



Einstein-Basics

Die Spezielle Relativitätstheorie

Lernziele

Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, wie Raumzeit-Diagramme erstellt werden und wie Weltlinien und Lichtkegel eingesetzt werden, um die Kausalstruktur des Raumes zu erklären. Die Schülerinnen und Schüler sollen verstehen, was „gleichzeitig“ aus physikalischer Sicht bedeutet.

Vorkenntnisse

Hilfreiche Vorkenntnisse sind die Kenntnis der Koordinatendarstellung von Punkten im dreidimensionalen Raum und der Begriff der Bahn eines Massenpunktes. Außerdem sollten die Schülerinnen und Schüler bereits mit dem Phänomen der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit vertraut sein.

Zur Bedienung

Starten und Bedienung der DVD am DVD-Player

Nach dem Einlesevorgang startet die Didaktische FWU-DVD automatisch bis zum Hauptmenü. Der Vorspann kann mit der **Skip-Taste** der Fernbedienung übersprungen werden. Mit den **Pfeiltasten** auf der Fernbedienung können Sie alle Punkte des Menüs anwählen und den gewünschten Punkt dann mit **Enter** starten. Aus einer laufenden Filmsequenz gelangen Sie mit der Taste **Menü** der Fernbedienung wieder in das Ausgangsmenü zurück.

Starten der DVD am PC

Die Didaktische FWU-DVD startet automatisch. Sie können zunächst an einem Auswahlmenü entscheiden, ob Sie die DVD im Context-Manager-Modus abspielen oder direkt das Arbeitsmaterial aufrufen wollen.

Wollen Sie die DVD über Ihre Player-Software (ohne Context-Manager) bedienen, dann schließen Sie dieses Fenster, rufen den Ihnen zur Verfügung stehenden Software-Player auf und starten die DVD über die **Wiedergabe-Taste**. Die Bedienung erfolgt dann über die Buttons in den Menüs oder über die Funktionen des DVD-Players. Wird die Didaktische FWU-DVD mit dem FWU-Context-Manager gestartet, befindet sich am unteren Rand des Bildschirms die DVD-Navigationsleiste mit allen für die Steuerung der Didaktischen FWU-DVD notwendigen Funktionen.

Bedienung des FWU-Context-Managers

Beim Abspielen der Didaktischen FWU-DVD auf einem PC lässt sich über den Button **„Context“** der so genannte „FWU-Context-Manager“ aufrufen. Er verbindet die Inhalte des DVD-Teils mit den Materialien des ROM-Teils. Am rechten Bildschirmrand erscheint ein Auswahlmenü, das die Zusatzmaterialien systematisch geordnet auflistet. Wird eines dieser Zusatzmaterialien (z. B. ein Arbeitsblatt) angeklickt, stoppt zum Beispiel die Filmsequenz. Das aufgerufene Arbeitsblatt füllt den Bildschirm. Wenn es wieder geschlossen wird, kann der Film wieder gestartet werden. Der Neustart des vorher gehaltenen Filmteils ist über die DVD-Navigationsleiste oder über das Schließen des FWU-Context-Managers (Klick auf **„zurück“**) möglich.

Über den Button **„zurück“** kann das Auswahlmenü des FWU-Context-Managers jederzeit wieder ausgeblendet werden.

Zum Inhalt

Menü



Bei Anwählen des Menüpunkts **„Raum und Zeit – Raumzeit“** wird die Filmsequenz von etwa 9 min Länge abgespielt.

Die **Kapitelanwahlpunkte** ermöglichen einen Einstieg in den Film an unterschiedlichen Stellen.

Anhand von vier **Bildern** aus der Filmsequenz werden die zentralen Aussagen zusammengefasst.

Modell der Raumzeit

Raum und Zeit bilden gemeinsam die vierdimensionale Raumzeit. Wird eine der Raumdimensionen ignoriert, so ergibt sich ein vereinfachtes Modell der Raumzeit in drei Dimensionen, das unserer Vorstellung zugänglich ist.

Weltlinien

Die Bewegung von Objekten wird durch Weltlinien beschrieben. Eine Weltlinie ist ein „grafischer Fahrplan“, der die Bewegung eines Objekts auf einen Blick zeigt.

Lichtkegel

Ein Lichtkegel besteht aus allen Photon-Weltlinien, die von einem Ereignis ausgehen. Er stellt die schnellstmögliche Bewegung von Objekten dar.

Kausalstruktur der Raumzeit

Jeder Lichtkegel trennt die Raumzeit in drei

Bereiche: in die Vergangenheit, die Gegenwart und die Zukunft. Diese Dreiteilung bildet die Kausalstruktur der Raumzeit.

Bei Anwählen des Menüpunkts **„Gleichzeitigkeit“** wird die Filmsequenz von 3 min Länge abgespielt.

