

## GRAVITATIONS WELLEN ASTRONOMIE

[www.einsteinwelle.de](http://www.einsteinwelle.de) · Garching · Hannover · Jena · Potsdam · Tübingen DFG

# Einstein-Wellen-Mobil

## Arbeitsvorschlag für interaktive Station „Relativistische Fahrradfahrt“

Bebachten Sie die Szenerie beim Anfahren und Beschleunigen. Bewegen Sie sich tatsächlich zunächst rückwärts? Wie können Sie das feststellen? Wie kommt der beobachtete Effekt zustande? (Tip: Informationen dazu finden Sie auf der Filmstation „Relativistisch Sehen“)

Können Sie die relativistische Längenkontraktion beobachten? Wie?

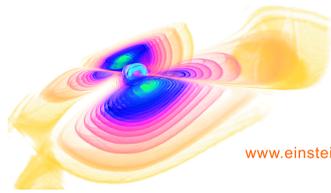
Bestimmen Sie die Zeit, die Sie für eine Rundfahrt benötigen. Wie kommen Sie am besten zu zuverlässigen Ergebnissen?

Messen Sie die Zeit, die Sie bei Fahrt mit relativ langsamer Geschwindigkeit (z.B.  $0.3c$ ) benötigen. Bestimmen Sie daraus die Länge der Fahrstrecke. (Hinweis: Die Lichtgeschwindigkeit ist in der Simulation auf hypothetische  $30\text{km/h}$  gesetzt.)

Durchfahren Sie die Strecke nun mit hoher Geschwindigkeit (bspw.  $0.9c$ ) und messen Sie wieder die Fahrzeit. Welche Geschwindigkeit erhalten Sie, wenn Sie die eben berechnete Streckenlänge zugrunde legen? Sind Sie nun doch mit Überlichtgeschwindigkeit gefahren? Bestimmen Sie umgekehrt die Fahrstrecke aus der angegebenen Geschwindigkeit und der gemessenen Zeit. Führen Sie die Messung bei weiteren Werten der Geschwindigkeit durch. Was fällt Ihnen auf? Ist die erreichte Messgenauigkeit ausreichend, um den Effekt zu untersuchen? (Tip: Starten Sie die „leichtere“ Variante der Fahrt, damit wird es einfacher, eine hohe Geschwindigkeit konstant einzuhalten.)

Beschreiben Sie die Wegstrecke und die Dauer der Fahrt im Ruhesystem der Stadt und im Ruhesystem des Fahrradfahrers. Entsteht dabei ein Widerspruch? (Hinweis: Denken Sie an die Längenkontraktion und die Zeitdilatation.)

Als Abschluss haben Sie drei Minuten Zeit, um der Gruppe eine Präsentation Ihrer Erkenntnisse zu geben. Die Art der Präsentation ist freigestellt; Sie können dabei Module der Ausstellung verwenden, müssen aber nicht.



## GRAVITATIONS WELLEN ASTRONOMIE

[www.einsteinwelle.de](http://www.einsteinwelle.de) · Garching · Hannover · Jena · Potsdam · Tübingen DFG

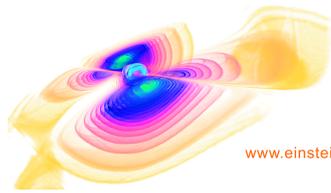
# Einstein-Wellen-Mobil

## Arbeitsvorschlag für Filmstationen

Schauen Sie sich die Filme einer Filmstation an. Als Abschluss haben Sie drei Minuten Zeit, um der Gruppe eine Präsentation mit folgendem Inhalt zu geben:

- Kurzer Überblick: Worum geht es in den Filmen?
- Etwas ausführlichere Darstellung eines Punktes, den Sie als zentral ansehen
- Darstellung einer Frage zu diesem Thema, die in den Filmen nicht beantwortet wird.

Die Art der Präsentation ist freigestellt; Sie können dabei Module der Ausstellung verwenden, müssen aber nicht.



# Einstein-Wellen-Mobil

## Arbeitsvorschlag für interaktive Station „Nicht-Euklidische Geometrie“

Stellt ein Breitenkreis die kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten auf dem gleichen Breitengrad dar? Spannen Sie die Schnur, um das herauszufinden.

