

Gravitationswellen im summenden Universum

04.06.2026, 14:46 | Wissenschaft, Forschung, Bildung

Pressemitteilung von: *idw - Informationsdienst Wissenschaft*

Gravitationswellen sind winzige Kräuselungen in der Raumzeit. Die erste direkte Messung im Jahr 2015 war ein Meilenstein für die Astronomie. Heute verfügen wir über ein umfassendes Verständnis von Signalen, die sich fernab ihrer Quellen durch den ruhigen, nahezu leeren Weltraum ausbreiten – etwa bei verschmelzenden Schwarzen Löchern. In diesem Fall kann die Welle als kleine Störung auf einem ruhigen Hintergrund betrachtet werden. Die Trennung zwischen „Hintergrund“ und „Welle“ ist eindeutig und die vom Detektor gemessene Größe – eine winzige Ausdehnung und Verkürzung – ist klar definiert.

In der Kosmologie ist die Situation jedoch etwas differenzierter. Der Fokus liegt hier auf dem Universum als Ganzes – einschließlich der Raumzeit und allem, was sich darin befindet, wie beispielsweise Sterne, Schwarze Löcher und Galaxien. Der Hintergrund selbst ist dynamisch. Durch kleine Schwankungen in Dichte und Geschwindigkeit gerät die Raumzeit überall sanft in Bewegung, sodass die Grenze zur Welle verschwimmt. Doch was genau misst ein Gravitationswellendetektor, wenn das gesamte Universum leicht schwingt? Bisher waren theoretische Vorhersagen ausschließlich von der Wahl der mathematischen Koordinaten abhängig. Aussagekräftig ist jedoch nur, was ein echtes Messgerät aufzeichnet. Dies muss koordinatenunabhängig erfolgen.

Dr. Guillem Domènech und sein Team vom Institut für Theoretische Physik der Leibniz Universität Hannover (LUH) haben nun einen präzisen, detektorbasierten Ansatz entwickelt. Anstatt die Bestandteile eines abstrakten Feldes zu erörtern, modellieren die Forscher ein realistisches Experiment mit zwei frei fallenden Testmassen oder Atomuhren, die durch einen Lichtstrahl miteinander verbunden sind. Eine vorbeiziehende Gravitationswelle kann die Lichtlaufzeit geringfügig verändern und somit das gemessene Zeit- oder Frequenzsignal beeinflussen. Die Autoren leiten diese Größe vollständig und koordinatenunabhängig bis zur zweiten Ordnung der kosmischen Fluktuationen her.

„Gravitationswellendetektoren messen die Unterschiede in den Frequenzen und Ankunftszeiten von Lichtstrahlen“, erklärt Erstautor Guillem Domènech. „Wir berechnen diese Größen exakt innerhalb einer expandierenden Raumzeit und unterscheiden deutlich zwischen dem, was tatsächlich messbar ist, und Effekten, die auf der mathematischen Beschreibung beruhen. Dadurch wird sichergestellt, dass theoretische Vorhersagen für künftige Experimente präzise und zuverlässig sind.“

Dieser Ansatz liefert eine gemeinsame Sprache für Theorie und Praxis. Im Grenzfall „ruhiger Raum“ reduziert er sich auf die bekannte Messung mit bodengebundenen Interferometern. Im kosmologischen Kontext bleibt er jedoch eindeutig und belastbar. Damit entsteht ein verlässlicher theoretischer Rahmen für die Suche nach primordialen Gravitationswellen im Universum – mit direkter Relevanz für aktuelle und zukünftige Messungen, wie sie beispielsweise mit sogenannten Pulsar Timing Arrays und dem Weltraum-Observatorium LISA durchgeführt werden.

Originalveröffentlichung:
Observable Gravitational Wave Strain at Second Order
Guillem Domènech and Shi Pi and Ao Wang
Phys. Rev. Lett.
DOI:

Hinweis an die Redaktion:

Für weitere Informationen steht Ihnen Dr. Guillem Domènech, Institut für Theoretische Physik der Leibniz Universität Hannover, unter Telefon 0511 762-3886 oder per E-Mail unter gern zur Verfügung.

Leibniz Universität Hannover

MechtildFreiin v. Münchhausen (Mitarbeiter in der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit)

0511 / 762 - 5355

kommunikation@uni-hannover.de

News-ID: 1313738 • Views: 145 (Stand: 10.08.2026)

Link zur Pressemitteilung:

<https://www.openpr.de/news/1313738/Gravitationswellen-im-summenden-Universum-idw.html>