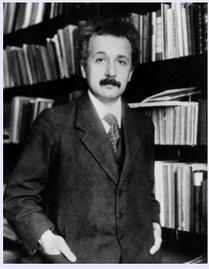
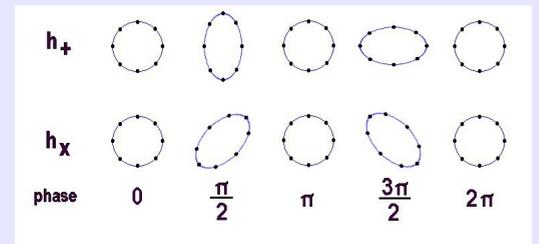


Gravitationswellen (I)



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

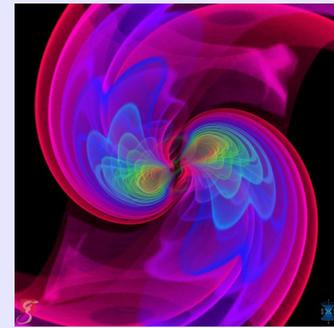


Raumzeit besitzt große „Steifheit“

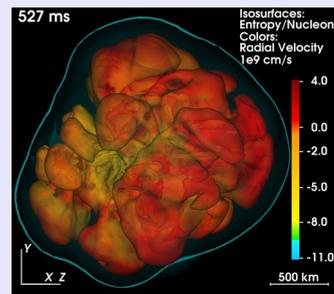
- Signalstärke nur groß, wenn die **Massen sehr groß** sind und **sie sich mit fast Lichtgeschwindigkeit bewegen**
- stärkste Quellen: Entstehung und Verschmelzung von Neutronensternen und Schwarzen Löchern

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 Atomdurchmesser!



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)



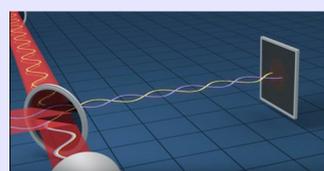
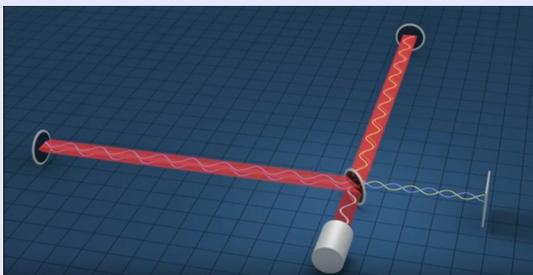
1972-1975: Heinz Billing (MPI für Physik und Astrophysik) wiederholt Webers Messungen und **findet keine Signale** (Detektoren in München & Rom)

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

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

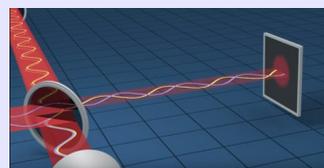
M. Gertsenshtein & V. Pustovoit 1962; J. Weber, P. Chapman, R. Forward & R. Weiss 1965-1972

(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