Konstruieren Sie verschieden große Kreise. Messen Sie Radius und Umfang. Was fällt Ihnen auf?

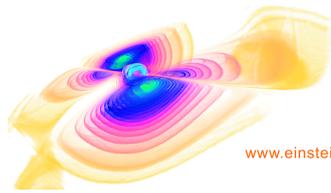
Konstruieren Sie ein rechtwinkliges Dreieck und messen Sie die Längen der Seiten nach. Gilt hier der Satz des Pythagoras, dass  $a^2 + b^2 = c^2$ ? Vergleichen Sie die Ergebnisse für ein kleines und ein großes Dreieck. Bemerken Sie einen Unterschied?

Messen Sie die Winkelsumme im Dreieck. Konstruieren Sie ein kleines und ein großes Dreieck. Was fällt Ihnen auf?

Messen Sie die Fläche eines kleinen und eines großen Dreiecks. Gilt die Formel „Fläche = (Grundseite  $\times$  Höhe) / 2“?

Wie können Sie eine Fläche in einer gekrümmten Geometrie messen? Was bedeutet eine Flächenmessung überhaupt?

Als Abschluss haben Sie drei Minuten Zeit, um der Gruppe eine Präsentation Ihrer Erkenntnisse zu geben. Die Art der Präsentation ist freigestellt; Sie können dabei Module der Ausstellung verwenden, müssen aber nicht.



## GRAVITATIONS WELLEN ASTRONOMIE

[www.einsteinwelle.de](http://www.einsteinwelle.de) · Garching · Hannover · Jena · Potsdam · Tübingen DFG

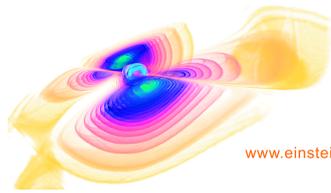
# Einstein-Wellen-Mobil

## Arbeitsvorschlag für interaktive Station „Wir basteln ein Schwarzes Loch“

Bauen Sie mit Hilfe der Bastelbögen möglichst viele „Schnitze“ eines euklidischen Raumes und eines Raumes, in dessen Zentrum sich ein Schwarzes Loch befindet. Versuchen Sie, die Schnitze zusammen zu setzen.

Informieren Sie sich anhand des Begleithefts und anhand des Films „Der gekrümmte Raum“ (Filmstation „Allgemeine Relativitätstheorie“) über Hintergrund und Sinn der Bastelaktion.

Als Abschluss haben Sie drei Minuten Zeit, um der Gruppe eine Präsentation Ihrer Produktion und Ihrer Erkenntnisse zu geben. Die Art der Präsentation ist freigestellt; Sie können dabei Module der Ausstellung verwenden, müssen aber nicht.



## GRAVITATIONS WELLEN ASTRONOMIE

[www.einsteinwelle.de](http://www.einsteinwelle.de) · Garching · Hannover · Jena · Potsdam · Tübingen DFG

# Einstein-Wellen-Mobil

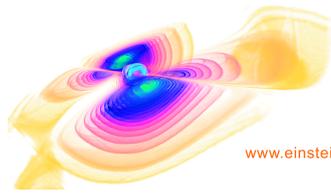
## Arbeitsvorschlag für Filmstation „Gravitationswellen“

Schauen Sie sich die Filme der Filmstation „Gravitationswellen“ an. Einige Module der Ausstellung (Gravitationswellen-Tuch, Laserinterferometer, LISA-Modelle) illustrieren Aspekte, die auch in den Filmen vorkommen. Finden Sie heraus, in welchen Filmen, und an welchen Stellen.

Als Abschluss haben Sie drei Minuten Zeit, um der Gruppe eine Präsentation mit folgendem Inhalt zu geben:

- Kurzer Überblick: Worum geht es in den Filmen?
- Etwas ausführlichere Darstellung eines Punktes, den Sie als zentral ansehen
- Darstellung einer Frage zu diesem Thema, die in den Filmen nicht beantwortet wird.

