

Gravitationswellen bewegen die Wissenschaft

Kompakt

- Deutsches Know-how trug entscheidend zur Entdeckung der Gravitationswellen bei.
- Gravitationswellen enthalten Informationen, die klassischen Teleskopen nicht zugänglich sind.
- Sie sind der erste direkte Nachweis schwarzer Löcher.

Genau 100 Jahre nachdem Albert Einstein die allgemeine Relativitätstheorie aufgestellt hat, gelang es Forscherinnen und Forschern erstmals, die von Einstein vorhergesagten Gravitationswellen nachzuweisen[1]. Die Daten zeigen, dass die Gravitationswellen von zwei schwarzen Löchern in einer Entfernung von 1,3 Milliarden Lichtjahren stammten. Sie besaßen jeweils etwa 30 Sonnenmassen und verschmolzen miteinander. Diese bahnbrechende Entdeckung bestätigt erneut Einsteins Theorie – und die Existenz Schwarzer Löcher. Darüber hinaus legt die Entdeckung den Grundstein für einen völlig neuen Zweig der Astronomie: die Gravitationswellenastronomie.

Obwohl die abgestrahlte Leistung während der Verschmelzung die gesamte Leuchtkraft des sichtbaren Universums um das 50-fache überstieg, führten die Gravitationswellen auf der Erde nur zu äußerst winzigen Effekten: zwei vier Ki-

lometer lange, senkrecht zueinander stehende Messstrecken wurden um ein Tausendstel eines Atomkerndurchmessers gestaucht respektive gedehnt (Abb. 1). Derart winzige Abweichungen lassen sich ausschließlich mit hochpräzisen Instrumenten wie den beiden Laser Interferometern Gravitational-Wave Observatory (LIGO) in Hanford und Livingston (USA) messen. Großen Anteil am Erfolg hatten die von deutschen Physikerinnen und Physikern entwickelten Messapparaturen. In LIGO arbeitet ein in Hannover entwickelter Hochleistungslaser. Seine Strahlen durchlaufen luftleer gepumpte Röhren, an deren Enden Spiegel platziert sind (Abb. 2). Eine Längenänderung – beispielsweise wegen durchlaufender Gravitationswellen – verändert auf typische Weise das Muster, das durch Überlagerung der Strahlen entsteht. Um feinste Abweichungen dieser Art zu messen, müssen die Detektoren an den Grenzen des technologisch Machbaren arbeiten.

Hochleistungsrechner und ausgeklügelte Analysestrategien unterscheiden Signale echter Gravitationswellen von Rauschen oder Störsignalen, beispielsweise von vorbeifahrenden Lkw oder seismischer Aktivität. Um die Richtung der Quelle der Gravitationswellen auszumachen, sind mehrere Detektoren notwendig. Vergleiche mit Simulationen (siehe Abb. 3) erlauben ferner Rückschlüsse über die Art der Quelle: kollidierten etwa Neutronensterne oder schwarze Löcher? Auch



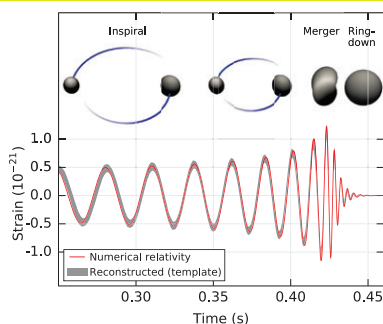
„Der direkte Nachweis von Gravitationswellen ist ein großer Erfolg für die Grundlagenforschung und öffnet ein neues Beobachtungsfenster ins Universum. Die Wissenschaft ist gespannt auf die vielen neuen Erkenntnisse, die sich mit einer Gravitationswellen-Astronomie gewinnen lassen.“

Rolf Heuer, Präsident der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

dafür haben Forscherinnen und Forscher des Max-Planck-Instituts für Gravitationsphysik, die mit GEO600 in der Nähe von Hannover selbst ein empfindliches Gravitationswellen-Interferometer betreiben, einen erheblichen Beitrag geleistet. In den kommenden Jahren gehen weitere Nachweisgeräte in Betrieb: in Italien, Japan und Indien. Ferner sind Weltrauminterferometer geplant.

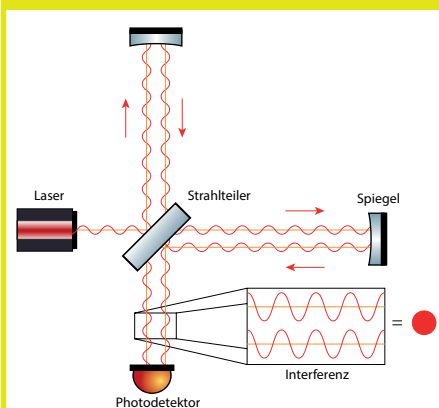
Da die Informationen aus den Gravitationswellen oft komplementär zu denen aus dem elektromagnetischen Spektrum sind, erwarten die Astrophysikerinnen und -physiker bald mehr über unser Universum zu erfahren und Antworten auf viele ungelöste Fragen zu finden.

