

# Gravitationswellen

Die Materie bestimmt die Krümmung des Raumes

Der Raum bestimmt die Bewegung der Materie.

Gravitationswellen sind Änderungen in der Struktur der Raumzeit, die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten.

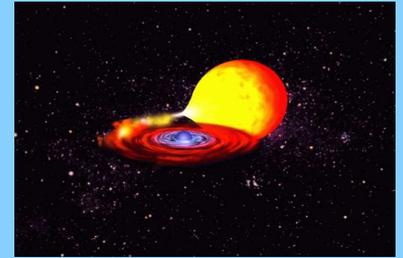
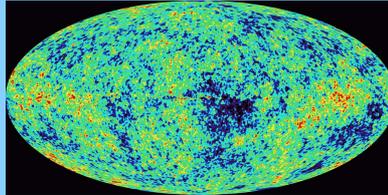
## Entstehung von Gravitationswellen

Gravitationswellen entstehen durch nicht-kugelförmig, beschleunigt bewegte Massen (Energien), z.B. durch eine rotierende Hantel.

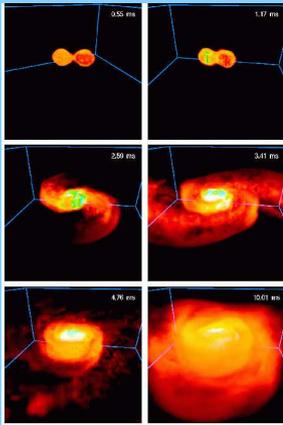
Die Signalstärke ist allerdings nur dann groß, wenn  
a) sich die Massen beinahe mit Lichtgeschwindigkeit bewegen, und  
b) wenn die Gravitationskraft in der Quelle sehr stark ist.

## Kosmische Quellen von Gravitationsstrahlung:

Urknall

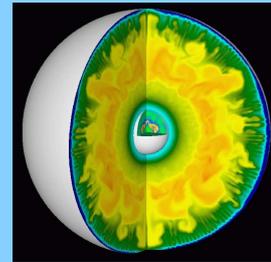
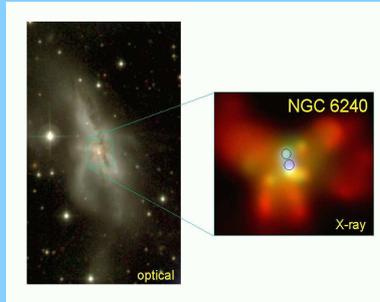


kompakte Doppelsternsysteme



zwei zu einem Schwarzen Loch verschmelzende Neutronensterne

verschmelzende extrem massereiche Schwarze Löcher

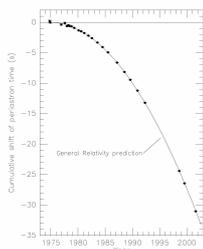


nicht-kugelförmige Supernova-Explosionen massereicher Sterne

## Nachweis von Gravitationswellen = Messung von Längenänderungen

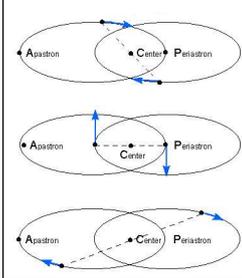
Selbst wenn sich die Quellen in der Milchstraße oder einer Nachbargalaxis befinden, rufen ihre Gravitationswellen im Sonnensystem nur extrem geringe Längenänderungen hervor. Typischerweise ändert sich z.B. der Abstand Erde-Sonne nur um einige Atomdurchmesser.

### indirekt



Den Astronomen Hulse und Taylor gelang es, Gravitationswellen durch eine Verkürzung der Bahnperiode des Binärpulsar-Systems PSR 1913+16 indirekt nachzuweisen. Sie erhielten dafür 1993 den Nobelpreis für Physik.

Bahn des Binärpulsars



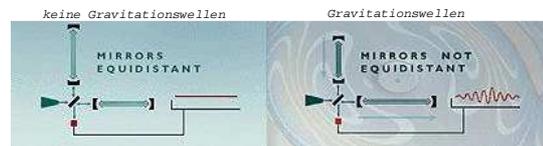
### direkt (noch nicht gelungen)

#### Resonanzantenne



Die ersten Versuche unternahm Ende der 60er Jahre Joseph Weber. Er verwendete große Aluminiumzylinder mit Massen von ca. 1,5 Tonnen. Läuft eine Gravitationswelle längs durch diesen Zylinder, so regt sie ihn zu Schwingungen bei seiner Eigenfrequenz an. Die dadurch erzeugten Änderungen in der Länge des Zylinders werden durch hochempfindliche Verstärker gemessen

#### Laser-Interferometer



Ein Interferometer misst die Verschiebung zwischen zwei Lichtwellen. Der einfallende Laserstrahl wird geteilt. Die beiden Teilstrahlen durchlaufen die rechtwinklig zueinander angeordneten Arme des Interferometers, werden reflektiert und auf einen Photodetektor über-

lagert. Man stellt die Anlage so ein, dass die beiden Lichtwellen sich auslöschen. Verändert eine Gravitationswelle die Länge der beiden Arme relativ zueinander, so geraten die Lichtwellen außer Takt. Am Ausgang entsteht dann ein Signal (= Helligkeit).

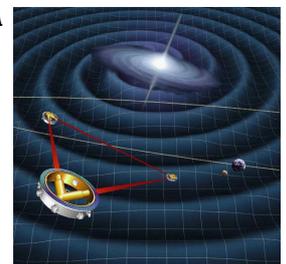
#### erdgebundene Antennen



bei Hannover

#### raumgestützte Antenne

LISA



z.B. geo600