Was wir im Alltag für gleichzeitig halten, unterscheidet sich grundlegend von dem, was nach physikalischen Gesetzmäßigkeiten als gleichzeitig gilt. Ein Ereignis, das im System A gleichzeitig stattfindet, kann im System B nacheinander stattfinden.

FWU-Context-Manager / Arbeitsmaterial

Die Wahl von **„FWU-Context-Manager / Arbeitsmaterial“** im Hauptmenü führt zu einer Anleitung, wie die auf dieser Didaktischen FWU-DVD im ROM-Teil abgelegten Arbeitsblätter, Info-Texte etc. gesichtet und ausgedruckt werden können. Auf dieser Didaktischen FWU-DVD stehen Ihnen - über das Angebot aus dem FWU-Context-Managers hinaus - Zusatzmaterialien zur Verfügung. Die Materialien im DVD-ROM-Teil dürfen nur im Rahmen von schulischen Zwecken eingesetzt werden.

Um die Inhalte des DVD-ROM-Teils zu sichten und auszudrucken, legen Sie die DVD in das DVD-Laufwerk Ihres Computers ein und öffnen im Windows-Explorer den Ordner „Arbeitsmaterial“. Hier finden Sie die Datei „Inhaltsverzeichnis“. Öffnen Sie diese Datei mit einem Doppelklick. Es erscheint ein Übersichtsscreen, über den Sie in die jeweiligen Inhaltsverzeichnisse gelangen. Außerdem können Sie Materialien über die Homepage des FWU (www.fwu.de) unter „Service/Unterrichtsmaterialien“ abrufen. Im DVD-ROM-Teil steht Ihnen der Acrobat Reader in der Version 5.0 zur Verfügung. Um den Acrobat Reader zu installieren, klicken Sie im entsprechenden Ordner einfach auf die Datei „rp500deu.exe“.

Verwendung im Unterricht

Raum und Zeit – Raumzeit

Einstieg in das Thema

Der Einstieg in das Thema kann mit dem ersten Teil des Kurzfilmes „Raum und Zeit – Raumzeit“ (bis zur Erklärung, dass eine Weltlinie den Lichtkegel nicht verlassen kann) erfolgen.

Bearbeiten des Themas

In Gruppenarbeit soll je eine Gruppe einen der folgenden Begriffe für eine Präsentation bearbeiten. Dabei wird jeder Gruppe der Kurzfilm zur Verfügung gestellt, damit die Schülerinnen und Schüler die jeweils wesentlichen Sequenzen eingehend studieren können:

- Raumzeit
- Raumzeit-Diagramm
- Ereignis
- Lichtsekunde
- Bedeutung der Steigung einer Weltlinie
- Lichtkegel

Nach dem Ende dieser Unterrichtssequenz referiert je eine Schülerin oder ein Schüler über den jeweils bearbeiteten Begriff, wobei eine Diskussion mit der Klasse angeregt werden soll.

Ergebnissicherung

Die Ergebnissicherung erfolgt mithilfe des Aufgabenblattes „Raumzeit“, das auf der DVD zur Verfügung steht.

Weitere Unterrichtsvorschläge finden Sie im Kapitel „Verwendung im Unterricht“ im ROM-Teil der DVD.

Literatur

Stephen Hawking: Eine kurze Geschichte der Zeit, Rowohlt Verlag, Reinbeck, 1988/1997

Jürgen Neffe: Einstein, Rowohlt Verlag, Reinbeck, 2005

Albert Einstein: Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie, Springer Verlag, Berlin, 2001

Lewis C. Epstein: Relativitätstheorie anschaulich dargestellt, Birkhäuser Verlag, Basel, 1998

Programmstruktur DVD Einstein-Basics – Die Spezielle Relativitätstheorie

Menü

Raum und Zeit – Raumzeit 9:10 min

Kapitelanwahl

Modell der Raumzeit

Weltlinien

Lichtkegel

Kausalstruktur der Raumzeit

Bilder

Modell der Raumzeit

Weltlinien

Lichtkegel

Kausalstruktur der Raumzeit

Gleichzeitigkeit 3:00 min

FWU-Context-Manager/Arbeitsmaterial

Context-Menü

Aufgaben

Raumzeit

Gleichzeitigkeit

Kausalstruktur

Energie, Masse und Massendefekt

Sprechertexte

Info-Texte

Glossar

Arbeitsmaterial

- Verwendung im Unterricht
- Aufgaben
- Sprechertexte
- Info-Texte
- Glossar
- Begleitheft
- Programmstruktur
- Weitere Medien
- Links
- Literatur

Buch und Regie

Gerald Kargl

Redaktion

Mag. Walter Olensky
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und
Kultur, Wien

Michael Süß
FWU Institut für Film und Bild, Grünwald

Wissenschaftliche Beratung

Priv. Doz. Dr. Franz Embacher
Institut für Theoretische Physik
Universität Wien
Homepage:
<http://homepage.univie.ac.at/franz.embacher/>
E-Mail: franz.embacher@univie.ac.at

