruciale bijdragen geleverd aan de validatie van de meting, de data-analyse van deze zwaartekrachtsgolven, en meegewerkt aan de astrofysische interpretatie. Lees verderop meer details over deze Nederlandse bijdrage.

Stan Bentvelsen, directeur van Nikhef, is enthousiast: "Met deze derde detectie kun je met recht zeggen dat onderzoek naar zwaartekrachtsgolven resultaten oplevert. Ook deze detectie is spectaculair waar we veel van leren. In de komende jaren is de uitdaging om de gevoeligheid van de apparatuur verder te laten toenemen zodat we deze processen vaker kunnen zien en langer kunnen volgen."

Aanknopingspunten over draairichting

Wanneer zwarte gaten om elkaar heen draaien, kunnen ze behalve om elkaar ook om hun eigen as draaien, net als bijvoorbeeld de Aarde en de Maan. De snelheid waarmee ze draaien en de hoek die hun draaiassen eventueel maken met het baanvlak hebben invloed op het uitgezonden signaal en kunnen dus in principe uit de meting worden bepaald. Dat is wel heel moeilijk en tot nu toe was alleen duidelijk dat de zwarte gaten ofwel langzaam draaien ofwel sterk gekanteld waren. De nieuwe meting geeft aanwijzingen dat bij tenminste één zwart gat de draai-as gekanteld is. "Dit is belangrijke informatie over de vorming van deze dubbele zwarte gaten" zegt Samaya Nissanke, astronome aan de Radboud Universiteit. "Als ze ontstaan uit een dubbelster moeten de sterren, die hoogstwaarschijnlijk niet gekanteld waren, bij het in elkaar storten tot zwart gat sterk kantelen. Als de zwarte gaten los zijn ontstaan en door dynamische interacties een dubbelsysteem gevormd hebben is iedere hoek tussen draai-as en baanvlak mogelijk."

Einsteins algemene relativiteitstheorie opnieuw getest

"We hebben de theorieën van Albert Einstein opnieuw op de proef gesteld door naar een effect te kijken dat dispersie wordt genoemd", zegt Chris Van Den Broeck van Nikhef. Dit effect treedt op wanneer lichtgolven zich, afhankelijk van hun golflengte, op verschillende snelheden bewegen in een fysiek medium zoals glas; het is vergelijkbaar met de manier waarop een prisma een regenboog maakt. "Einsteins algemene relativiteitstheorie stelt dat er geen dispersie in zwaartekrachtsgolven kan plaatsvinden terwijl ze zich voortbewegen van hun bron naar de aarde. Het lijkt erop dat Einstein gelijk had—ook nu weer als we kijken naar deze nieuwe gebeurtenis, die twee keer zo ver weg plaatsvond als onze eerste detectie. We kunnen geen afwijking ontdekken van de voorspellingen uit zijn relativiteitstheorie."

Advanced Virgo

Virgo heeft een groot upgradeprogramma uitgevoerd, Advanced Virgo. Een eerste technische *run* met alle systemen operationeel is in de eerste week van mei succesvol afgerond. De gevoeligheid verbetert snel en Virgo zal naar verwachting binnenkort

aansluiten bij de LIGO-detectoren om te helpen bij onze zoektocht naar verder inzicht in de oorsprong en evolutie van ons heelal.

“Er is grote opwinding binnen het commissioning team en de wetenschappers van de hele *Virgo collaboration*”, zegt Alessandro Bertolini van Nikhef. “Enkele maanden geleden zijn de installaties voor Advanced Virgo voltooid, en nu wordt de detector in bedrijf genomen. We zien al dat de detector zeer robuust werkt. Op dit moment zijn we intensief bezig om de achtergrondruis te verminderen en we zien uit naar de aansluiting van Virgo bij de twee LIGO-detectoren tijdens de huidige meetperiode. Na het afronden hiervan zullen de drie detectoren de beoogde mid-term upgrades uitvoeren om hun gevoeligheid nog verder te verbeteren.”

Over LIGO en Virgo

LIGO wordt gefinancierd door de Amerikaanse *National Science Foundation* (NSF) en wordt gerund door Caltech en MIT, die het project hebben ontworpen en gebouwd. Meer dan 1000 wetenschappers van over de hele wereld nemen eraan deel via de *LIGO Scientific Collaboration* (inclusief de GEO Collaboration). Andere partners staan vermeld op: <http://ligo.org/partners.php>.

