

# EINSTEIN ON TOUR

## Relativitätstheorie interaktiv verstehen.



## **MOBILER UNTERRICHT :**

### **EINSTEINS RELATIVITÄTSTHEORIE INTERAKTIV VERSTEHEN.**

**Ab dem 1. Januar 2006 fährt das „Einsteinmobil“ deutschlandweit von Schule zur Schule und vermittelt durch Visualisierungen die Effekte von Einsteins Relativitätstheorie.**

„Einstein on Tour“ ist ein Schulprojekt, in dessen Rahmen das „Einsteinmobil“ mit interaktiven Lernmodulen von Schule zur Schule fährt. Die interaktiven Unterrichtsmodule des Projektes ermöglichen einmalige Erfahrungen, wie das Radfahren mit fast Lichtgeschwindigkeit, eine rasante Flugsimulation durch eine unbekannte Insellandschaft oder das Spiel mit einem Schwarzen Loch.

Schüler der Oberstufe lernen an den verschiedenen Unterrichtsmodulen auf spielerische Art die Effekte der Theorie kennen und erfahren, je nach Vorwissen geeignet aufbereitet und dargestellt, die wissenschaftlichen Hintergründe anhand didaktisch gestalteter und vielfach erprobter Erklärungsfilme. Das Interesse der Schüler an der Relativitätstheorie, aber auch an der Wissenschaft allgemein, wird geweckt, Berührungängste mit dem komplexen Stoff werden abgebaut.

Die starke interaktive Ausrichtung lässt die Schüler selbst zu Forschern werden, statt sie lediglich mit Faktenwissen zu konfrontieren. Ein wissenschaftlicher Mitarbeiter betreut den Aufbau, stellt den Lehrern die Objekte und das begleitende Material vor, liefert vertiefende Informationen und ist Ansprechpartner bei Fragen und Problemen. Der Ablauf der eigentlichen Unterrichtseinheiten liegt in der Verantwortung der Lehrer selbst.

Die Unterrichtsmodule bleiben ca. zwei Wochen an einer Schule. Der Parcours von sechs Stationen wird in einem Raum aufgebaut. Dabei ist es empfehlenswert, für das relativistische Fahrrad und für die Leinwand einen Extraraum bereit zu stellen.

Noch mehr Informationen finden Sie unter [www.einsteinmobil.de](http://www.einsteinmobil.de)

Nehmen Sie Kontakt zu uns auf! [info@einsteinmobil.de](mailto:info@einsteinmobil.de)

Das Einsteinmobil bringt folgende Unterrichtsmodule an die Schulen:

- ◆ Einen Rechner mit vier erklärenden Filmen zur **Speziellen Relativitätstheorie**
- ◆ Einen Rechner mit drei didaktischen Animationen zum **relativistischen Sehen**
- ◆ Einen Rechner mit vier erklärenden Filmen zur **Allgemeinen Relativitätstheorie**
- ◆ Einen Rechner mit einer Videokamera zu den Effekten die in der Nähe eines **Schwarzen Lochs** entstehen
- ◆ Einen Rechner mit Joystick für die **relativistische Flugsimulation**
- ◆ Einen Rechner mit dem „relativistischen Fahrrad“ und einem Hochleistungsbeamer für die **Visualisierung relativistischer Effekte beim Radfahren**  
(Eine Leinwand sollte die Schule vor Ort zur Verfügung stellen)
- ◆ Begleitmaterial.

Im Folgenden finden Sie zu jedem Modul eine kurze Beschreibung.

## Einstein on Tour — nicht nur in Schulen

Die interaktiven Module im Einsteinmobil sind im Rahmen folgender Ausstellungen weltweit zu sehen:

### Referenzen:

Ausstellungs-Termine	
Datum	Ort
15. Februar 2005 – 8. Januar 2006	Deutsches Museum Bonn
27. Februar 2005	"Einsteins Erben": ZDF-Doku
10. - 16. März 2005	CeBIT Hannover
12. März – 29. August 2004	Stadthaus Ulm
5. Mai – 31. Dez. 2005	Deutsches Museum München
16. Mai – 30. Sept. 2005	Kronprinzenpalais Berlin
19. Mai – 19. Sept. 2005	Ausstellungsschiff von Wissenschaft im Dialog
seit Mai 2005	DLR School Lab
11. – 19. Juni 2005	Phase7 performing.arts Berlin
11. – 26. Juni 2005	Wissenschaftssommer in Berlin und Potsdam
16. Juni 2005 - 15. Oktober 2006	Historisches Museum Bern
1. Juli – 31. August 2005	Science Education Center Taiwan
4. - 16. September 2005	Universität Bremen
17. September 2005 – 17. April 2006	Landesmuseum Mannheim
26. - 29. September 2005	Goethe Galerie Jena
1. - 29. Oktober 2005	ETH Zürich
4. Oktober 2005 – 28. Februar 2007	CosmoCaixa Barcelona
1. November 2005 – 31. Januar 2006	Universität Pavia

# 1. Spezielle Relativitätstheorie verstehen

**Wenn man Einstein verstehen will, muss man eine Verrücktheit der Natur akzeptieren: Nichts ist schneller als Licht!**

Wenn man auf einer Rolltreppe nicht stehen bleibt sondern geht, addiert sich unsere Geschwindigkeit zu jener der Rolltreppe. Beim Licht ist es anders: Licht ist immer gleich schnell (ca. 300 000 km/sec). Als Konsequenz davon gehen bewegte Uhren langsamer und sind bewegte Objekte verkürzt.