Abb. 1



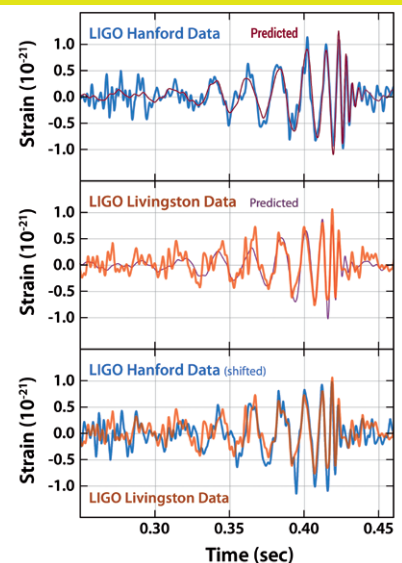
Erwartetes Signal zweier verschmelzender schwarzer Löcher. (Strain ist ein Maß für die Verformung des Interferometers.) (Quelle: B. P. Abbott et al. (LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration). „Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger“. Phys. Rev. Lett. 116: 061102. DOI:10.1103/PhysRevLett.116.061102.)

Abb. 2



Schematische Darstellung eines Laserinterferometers zur Bestimmung von Gravitationswellen. (AEI Hannover)

Abb. 3



Gravitationswellensignal der LIGO Detektoren und simulierte Wellenform. (Image Credit: Caltech/MIT/LIGO Lab)

[1] Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger; Physical Review Letters 16, 061102 (2016)

Deutsche **Physikalische** Gesellschaft

Die Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V. (DPG), deren Tradition bis in das Jahr 1845 zurückreicht, ist die älteste nationale und mit mehr als 62.000 Mitgliedern auch die größte physikalische Fachgesellschaft weltweit. Sie versteht sich als Forum und Sprachrohr der Physik und verfolgt als gemeinnütziger Verein keine wirtschaftlichen Interessen. Die DPG unterstützt den Gedankenaustausch innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft mit Tagungen und Publikationen. Sie engagiert sich in der gesellschaftspolitischen Diskussion zu Themen wie Nachwuchsförderung, Chancengleichheit, Klimaschutz, Energieversorgung und Rüstungskontrolle. Sie fördert den Physikunterricht und möchte darüber hinaus allen Neugierigen ein Fenster zur Physik öffnen.

In der DPG sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Studierende, Lehrerinnen und Lehrer, in der Industrie tätige oder einfach nur an Physik interessierte Personen ebenso vertreten wie Patentanwälte und Wissenschaftsjournalisten. Gegenwärtig hat die DPG neun Nobelpreisträger in ihren Reihen. Weltberühmte Mitglieder hatte die DPG immer schon. So waren Albert Einstein, Hermann von Helmholtz und Max Planck einst Präsidenten der DPG.

Die DPG finanziert sich im Wesentlichen aus Mitgliedsbeiträgen. Ihre Aktivitäten werden außerdem von Bundes- und Landesseite sowie von gemeinnützigen Organisationen gefördert. Besonders eng kooperiert die DPG mit der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung.

Die DPG-Geschäftsstelle hat ihren Sitz im Physikzentrum Bad Honnef in unmittelbarer Nähe zur Universitäts- und Bundesstadt Bonn. Das Physikzentrum ist nicht nur ein Begegnungs- und Diskussionsforum von herausragender Bedeutung für die Physik in Deutschland, sondern auch Markenzeichen der Physik auf internationalem Niveau. Hier treffen sich Studierende und Spitzenwissenschaftler bis hin zum Nobelpreisträger zum wissenschaftlichen Gedankenaustausch. Auch Lehrerinnen und Lehrer reisen immer wieder gerne nach Bad Honnef, um sich in den Seminaren der DPG fachlich und didaktisch fortzubilden.

In der Bundeshauptstadt ist die DPG ebenfalls präsent. Denn seit ihrer Vereinigung mit der Physikalischen Gesellschaft der DDR im Jahre 1990 unterhält sie das Berliner Magnus-Haus. Dieses 1760 vollendete Stadtpalais, das den Namen des Naturforschers Gustav Magnus trägt, ist eng mit der Geschichte der DPG verbunden: Aus einem Gelehrtentreffen, das hier regelmäßig stattfand, ging im Jahre 1845 die „Physikalische Gesellschaft zu Berlin“, später die DPG hervor. Heute finden hier Kolloquien und Vorträge zu physikalischen und gesellschaftspolitischen Themen statt. Gleichzeitig befindet sich im Magnus-Haus auch das historische Archiv der DPG.

Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V.

Geschäftsstelle Tel.: 02224 / 92 32 - 0
Hauptstraße 5 Fax: 02224 / 92 32 - 50
53604 Bad Honnef E-Mail: dpg@dpg-physik.de

Die Deutsche Physikalische Gesellschaft dankt ihrem Autor Prof. Benno Willke vom Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut) in Hannover.

