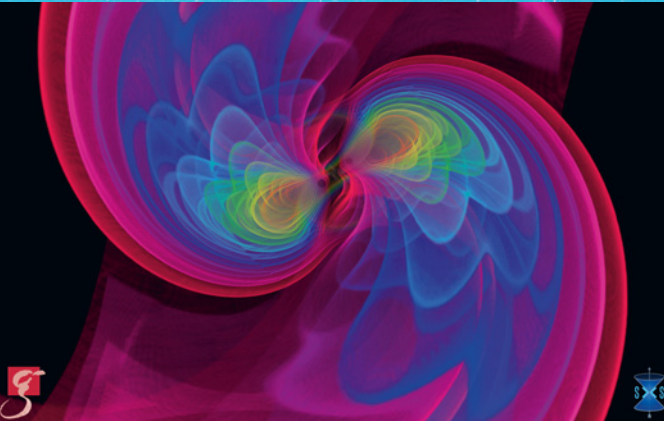


## Neue Einblicke für die Astronomie Einsteins Gravitationswellen



← Im Supercomputer lassen sich die bei der Verschmelzung Schwarzer Löcher entstehenden Gravitationswellen berechnen. (Albert-Einstein-Institut, SXS project, Airborne Hydro Mapping GmbH)

### Wellen in der Raumzeit

Laut Einsteins Relativitätstheorie erzeugen beschleunigte Massen Schwingungen der Raumzeit, die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten – sogenannte Gravitationswellen. Nur astrophysikalische Quellen erzeugen Gravitationswellen, die stark genug sind, dass sie sich nachweisen lassen – beispielsweise verschmelzende Paare Schwarzer Löcher und Neutronensterne oder Supernovae.

Die Auswirkungen von Gravitationswellen – ein Dehnen und Stauchen des Raums – sind winzig klein. Eine kilometerlange Messstrecke ändert sich nur um ein Tausendstel des Protonendurchmessers!



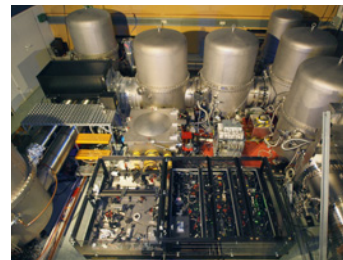
Weltweit gibt es derzeit fünf kilometergroße Observatorien zum Nachweis von Gravitationswellen – darunter GEO600 in der Nähe von Hannover und die LIGO-Detektoren in den USA. Dort wurden am 14. September 2015 erstmals Gravitationswellen von der Verschmelzung zweier Schwarzer Löcher direkt gemessen.

Doch auch GEO600 war daran maßgeblich beteiligt, denn hier wurden und werden Technologien entwickelt und erprobt, die für den Erfolg entscheidend waren. Auf diese Weise arbeiten alle Gravitationswellendetektoren zusammen und werten die Daten gemeinsam auf leistungsstarken Großrechnern aus.

→ Atlas am Albert-Einstein-Institut Hannover ist der weltweit leistungsfähigste der Gravitationswellen-Datenanalyse gewidmete Computercluster. (M. Fiorito/ Albert-Einstein-Institut)



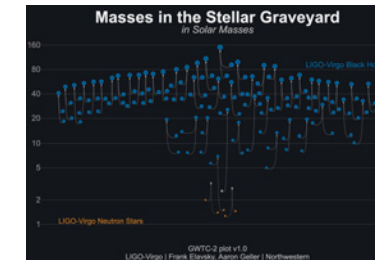
↑ Derzeit gibt es fünf interferometrische Gravitationswellen-Detektoren auf der Welt. GEO600 bei Hannover ist einer von ihnen. (Albert-Einstein-Institut/Milde Marketing)



↑ Der Blick in das Herz von GEO600 zeigt die aufwändige Technologie im Reiraum des Gravitationswellen-Detektors bei Hannover. (H. Grote/Albert-Einstein-Institut)

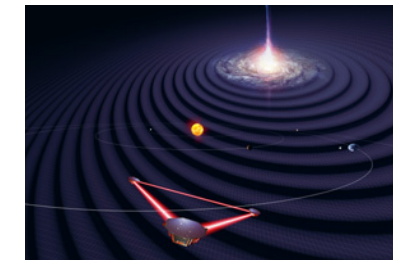


Mehr als 50 Signale hat das internationale Detektornetzwerk in den drei bisherigen Messkampagnen bis März 2020 nachgewiesen: Verschmelzungen von Schwarzen Löchern und Neutronensternen. Während der dritten Kampagne registrierten die Detektoren im Schnitt ein solches Signal pro Woche!



Um die Suche zu optimieren, berechnen Forschende die zu erwartenden Wellenformen vorab mit cleveren Methoden und Supercomputern. Denn wer weiß, wonach er sucht, wird eher fündig. Für die Zukunft ist mit LISA ein Detektor im Weltraum geplant, der auf der Erde nicht messbare niederfrequente Gravitationswellen empfangen soll.

↓ Das Weltraumobservatorium LISA wird aus drei Satelliten bestehen, die Gravitationswellen mit Abstandsmessungen über Millionen Kilometer nachweisen. (University of Florida / Simon Barke)



↖ Die 50 bisher von LIGO und Virgo anhand von Gravitationswellen entdeckten Verschmelzungen kompakter Objekte. (LIGO-Virgo-Kollaboration / Frank Elavsky, Aaron Geller / Northwestern)



# A7



# HIGHLIGHTS DER PHYSIK