**Vor Einstein hielt man Zeit und Raum für absolut. Einstein hat akzeptiert, dass nur die Lichtgeschwindigkeit absolut ist.**

Schon im 19. Jh. haben Messungen ergeben: Die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum beträgt immer 300 000 km/sec. Die Lichtgeschwindigkeit, die wir messen, bleibt gleich, egal ob wir dem Lichtstrahl entgegen gehen oder ihm nachlaufen. Schon mit 16 Jahren hat sich Einstein Gedanken darüber gemacht, wie es wäre, wenn man einer Lichtwelle mit Lichtgeschwindigkeit nachliefe.

**1905 hat Albert Einstein in Bern seine Spezielle Relativitätstheorie veröffentlicht und damit das bisherige Weltbild revolutioniert.** Als Beamter am Schweizer Patentamt verfügte Einstein über gesichertes Einkommen und genügend Freizeit zum Nachdenken frei von allen Bindungen. In das bestehende Wirrwarr von physikalischen Erklärungsmodellen brachte Einstein mit einem überraschenden, einfachen Ansatz Klarheit. Maßangaben zu Raum und Zeit sind immer davon abhängig, ob wir in einem mit dem Messobjekt ruhenden System oder in einem dazu bewegten System messen.

---

## Diese Installation bietet...

... vier erklärende Filme zur Speziellen Relativitätstheorie:

1. Ball
2. Ball und Takt
3. Lichtuhr
4. Längenkontraktion

## 2. Relativistisches Sehen

### **... wenn wir nahe der Lichtgeschwindigkeit durch die Welt reisen könnten!**

Wie wir die Welt wohl sehen würden, wenn wir mit nahezu Lichtgeschwindigkeit reisen könnten? Was passiert beim Sehen, wenn man auf dem relativistischen Fahrrad sitzt?

Die Verzerrungen sind eine Folge der Kombination von Längenkontraktion und Lichtlaufzeiteffekt.

---

### **Diese Installation bietet...**

... drei **didaktische Animationen**, die das relativistische Sehen bei der Bewegung mit fast Lichtgeschwindigkeit (wie z.B. auf dem Fahrrad) erklären.

1. relativistisch sehen – der Lichtlaufzeiteffekt
2. relativistisch sehen – Lichtlaufzeiteffekt und Längenkontraktion
3. relativistisch sehen – die unerwartet sichtbare Rückseite

Die Animationen sind am Institut für Astronomie und Astrophysik - Abteilung Theoretische Astrophysik - der Universität Tübingen entstanden.

# 3. Allgemeine Relativitätstheorie verstehen

## Gravitation und Lichtablenkung

### Schon gewusst?

1915/16 hat Einstein in Berlin die Allgemeine Relativitätstheorie formuliert. In der Newton'schen Theorie breitet sich die **Gravitationswirkung** mit unendlicher Geschwindigkeit aus und steht damit im Widerspruch zu den Aussagen der Speziellen Relativitätstheorie. Mit der **Allgemeinen Relativitätstheorie** schuf Einstein eine allgemein gültige Theorie der Gravitation. Einige Vorhersagen dieser mathematisch eleganten Theorie sind heute auf mehr als 13 Stellen hinter dem Komma experimentell bestätigt.

Die Sonnenfinsternis von 1919 verhalf der Allgemeinen Relativitätstheorie zum triumphalen Durchbruch und machte Einstein zum Medienstar. Dank der Sonnenfinsternis ließen sich Sterne am Sonnenrand beobachten. Einsteins Theorie sagte voraus, wie stark die Sonne das Sternenlicht ablenken würde. Die Beobachtung bestätigte genau den von Einstein vorhergesagten Wert von 1,75 Bogensekunden am Sonnenrand.

---

### Diese Installation bietet...

... **vier erklärende Filme** zur Allgemeinen Relativitätstheorie:

1. Allgemeine Relativitätstheorie – was wir sehen
2. Allgemeine Relativitätstheorie – der gekrümmte Raum
3. Allgemeine Relativitätstheorie – die gedehnte Zeit
4. Allgemeine Relativitätstheorie – Raumzeit und Lichtablenkung

Die Filme sind am Institut für Astronomie und Astrophysik - Abteilung Theoretische Astrophysik - der Universität Tübingen entstanden.