Didaktische Beratung

Mag. Herbert Wittmann
Bundesgymnasium und Bundesrealgymnasium
Rosasgasse, Wien
E-Mail: Herbert.Wittmann@gmx.net

Animationen 2D-3D

Klemens Kopetzky
Jürgen Weinberger
Michael Zlabinger
René Grasser

Sprecher

Alexander Doering

Tonstudio

Studio Funk Berlin
noyz wien

Tontechnik

Hermann Langschwert

Musik

secret service

Pädagogischer Referent im FWU

Michael Süß

DVD-Herstellung

mastering studio münchen
im Auftrag von
FWU Institut für Film und Bild in Wissenschaft und
Unterricht gemeinnützige GmbH, Grünwald
und
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und
Kultur, Wien

Eine Produktion der Gerald Kargl GmbH
Filmproduktion Wien
im Auftrag von
FWU Institut für Film und Bild in Wissenschaft und
Unterricht gemeinnützige GmbH, Grünwald
und
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und
Kultur, Wien

Verleih durch Landes-, Kreis- und Stadtbildstellen,
Medienzentren

Verkauf durch FWU Institut für Film und Bild,
Grünwald

Nur Bildstellen/Medienzentren: öV zulässig

© 2005

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur
Minoritenplatz 5

A-1014 Wien

Telefon +43/1/53 120-0

Telefax +43/1/53 120-4848

E-Mail medienservice@bmbwk.gv.at

Internet <http://www.bmbwk.gv.at>

© 2005

FWU Institut für Film und Bild
in Wissenschaft und Unterricht
gemeinnützige GmbH

Geiselsberg

Bavariafilmpark 3

D-82031 Grünwald

Telefon (0 89) 64 97-1

Telefax (0 89) 64 97-240

E-Mail info@fwu.de
vertrieb@fwu.de

Internet <http://www.fwu.de>



FWU Institut für Film und Bild
in Wissenschaft und Unterricht
gemeinnützige GmbH
Geiseltalstraße
Bavariafilmplatz 3
D-82031 Grünwald
Telefon (0 89) 64 97-1
Telefax (0 89) 64 97-240
E-Mail info@fwu.de
Internet <http://www.fwu.de>

**zentrale Sammelnummern für
unseren Vertrieb:**

Telefon (0 89) 64 97-4 44

Telefax (0 89) 64 97-2 40

E-Mail vertrieb@fwu.de

Laufzeit: 13 min
2 Sequenzen
1 Menü
4 Bilder
Sprache: deutsch
Context-Manager
DVD-ROM-Teil:
Unterrichtsmaterialien

**Systemvoraussetzungen
bei Nutzung am PC**
DVD-Laufwerk und
DVD-Player-Software,
ab WIN 98

Alle Urheber- und
Leistungsschutzrechte
vorbehalten.
Nicht erlaubte/genehmigte
Nutzungen werden zivil- und/oder
strafrechtlich verfolgt

**LEHR-
Programm
gemäß
§ 14 JuSchG**

FWU - Schule und Unterricht

DVD 46 02324
VIDEO

Einstein-Basics

Die Spezielle Relativitätstheorie

Einsteins Relativitätstheorie revolutionierte Anfang des 20. Jahrhunderts die Physik und veränderte unsere Ansichten über Zeit und Raum. Auf dieser didaktischen DVD werden in Filmsequenzen Grundlagen der Speziellen Relativitätstheorie veranschaulicht. Was versteht man unter Raumzeit, was sind Weltlinien und Lichtkegel, wie entsteht der Massendefekt? Die DVD widmet sich diesen und vielen weiteren Fragen und stellt umfangreiches Zusatzmaterial, wie z. B. Arbeitsblätter und Infotexte, zur Verfügung. Diese Materialien können mithilfe des FWU-Context-Managers auch während der Filmsequenzen an den passenden Stellen aufgerufen werden.

Schlagwörter

Relativitätstheorie, Einstein, Raumzeit, Weltlinien, Lichtkegel, Gleichzeitigkeit, Kausalstruktur, Energie, Masse, Massendefekt

Physik

Relativitätstheorie, Kernphysik, Elementarteilchenphysik, Astronomie

Allgemeinbildende Schule (11-13)

Erwachsenenbildung

Weitere Medien

46 02325 Einstein-Basics: Die Allgemeine Relativitätstheorie.
Didaktische FWU-DVD

46 32392 Einsteins Welt - Eine WissensGeschichte.
Didaktische FWU-DVD

46 10442 Albert Einsteins Spezielle Relativitätstheorie Teil 1.
DVD-Video

46 10443 Albert Einsteins Spezielle Relativitätstheorie Teil 2.
DVD-Video

46 10444 Albert Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie.
DVD-Video