

Gravitationswellen für Schüler

Lehrerfortbildung am Haus der Astronomie

Johannes Fröschele

Lehramtsstudent Physik
Uni Heidelberg

Kai Müller

Physik-Lehrer, Lehrbeauftragter
Uni Heidelberg

Heidelberg, 19.11.2015

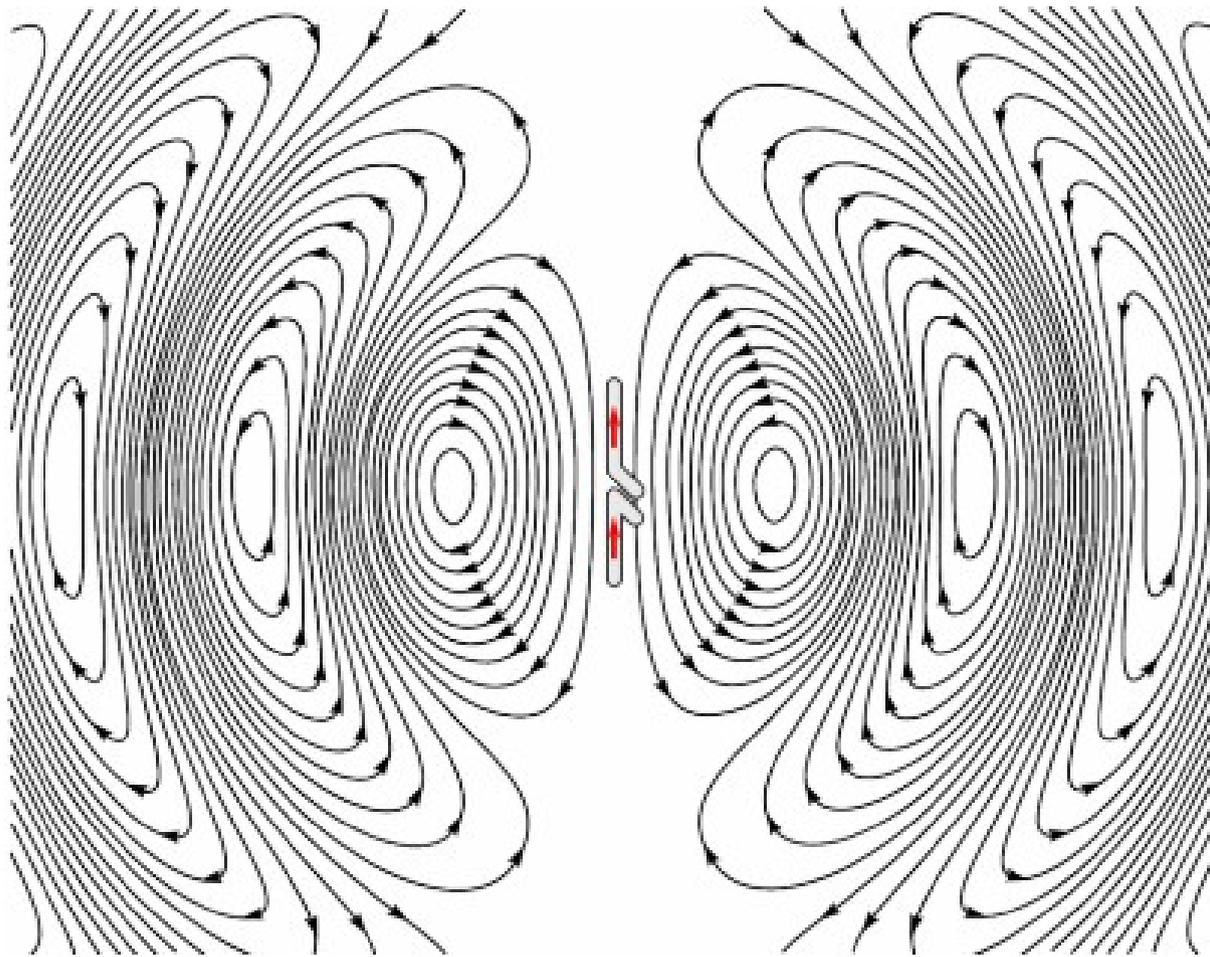
Wellen Messung Einflüsse Spiel

- **Existenz von Gravitationswellen (GW) folgt aus den Feldgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie**
- **GW entstehen, wenn Massen beschleunigt werden**
- **Transversalwellen**
- **„Die Metrik schwingt“, Wellen in der Raumzeitkrümmung**



Wellen Messung Einflüsse Spiel

**Elektro-
magnetische
Welle**



Animiertes Bild: Chetvorno unter CC0



Wellen Messung Einflüsse Spiel

- **Ausbreitung im Vakuum**
- **Ausbreitungsgeschwindigkeit c**
- **Frequenz von z. B. 10^2 Hz .. 10^3 Hz**
entspräche Wellenlänge 10^5 m .. 10^6 m
- **Quadrupol (kein Dipolterm)**
- **2 Polarisationen**
+ und x



Wellen Messung Einflüsse Spiel

- **Sehr schwach: Ordnung 10^{-21}**



Bild: Yip Alberto unter CC BY-SA 3.0

$$\frac{\Delta x}{x} = \frac{G}{c^4} \cdot \square$$

Abmessungen,
Amplitude,
Abstand, Dichte

→ $\frac{\Delta x}{x} \simeq 10^{-45}$

$$\left[\frac{G}{c^4} \right] \sim 10^{-45} \text{ s}^2 / (\text{kg m})$$



Wellen Messung Einflüsse Spiel

- **Quellen: sehr kompakt, sehr hohe Geschwindigkeit**

Pulsare, Neutronensterne, Schwarze Löcher

- **Bisher: Indirekter Nachweis von GW
Energieverlust durch
Gravitationswellen-Abstrahlung
→ Abnahme der Umlaufzeit**



Wellen Messung Einflüsse Spiel

- **Das rundeste Ding im Universum ist ein Neutronenstern.
Durchmesser 15 km, der höchste Berg auf ihm maximal 5 mm hoch.**

Falls er um eine Größenordnung höher wäre, könnte man Gravitationswellen detektieren.



Wellen **Messung** Einflüsse Spiel

- **Detektion mit Interferometern
(LIGO, VIRGO, ...)
Armlänge je 3 km**



Bild:
<http://www.ego-gw.it>



Wellen **Messung** Einflüsse Spiel

- **Aktueller Stand (November 2015)**

Bisher noch kein *direkter* Nachweis von Gravitationswellen

