

# Vorwort

Am 11. Februar 2016 war die Sensation perfekt. Wissenschaftler des LIGO-Teams gaben bekannt, dass sie mit zwei hochempfindlichen Laserinterferometern in den USA zum ersten Mal Gravitationswellen nachgewiesen hatten! Die eigentlichen Messungen gelangen schon am 14. September 2015. Aber danach wurden sie intensiv analysiert, um sich ganz sicher zu sein, dass es auch wirklich Gravitationswellen waren, die die Messapparaturen von LIGO erschütterten.

LIGO steht für Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory und meint zwei Laserinterferometer – im Prinzip eine L-förmige Laufstrecke, auf der Spiegel Licht hin und her rasen lassen –, mit denen Gravitationswellen nachgewiesen werden können, die aus den Tiefen des Alls kommen. Die Interferometer sind groß: Jede Seite der L-Form hat vier Kilometer Länge. Eines der Interferometer steht in Livingston (Louisiana, USA) und das andere in Hanford (Washington, USA). Gravitationswellen sind eine vollkommen neue Wellenform. Niemand Geringerer als Supergenie Albert Einstein hatte sie 1916, also vor rund 100 Jahren, vorhergesagt. Dass es Gravitationswellen geben muss, ist eine Konsequenz von Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie. Dabei handelt es sich um eine Theorie für die Gravitation, die mit hoher Genauigkeit die Schwerkraft der Erde, aber auch beispielsweise Schwarze Löcher, die großräumige Verteilung von Galaxien und die beschleunigte Ausdehnung des Universums beschreibt.

Gravitationswellen haben viel mit elektromagnetischen Wellen oder Schallwellen gemeinsam, und doch sind sie etwas ganz anderes. Zwar werden sie immer dann erzeugt, wenn Massen beschleunigt werden; weil die Gravitation jedoch die schwächste aller Naturkräfte ist, machen nur beschleunigte, kompakte Massen wie Neutronensterne, Schwarze Löcher oder Sternexplosionen merkliche Ausschläge der Wellen. Das am 14. September 2015 entdeckte Signal wird GW150914 genannt und bezeugt den katastrophalen Zusammenstoß von zwei Schwarzen Löchern. Kurz zuvor hatten sich die beiden ungefähr 30 Sonnenmassen schweren Raumzeitfallen in einem schwindelerregenden Tanz umkreist. Aus der Kollision ging ein noch größeres, neues

Schwarzes Loch hervor. Dabei wurde das gesamte Raum-Zeit-Kontinuum in der Umgebung heftig erschüttert und in Schwingungen versetzt. Ausgehend vom Verschmelzungsort rasten Gravitationswellen mit Lichtgeschwindigkeit durch den Kosmos und trafen eine gute Milliarde Jahre später die LIGO-Detektoren auf der Erde. Der Vorgang ähnelt dem Wellenphänomen, wenn man einen Stein in einen Teich wirft und sich kreisförmig Oberflächenwellen ausbreiten.

Die Bedeutung dieser Messungen für die Grundlagenforschung kann man nicht hoch genug einschätzen. Mit der Beobachtung von Gravitationswellen steht den Astronomen ein völlig neuer Informationsträger zur Verfügung. Mit elektromagnetischen Wellen können Astronomen kosmische Objekte sehen; jetzt können sie sie mithilfe von Gravitationswellen gewissermaßen „hören“. Doch Achtung, es gibt da ein paar entscheidende Unterschiede zwischen Gravitationswellen und z. B. Schallwellen. Sie sind schneller, und ein ganz anderes Medium schwingt bei ihnen. Doch die Analogie passt insofern hervorragend, weil Astronomen nun einen neuen „Sinn“ zur Verfügung haben, um die vielen faszinierenden Objekte unseres Universums wahrzunehmen.

Dieses Buch nimmt den Durchbruch in der Gravitationsforschung zum Anlass, um die Gravitationswellen, ihre Auswirkungen und Nachweismethoden sowie ihre kosmischen Quellen vorzustellen. Jedes Kapitel behandelt eine Schlüsselfrage zum Thema, die Sie sich bestimmt auch schon gestellt haben. In den Kapiteln kommen außerdem Experten in Interviews zu Wort, die einen Einblick in ihre aktuelle Forschung geben und schildern, wie sich ihre Sicht des Universums mit dem LIGO-Signal verändert hat.

Hier und da finden Sie in separaten Boxen Zusatzinformationen und mathematische Gleichungen. Damit können Sie so manche Erklärung rechnerisch nachvollziehen und u.a. die Gravitationswellenstärke Ihrer Lieblingsquelle bestimmen. Sehen Sie das als Serviceleistung eines Theoretikers, die besonders interessant ist für Lehrerinnen und Lehrer sowie alle, die es etwas genauer wissen wollen.

Gleich am Anfang gibt es noch eine Liste von Akronymen, die immer wieder im Text auftauchen. Am Ende finden Sie alle fett gedruckten Wörter im Glossar und einen sehr nützlichen Index.

Gravitationswellen sind echt faszinierend! Ich bin davon überzeugt, dass sie uns in den nächsten Jahren noch sehr beschäftigen und überraschen werden. Wir werden unser Universum von einer ganz anderen Seite kennenlernen und einiges Neues erfahren. Viel Spaß beim Lesen!

10 Dinge, die Sie über Gravitationswellen wissen wollen

Von schwächsten Signalen und stärksten Ereignissen

Müller, A.

2017, XV, 255 S. 57 Abb. in Farbe. Book + eBook.,

Softcover

ISBN: 978-3-662-54408-2