Virgo-onderzoek wordt uitgevoerd door de *Virgo Collaboration*, bestaande uit meer dan 280 natuurkundigen en technici van 20 verschillende Europese onderzoeksgroepen: zes van het *Centre National de la Recherche Scientifique* (CNRS) in Frankrijk; acht van het *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare* (INFN) in Italië; twee in Nederland met het *Nationaal instituut voor subatomaire fysica* (Nikhef); het *MTA Wigner RCP* in Hongarije; de *POLGRAW*-groep in Polen en de *European Gravitational Observatory* (EGO), het laboratorium waar de Virgo-detector gehuisvest is nabij Pisa in Italië. Onlangs heeft ook Spanje zich met een nieuwe groep in Valencia aangesloten bij de *Virgo Collaboration*.

Nederlandse bijdragen

Nikhef levert binnen de LIGO-Virgo-samenwerking belangrijke bijdragen zowel aan instrumentatie als aan data-analyse. Met name software voor het detecteren en modelleren van zwaartekrachtsgolven afkomstig van samensmeltende zwarte gaten en neutronensterren, maar ook voor de zoektocht naar continue zwaartekrachtsgolven van bijvoorbeeld sneldraaiende neutronensterren in binaire systemen.

Voor de Advanced Virgo-detector is Nikhef verantwoordelijk voor seismische isolatie en voor optische sensoren die de stabiele werking van het instrument moeten garanderen. Verder speelt Nikhef een belangrijke rol binnen het Einstein Telescope project, een toekomstig observatorium voor zwaartekrachtsgolven.

De sterrenkundigen van de Radboud Universiteit richten zich op de astrofysische interpretatie en het combineren van zwaartekrachtsgolfinformatie met gegevens van traditionele telescopen. Daarvoor ontwikkelen ze binnen de Nederlandse Onderzoeksschool voor Astronomie (NOVA) onder andere de BlackGEM-telescoop.

Over Nikhef

Het Nationaal instituut voor subatomaire fysica (Nikhef) verricht onderzoek op het gebied van deeltjes- en astrodeeltjesfysica. Nikhef is een samenwerkingsverband tussen de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) en vijf universiteiten: de Radboud Universiteit, de Rijksuniversiteit Groningen, de Universiteit van Amsterdam, de Universiteit Utrecht en de Vrije Universiteit Amsterdam.

www.nikhef.nl

De Radboud Universiteit is daarnaast zelfstandig lid van Virgo.

Meer informatie

Beeldmateriaal en achtergrondinformatie vindt u op <http://www.nikhef.nl/media>

Link naar Physical Review Letters:

<http://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevLett.118.221101>

(supplementary material op

<http://link.aps.org/supplemental/10.1103/PhysRevLett.118.221101>)

Persbericht eerste detectie: <https://www.nikhef.nl/nieuws/zwaartekrachtsgolven-gedetected-100-jaar-na-einsteins-voorspelling/>

Persbericht tweede detectie: <https://www.nikhef.nl/nieuws/zwaartekrachtsgolven-gedetected-van-tweede-paar-botsende-zwarte-gaten/>

U kunt contact opnemen met:

Afdeling Wetenschapscommunicatie Nikhef

Vanessa Mexner

v.mexner@nikhef.nl – Tel 020 592 5075 / 020 592 2075

Prof. Dr. Jo van den Brand

Virgo spokesperson

Programmameider van de gravitatiefysica-groep van Nikhef en hoogleraar in de subatomaire fysica aan de Vrije Universiteit Amsterdam

j.van.den.brand@nikhef.nl – Tel 020 592 2015 / 06 20539484

Prof. Dr. Stan Bentvelsen

Directeur Nikhef

s.bentvelsen@nikhef.nl – Tel 020 592 5001 / 06 5111 1284

Dr. Chris Van Den Broeck

Senior-onderzoeker gravitatiefysica-groep van Nikhef

c.van.den.broeck@nikhef.nl – Tel 020 592 2053/ 06 2513 3968

Dr. Alessandro Bertolini

Senior-onderzoeker gravitatiefysica-groep van Nikhef

a.bertolini@nikhef.nl – Tel 020 592 2095

Prof. Dr. Gijs Nelemans

Hoofd afdeling sterrenkunde, Radboud Universiteit en KU Leuven en verbonden aan Nikhef

nelemans@astro.ru.nl – Tel 024 365 2983 / 06 4512 0189

Dr. Samaya Nisanke

Assistant professor sterrenkunde, Radboud Universiteit, en leider Radboud Virgo-groep

samaya@astro.ru.nl - Tel 06 5197 6736

- Virgo: www.virgo-gw.eu
- LSC: www.ligo.org