

Was macht der Sonderforschungsbereich Gravitationswellen-Astronomie?

Mehr als 80 Mathematiker, Physiker und Computerspezialisten der Universitäten Jena, Tübingen und Hannover sowie der Max-Planck-Institute in Potsdam, Hannover und Garching machen sich gemeinsam auf die Jagd nach Gravitationswellen.



Die Ergebnisse, die so gewonnen werden können, bringen uns den Antworten auf faszinierende Fragen näher wie z. B.:

- Was genau geschah beim Urknall?
- Wie haben sich Galaxien, Sterne, Planetensysteme bilden können? Haben kosmische Strings dabei eine Rolle gespielt?
- Wie schaffen wir eine Quantentheorie der Gravitation?
- Schwarze Löcher sind unsichtbar – verraten sie sich durch Gravitationsstrahlung?
- Wie viele Schwarze Löcher und wie viele Neutronensterne gibt es?
- Was passiert im Innersten einer Supernova-Explosion?



Dieses großartige Projekt wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft als Sonderforschungsbereich/Transregio „Gravitationswellen-Astronomie“ über insgesamt zwölf Jahre gefördert.



Für wen und wo?

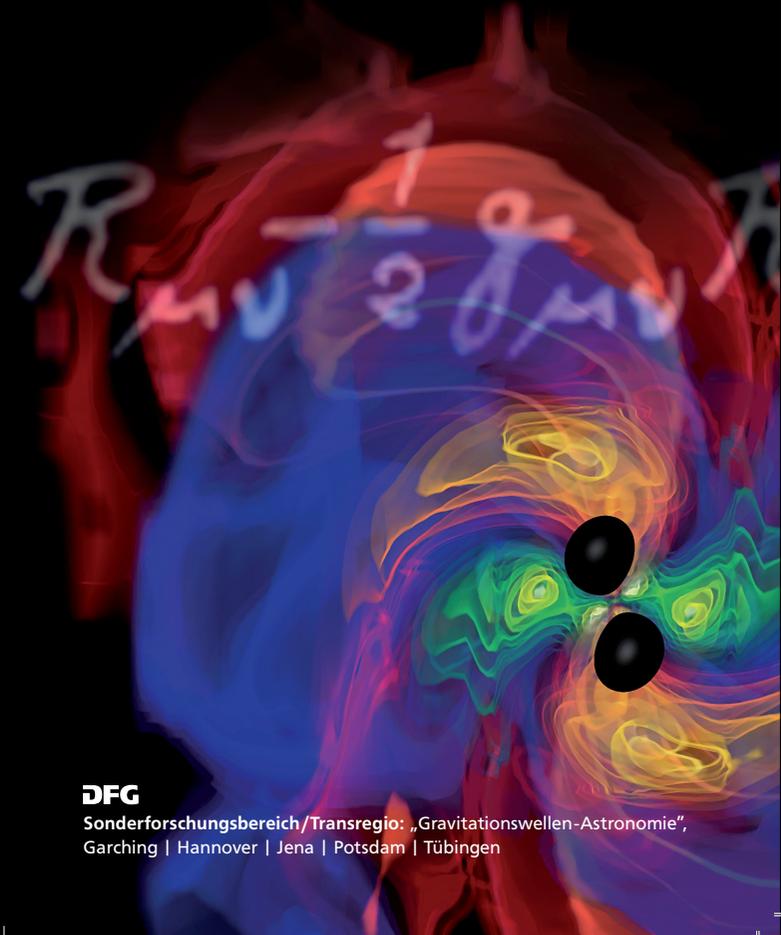
Die mobile Ausstellung „Einstein|Wellen|mobil“ ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit dieses Forschungsprojekts. Sie richtet sich an die interessierte Öffentlichkeit, besonders an Schulen. Sie steht allen Institutionen, die Wissenschaft vermitteln, zur Verfügung. Sie demonstriert Grundlagen von Relativitätstheorie, Astronomie, Lasertechnik, Raumfahrt und Computereinsatz auf unterhaltsame, anschauliche und informative Weise. Mitmach-Stationen, Computersimulationen und Filme machen die Welt komplexer Wissenschaft und hochgezüchteter Technologie zugänglich und erlebbar.

*Bild Titelseite:
Simulation von Gravitationswellen, die ein Binärsystem aus Schwarzen Löchern aussendet. (Bild: LSU, AEI, ZIB)*

Interessiert? So erreichen Sie uns:
www.einsteinwelle.de
Telefon: (07071) 297 59 44
E-Mail: nollert@einsteinwelle.de

Gravitation schlägt Wellen

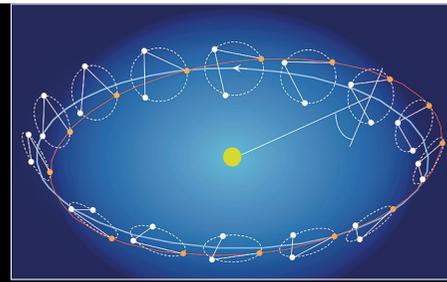
Eine Ausstellung zum Schauen, Mitmachen und Forschen.