## 4. Spiel mit einem Schwarzen Loch

Die Allgemeine Relativitätstheorie ist die von Einstein 1915/16 formulierte, korrekte Theorie der Gravitation. Ein wichtiger Effekt ist hier **die Ablenkung des Lichts durch Massen**.

In dieser Computersimulation kann ein **virtuelles Schwarzes Loch** zwischen Beobachter und einem weit entfernten astronomischen Objekt erzeugt und verschoben werden. Sowohl die Größe des Schwarzen Lochs als auch der Hintergrund können verändert werden. Hierbei stehen Ihnen fünf verschiedene Größen des Schwarzen Lochs zur Auswahl sowie vier verschiedene astronomische Objekte und ein beliebiges Motiv, das durch eine angeschlossene Videokamera selbst gewählt werden kann.

Die Schüler können selbst ausprobieren, wie die Aufnahmen in ihrer Umgebung oder vier astronomische Objekte durch die Lichtablenkung am Schwarzen Loch verzerrt werden.

---

### Diese Installation bietet...

...die Effekte der Lichtablenkung, die in der Nähe eines Schwarzen Lochs entstehen.

Mit Hilfe von folgenden Objekten

- ein Rechner
- ein Bildschirm
- eine hoch auflösende Farbvideokamera.

Die Visualisierung ist am Institut für Astronomie und Astrophysik - Abteilung Theoretische Astrophysik - der Universität Tübingen entstanden.



## 5. Relativistischer Flug über eine Insellandschaft

Dieser Flugsimulator macht es möglich sowohl mit „normaler“ Geschwindigkeit wie auch mit nahezu Lichtgeschwindigkeit über eine phantastische, virtuelle Insellandschaft zu fliegen. Mit den geometrischen Effekten der Speziellen Relativitätstheorie scheint es nahezu unmöglich zu landen. Der Computer berechnet für diese Simulation über 300 Mio. Bildpunkte/sec.

Die Schüler können selbst ausprobieren, wie gewöhnungsbedürftig die relativistische Navigation ist.

---

### Diese interaktive Installation bietet...

...ein **relativistisches Flugerlebnis**. Sie besteht aus

- ◆ Einem Rechner
- ◆ Einem Bildschirm
- ◆ Einem Joystick.

Die Flugsimulation ist am Institut für Astronomie und Astrophysik - Abteilung Theoretische Astrophysik - der Universität Tübingen entstanden.

## 6. Superschnelle Radtour durch die Stadt

**Erlebe, wie es aussehen würde, wenn es dem Tübinger Stadtrat gelänge, auch die Lichtgeschwindigkeit auf 30 km/h zu begrenzen!**

Mit einem speziell umgebauten Trimm-dich-Fahrrad ist eine interaktive Fahrradfahrt durch ein dreidimensionales Modell der Tübinger Innenstadt möglich. Die Simulation setzt die Lichtgeschwindigkeit künstlich auf 30 km/h herab und macht so die Effekte der Speziellen Relativitätstheorie für einen Fahrradfahrer erfahrbar. Nichts scheint mehr so wie gewohnt. Je schneller man fährt, desto stärker scheinen sich die Häuserfronten zu verzerren.

Ein Hochleistungsrechner und eine Grafikkarte führen pro Sekunde 3 Mrd. Operationen aus, damit man interaktiv durch Tübingen radeln kann.

---

### **Bei dieser interaktiven Installation können die Schüler...**

... die **relativistische Radfahrt** erleben

Mit Hilfe von folgenden Objekten

- ein umgebautes Trimm-Dich-Fahrrad
  - eine große Leinwand (seitens der Schule bereit zu stellen)
  - ein Hochleistungsbeamer
- und ein schneller Rechner.

Diese interaktive Fahrradfahrt durch die Tübinger Altstadt ist am Institut für Astronomie und Astrophysik – Abteilung Theoretische Astrophysik – in Kooperation mit dem Max-Planck-Institut für Biokybernetik entstanden.

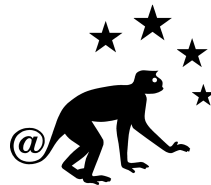
Eine detaillierte Bedienungsanleitung liegt aus.

## HABEN SIE NOCH FRAGEN?

Nehmen Sie Kontakt zu uns auf:

Träger des Projektes  
**Sternfreunde am Weilersbach e.V.**  
Hagellocher Weg 73  
72070 Tübingen  
[www.sternfreunde.org](http://www.sternfreunde.org)

Betreuung und technische Realisierung



**Color-Physics GmbH**  
Hinterer Grabenstr. 30  
72070 Tübingen  
[www.color-physics.de](http://www.color-physics.de)

Telefon: (07071) 75 01 89 0

Fax: (07071) 75 01 89 9

E-Mail: [info@einsteinmobil.de](mailto:info@einsteinmobil.de)