



Nikhef-persbericht

27 september 2017

LIGO-Virgo-netwerk opent nieuw tijdperk van zwaartekrachtgolfwetenschap

De Virgo Collaboration en de LIGO Scientific Collaboration hebben met drie detectoren een eerste gezamenlijke ontdekking gedaan van zwaartekrachtgolven. Het resultaat benadrukt het wetenschappelijk potentieel van een wereldwijd netwerk van zwaartekrachtgolfdetectoren, dat een betere lokalisatie van de bron oplevert en inzicht verschaft in de polarisatie van zwaartekrachtgolven.

De twee detectoren van het Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory (LIGO) in Livingston (Louisiana) en Hanford (Washington) in de Verenigde Staten, en de Virgo-detector op het European Gravitational Observatory (EGO) in Cascina nabij Pisa in Italië, detecteerden een zwaartekrachtgolfsignaal van korte duur, dat is geproduceerd door de samensmelting van twee stellaire zwarte gaten.

De waarneming met de drie detectoren is gedaan op 14 augustus 2017 om 12:30:43 Nederlandse tijd. De waargenomen zwaartekrachtgolven - rimpelingen in de ruimtetijd - werden uitgezonden tijdens de laatste momenten van de samensmelting van twee zwarte gaten met massa's van ongeveer 31 en 25 keer die van de zon, op een afstand van zo'n 1,8 miljard lichtjaar. Het nieuwe gevormde rondtollende zwarte gat is circa 53 zonsmassa's zwaar, wat betekent dat ongeveer 3 zonsmassa's tijdens de samensmelting omgezet zijn in zwaartekrachtgolvenenergie.

Het betreft de vierde detectie van een dubbel zwart gat. De astrofysisch relevante gebeurtenis is het eerste significante geregistreerde zwaartekrachtgolfsignaal van de Virgo-detector, die eerder dit jaar werd geüpgraded naar Advanced Virgo.

"Het is geweldig om slechts twee weken nadat we onze data zijn gaan verzamelen een eerste zwaartekrachtgolfsignaal te zien in onze splinternieuwe Advanced Virgo-detector," zegt de woordvoerder van de Virgo Collaboration Jo van den Brand (Nikhef en Vrije Universiteit Amsterdam). "Het is een schitterende beloning voor al het werk dat is gedaan binnen het Advanced Virgo-project om het instrument in de afgelopen zes jaar een upgrade te geven."

Stan Bentvelsen, directeur van Nikhef, voegt daaraan toe: "Ik heb met grote interesse gevolgd hoe dit instrument de afgelopen periode steeds gevoeliger werd. De gezamenlijke detectie met LIGO is een prachtige bevestiging voor dit harde werk. Onderzoek aan zwaartekrachtgolven is verstrekkend en Virgo en LIGO blijken in staat te zijn het universum op een nieuwe manier waar te nemen. Dit is een bijzonder spannend onderzoeksgebied."

De ontdekking van GW170814 door de LIGO-Virgo Collaboration is geaccepteerd voor publicatie in het vaktijdschrift *Physical Review Letters*. Het artikel is te

downloaden via: <https://dcc.ligo.org/P170814> en <https://tds.virgo-gw.eu/GW170814>. Morgen verschijnt het op de preprintserver arXiv.

Natuurkundigen van het Nationaal instituut voor subatomaire fysica (Nikhef), de Vrije Universiteit Amsterdam en de Universiteit Maastricht, en sterrenkundigen van de Radboud Universiteit zijn direct betrokken bij dit onderzoek. Lees verderop meer details over deze Nederlandse bijdrage.

Het LIGO-Virgo-netwerk voor zwaartekrachtgolfwetenschap

Na de jarenlange Advanced Virgo-upgrade en maanden van intensieve evaluatie en tests om de gevoeligheid te verbeteren, sloot de Virgo-detector zich op 1 augustus 2017 om 12:00 uur Nederlandse tijd aan bij 'Observation Run 2' (O2). De real-timedetectie werd gezien in alle drie de LIGO en Virgo-instrumenten. Hoewel Virgo momenteel minder gevoelig is dan LIGO, leverden twee onafhankelijke zoekalgoritmen in alle beschikbare informatie van de drie detectoren ook het bewijs van een signaal in de Virgo-data.

De samenwerking tussen LIGO en Virgo is de laatste tien jaar gegroeid. Gezamenlijke meetings en data-analyses hebben de gemeenschap samengebracht. De gecoördineerde planning van de *observation runs*, met alle detectoren in het netwerk operationeel, is belangrijk om tot de maximale wetenschappelijke output te komen. Vooral de enorm verbeterde bronlokalisatie is veelbelovend voor de toekomst van de multi-messenger-astronomie. Aanvullende resultaten op basis van het netwerk met de drie detectoren worden binnenkort aangekondigd door de LIGO-Virgo Collaboration; op dit moment wordt de laatste hand gelegd aan de data-analyse.