Die Art der Präsentation ist freigestellt; Sie können dabei Module der Ausstellung verwenden, müssen aber nicht.



**GRAVITATIONS  
WELLEN  
ASTRONOMIE**

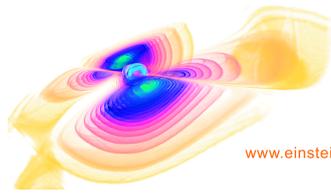
[www.einsteinwelle.de](http://www.einsteinwelle.de) · Garching · Hannover · Jena · Potsdam · Tübingen **DFG**

# Einstein-Wellen-Mobil

## Arbeitsvorschlag für Filmstation „Gravitationswellen“

Analysieren Sie die Darstellung der drei Filme auf dieser Station (und eines der Filme auf der Station „Allgemeine Relativitätstheorie“). Welche Ziele werden jeweils verfolgt: Unterhaltung, Vermittlung von Information, Werbung, etc.? Welche Stilmittel werden eingesetzt, um diese Ziele zu erreichen? Werden sie erreicht?

Als Abschluss haben Sie drei Minuten Zeit, um der Gruppe eine Präsentation Ihrer Erkenntnisse zu geben. Die Art der Präsentation ist freigestellt; Sie können dabei Module der Ausstellung verwenden, müssen aber nicht.



## GRAVITATIONS WELLEN ASTRONOMIE

[www.einsteinwelle.de](http://www.einsteinwelle.de) · Garching · Hannover · Jena · Potsdam · Tübingen DFG

# Einstein-Wellen-Mobil

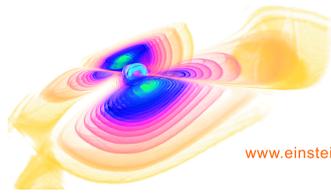
## Arbeitsvorschlag für interaktive Station „Ausrichten eines Lasers“

Zielen Sie mit dem Laserpointer aus einer Entfernung von 5m aus der Hand auf die Photodiode. Wie hoch ist Ihre Erfolgsquote? Wie stark schwankt die Quote von Versuch zu Versuch und von Versuchsperson zu Versuchsperson?

Improvisieren Sie mit vorhandenen Hilfsmitteln. Welche Erfolgsquote erreichen Sie?

Der Gravitationswellendetektor LISA besteht aus drei Flugkörpern, die einen Durchmesser von ca. 3m und einen Abstand voneinander von 5 Millionen Kilometern haben. Wie groß müsste ein Objekt in 5m Entfernung sein, das die gleiche Zielgenauigkeit erfordert? Wie groß müsste ein Objekt sein, das sich in Berlin befindet? Auf dem Mond? Finden Sie eigene Beispiele, um die erforderliche Genauigkeit zu illustrieren.

Als Abschluss haben Sie drei Minuten Zeit, um der Gruppe eine Präsentation Ihrer Zielübungen und Ihrer Erkenntnisse zu geben. Die Art der Präsentation ist freigestellt; Sie können dabei Module der Ausstellung verwenden, müssen aber nicht.



**GRAVITATIONS  
WELLEN  
ASTRONOMIE**

[www.einsteinwelle.de](http://www.einsteinwelle.de) · Garching · Hannover · Jena · Potsdam · Tübingen **DFG**

# Einstein-Wellen-Mobil

## Arbeitsvorschlag für interaktive Station „Chladnische Klangfiguren“

Finden Sie Resonanzfrequenzen für die runde und die quadratische Platte. Können Sie die Frequenzen in eine harmonische Reihe einordnen?

Untersuchen Sie die Abhängigkeit der Resonanzfrequenzen von äußeren Bedingungen, bspw. davon, wie stark die Befestigungsschraube festgezogen ist, oder durch Anbringen von Magneten an der Platte.

Reicht die Messgenauigkeit, um systematische Effekte zu erkennen? Wie könnte man die Messgenauigkeit verbessern?

Als Abschluss haben Sie drei Minuten Zeit, um der Gruppe eine Präsentation Ihrer Erkenntnisse zu geben. Die Art der Präsentation ist freigestellt; Sie können dabei Module der Ausstellung verwenden, müssen aber nicht.