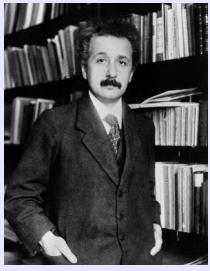
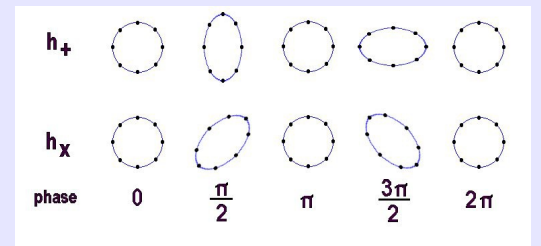


# Gravitationswellen (I)



**Juni 1916:** **Albert Einstein** sagt als eine Konsequenz seiner allgemeinen Relativitätstheorie die Existenz von Gravitationswellen vorher

Gravitationswellen (GW): **periodische Verzerrungen der Raumzeit,  $h(t)$** , die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten, erzeugt von sich beschleunigt bewegenden Massen, z.B. von einer rotierenden Hantel. Es gibt zwei Polarisationszustände,  $h_+$  und  $h_x$

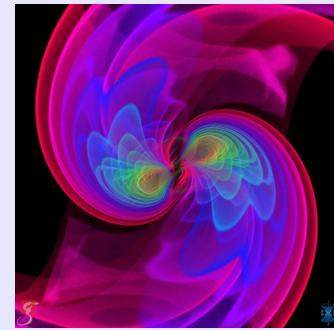


Raumzeit besitzt große „Steifheit“

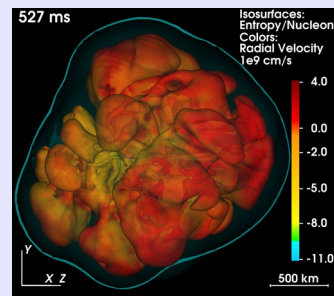
- Signalstärke nur groß, wenn die **Massen sehr groß** sind und **sie sich mit fast Lichtgeschwindigkeit bewegen**
- stärkste Quellen: Entstehung und Verschmelzung von Neutronensternen und Schwarzen Löchern

Selbst dann sind die vorhergesagten relativen Längenänderungen in einem Detektor kleiner als  $10^{-21}$

Dies entspricht einer Änderung des Abstands Erde-Sonne (150 Millionen Kilometer) um weniger als einen Atombaukasten!



Simulation der Verschmelzung zweier Schwarzer Löcher (@ AEI, Potsdam)



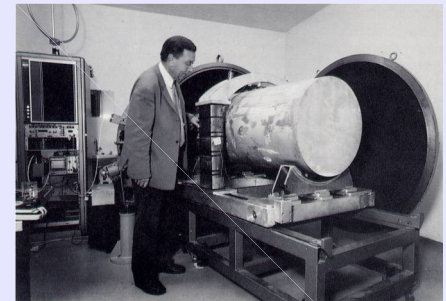
Simulation der Entstehung eines Neutronsterns in der Supernova-Explosion eines massereichen Sterns (@ MPA)

## Wie kann man Gravitationswellen messen?

**Resonanzdetektoren:** Aluminiumzylinder werden durch GW zu Eigenschwingungen angeregt, die mittels piezoelektrischer Kristalle in elektrische Signale umgewandelt werden



**1969: Joseph Weber** (Univ. of Maryland) **behauptet GW nachgewiesen zu haben** (Detektoren in Maryland & Chicago)



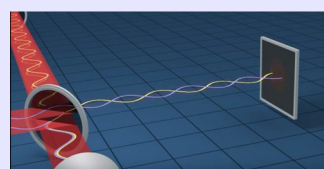
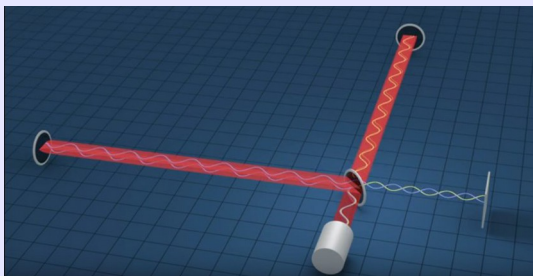
**1972-1975: Heinz Billing** (MPI für Physik und Astrophysik) wiederholt Webers Messungen und **findet keine Signale** (Detektoren in München & Rom)

**Interferometrische Detektoren:** Messung der Verschiebung zwischen zwei Lichtwellen nach dem Michelson-Prinzip

**Felix Pirani 1957** (grundlegende Idee: Messung der relativen Beschleunigung von Teilchen)

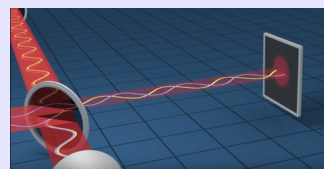
**M. Gertsenshtein & V. Pustovoit 1962; J. Weber, P. Chapman, R. Forward & R. Weiss 1965-1972**

(Anwendung des Michelson-Prinzips)



kein GW Signal: Detektorausgang **dunkel**

Ein Laserstrahl wird in zwei Teilwege aufgespalten. Die Gravitationswelle staucht abwechselnd einen Weg und streckt den anderen Weg. Das macht sich im Interferenzsignal bemerkbar



GW Signal: Detektorausgang etwas **aufgehell**

Verschiedene Rauschquellen erschweren den Nachweis. Unterhalb von ~50 Hz kommen wegen des seismischen Rauschens nur raumgestützte Interferometer in Frage