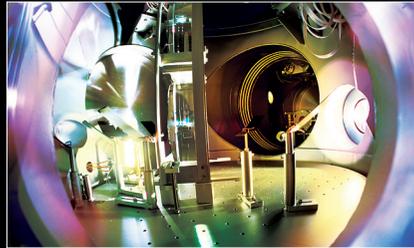
Gravitationswellen erleben

Tauchen Sie ein in die fantastische Welt der Gravitationswellen.

Ein geplanter Gravitationswellendetektor im All, zusätzlich zu den existierenden auf der Erde: Drei Satelliten umkreisen die Sonne, ihre Abstände werden mit Laserstrahlen ständig extrem genau gemessen.
(Bild: LISA/SRL Caltech)



Gravitation, in ihrer statischen Form bekannt als Massenanziehung, kann sich auch in Form von Wellen ausbreiten. Diese Wellen sind äußerst schwierig zu messen. Gelingt dies aber, winken Antworten auf fundamentale Fragen als Belohnung. Nur mit Gravitationswellen wird der Blick frei auf das Innerste gewaltiger Ereignisse: auf kollidierende Schwarze Löcher, Explosionen ausgebrannter Sterne und sogar auf den Urknall, die Geburt unseres Universums.



Blick in einen Vakuumtank eines Gravitationswellendetektors. (Bild: H. Lück, AEI)

Quellen von Gravitationswellen

Gravitationswellen erzeugen – eine Aufgabe für Schwergewichte.

Jede beschleunigte Bewegung von Materie oder Energie erzeugt Gravitationswellen. Meist sind diese jedoch sehr schwach. Nur, wenn sehr große Objekte – Supernovae, Neutronensterne, Schwarze Löcher, Urknall – sich sehr schnell bewegen, entstehen Gravitationswellen, die gemessen werden können.

Wirkung von Gravitationswellen

Ein feines Kräuseln bezwingt Giganten.

Die Verzerrung des Raumes durch eine Gravitationswelle ist winzig klein. Dennoch steckt darin so viel Energie, dass dadurch sogar gigantische Objekte wie ein Neutronenstern-Binärsystem zum Kollabieren gebracht werden.

Gravitationswellen messen

Was Einstein nicht für möglich hielt, wird Realität – auf der Erde und im All.

Die Wirkung einer typischen Gravitationswelle ist extrem klein. Albert Einstein vermutete, dass man sie wohl nie würde messen können. Heute wird eine solche Messung mit Hilfe raffiniertester Lasertechnik realisierbar.

So sieht die Tübinger Altstadt aus, wenn man mit 95 % der Lichtgeschwindigkeit hindurchradelt.

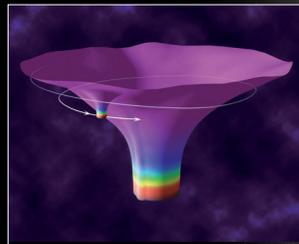


Allgemeine Relativitätstheorie

Masse verändert die Raumzeit, die Raumzeit bestimmt die Bahnen von Massen.

In der Allgemeinen Relativitätstheorie werden Raum und Zeit, zusammengefasst zur Raumzeit, durch die Gravitation verändert. Die Eigenschaften der Raumzeit wiederum bestimmen die Bewegung von Objekten und Lichtstrahlen.

Darstellung der Geometrie der Bahnebene eines kleinen Schwarzen Loches, das um ein großes Schwarzes Loch läuft. (Bild: LISA/SRL Caltech)



Spezielle Relativitätstheorie

Die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ist absolut konstant.

Licht ist immer gleich schnell – egal, ob wir einem Lichtstrahl hinterherlaufen oder ihm entgegenfliegen. Akzeptiert man diesen Grundsatz, so kann man mit einfachen Gedankenexperimenten und elementarer Arithmetik – der Satz des Pythagoras reicht völlig – die Längenkontraktion („Bewegte Maßstäbe sind verkürzt“) und die Zeitdilatation („Bewegte Uhren gehen langsamer“) verstehen.

Hintergrund: Die Antennengalaxie. Gelegentlich kollidieren zwei Galaxien. Wenn die beiden Schwarzen Löcher in deren Zentren verschmelzen, entstehen starke Gravitationswellen. (Bild: NASA, ESA, STScI)