"Fantastisch dat Virgo zijn eerste zwaartekrachtgolf heeft gedetecteerd," zegt Frank Linde, leider van het zwaartekrachtgolvenprogramma bij Nikhef. "Nikhef heeft hier sinds 2006 naar toe gewerkt. Nu kijk ik uit naar het begin van een nieuw speerpunt binnen APPEC (het Astroparticle Physics European Consortium): de multi-messenger-exploratie van ons heelal."

Want met een nauwkeurige bronlokalisatie kunnen wetenschappers met verschillende typen telescopen –*optisch, neutrino en kosmische stralen, vandaar de naam multi-messenger*– direct gericht gaan zoeken naar signalen daar waar een zwaartekrachtgolf aangeeft dat iets gigantisch op het punt staat te gebeuren. Dit omdat een zwaartekrachtgolf als enige juist al kort (seconden) voor een samensmelting of explosie uitgezonden wordt.

"Geweldig dat we nu met Virgo erbij de positie van de bronnen veel beter kunnen bepalen," voegt Samaya Nissanke, leider van de Virgo-groep aan de Radboud Universiteit, toe. "Op die manier kunnen we echt serieus gaan zoeken naar elektromagnetische signalen van dezelfde bronnen."

Lokalisatie van de bron

Het gebied aan de hemel waar de bron zich hoogstwaarschijnlijk bevindt, slinkt enorm wanneer een netwerk met twee detectoren wordt uitgebreid naar drie. In het geval van GW170814 gaat het om een gebied van 60 vierkante graden, 10 keer beter dan voor de twee LIGO-interferometers alleen. De toevoeging van Virgo vergroot ook de nauwkeurigheid waarmee de afstand tot de bron kan worden gemeten. Een kleiner zoekvolume is belangrijk, omdat veel samensmeltingen van compacte objecten – bijvoorbeeld neutronensterren – naar

verwachting naast zwaartekrachtgolven een breed spectrum aan elektromagnetische straling uitzenden.

Polarisatie van zwaartekrachtgolven

Virgo reageert niet op exact dezelfde manier op een passerende zwaartekrachtgolf als de LIGO-detectoren vanwege zijn locatie op aarde, maar daardoor kan wel een andere voorspelling worden getest uit Albert Einsteins algemene relativiteitstheorie. Die heeft te maken met de polarisatie van zwaartekrachtgolven. Polarisatie beschrijft hoe de ruimtetijd wordt vervormd in drie verschillende richtingen wanneer een zwaartekrachtgolf zich erdoor voorplant.

"Dankzij de toevoeging van Virgo aan het nu wereldwijde netwerk van detectoren, kunnen we voor het eerst iets zeggen over hoe zwaartekrachtgolven gepolariseerd zijn," zegt Chris Van Den Broeck van Nikhef, tevens mede-leider van de LIGO-Virgo werkgroep die de algemene relativiteitstheorie test. "De eerste resultaten laten zien dat Einsteins theorie er ook hier goed uit komt."

Over Virgo

De *Virgo Collaboration* bestaat 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, Spanje met de *Universitat de València*, en de *European Gravitational Observatory* (EGO), het laboratorium waar de Virgo-detector gehuisvest is nabij Pisa in Italië.

Over LIGO

LIGO wordt gefinancierd door de Amerikaanse *National Science Foundation* (NSF) en wordt gerund door Caltech en MIT, die het project hebben ontworpen en gebouwd. Financiële steun voor het Advanced LIGO-project werd geleid door NSF met belangrijke toezeggingen en bijdragen van Duitsland (Max Planck Society) het Verenigd Koninkrijk (Science and Technology Facilities Council) en Australië (Australian Research Council). Meer dan 1200 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>.

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 zwaartekrachtgolven afkomstig van samensmeltende zwarte gaten en neutronensterren, maar ook voor de zoektocht naar continue zwaartekrachtgolven van bijvoorbeeld sneldraaiende neutronensterren in dubbelstersystemen.

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

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. De Radboud Universiteit is daarnaast zelfstandig lid van Virgo.

Meer informatie

Beeldmateriaal en achtergrondinformatie vindt u op <http://www.nikhef.nl/media>
U kunt contact opnemen met:

Afdeling Wetenschapscommunicatie Nikhef
Vanessa Mexner
v.mexner@nikhef.nl - Tel 020 592 5075 / 020 592 2075

Nederlandse Onderzoekschool voor Astronomie (NOVA)
Marieke Baan
h.m.baan@uva.nl - Tel 020 525 7480

Prof.Dr. Frank Linde
Programmameider van de gravitatiefysica-groep van Nikhef
f.linde@nikhef.nl - Tel 020 592 5140 / 06 36170622

Dr. Samaya Nissanke
Assistant professor sterrenkunde, Radboud Universiteit, en leider Radboud Virgo-
groep
samaya@astro.ru.nl - Tel 06 5197 6736

Dr. Chris van den Broeck
Senior-onderzoeker gravitatiefysica-groep van Nikhef
c.van.den.broeck@nikhef.nl - Tel 020 592 2053