

Schwerelosigkeit auf dem Trampolin oder: Physikunterricht in der Turnhalle

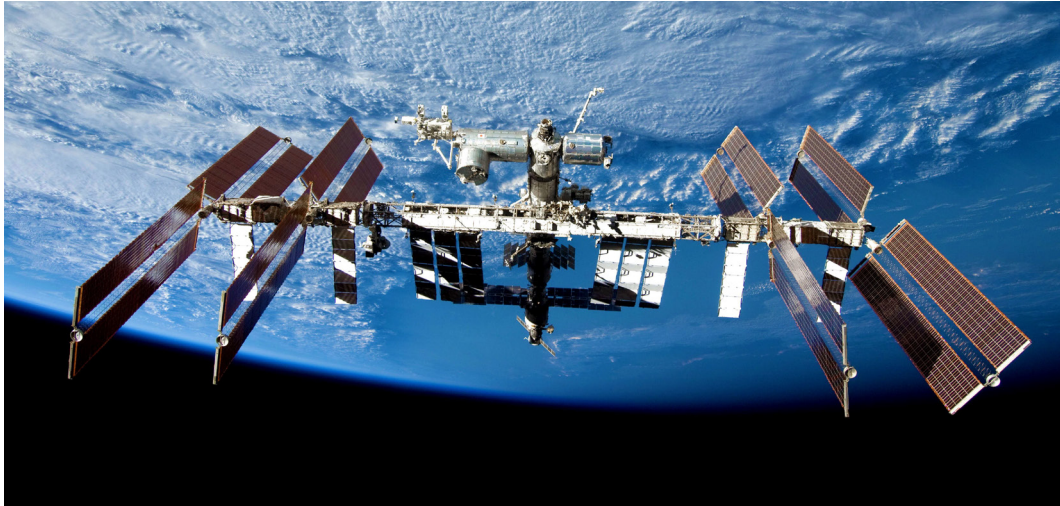


Abb. 1: Bei diesem eher ungewöhnlichen Physik-Experiment könnt ihr herausfinden, warum auf der Internationalen Raumstation ISS (Bild) Schwerelosigkeit herrscht. Bild: NASA

Einleitung

Warum sind Astronauten auf der Internationalen Raumstation ISS schwerelos? Jedenfalls nicht, weil die Station so weit von der Erde entfernt durchs All fliegt. Denn die ISS umkreist unseren Planeten in nur 400 Kilometer Höhe. Da ist sie noch nahezu vollständig der Erdanziehung ausgesetzt, die ja sogar den 1.000 Mal weiter entfernten Mond auf seiner Bahn um die Erde hält. Dass auf der ISS Schwerelosigkeit herrscht, hängt vielmehr damit zusammen, dass sich die Raumstation im freien Fall um die Erde befindet. Das hier beschriebene Experiment vermittelt euch diesen Zusammenhang.

Bezug zur Forschung

Die Schwerelosigkeit wird von vielen wissenschaftlichen Disziplinen als Experimentier-Umgebung genutzt. Das betrifft Materialwissenschaften, Biologie und Humanmedizin.

Die Ergebnisse dienen ganz überwiegend der Anwendung auf der Erde.

So untersucht man beispielsweise in der Materialwissenschaft Vorgänge beim Durchmischen von Flüssigkeiten – der „irdische“ Bezug besteht hier zu Schmelzvorgängen in der Industrie. Dabei geben immer wieder baugleiche Referenzversuche auf der Erde die entscheidenden Hinweise, welche Auswirkung die Schwerkraft auf die einzelnen Prozesse hat. Im Prinzip wird also das identische Experiment einmal mit und einmal ohne Schwerkraft-Einfluss durchgeführt und aus der Differenz die Bedeutung der Schwerkraft ermittelt. Scheinbar paradoxerweise wird so in Schwerelosigkeit oftmals der Einfluss der Schwerkraft untersucht. Zudem legt das Schwerelosigkeits-Experiment oft auch Effekte offen, die auf der Erde von der allgegenwärtigen Schwerkraft überlagert und verdeckt werden – und die nur so im Sinne einer Prozess-Optimierung genauer verstanden werden können.

In der Humanmedizin werden Veränderungen im menschlichen Organismus untersucht, die beim Aufenthalt in Schwerelosigkeit auftreten und die irdischen Krankheitsbildern entsprechen. So entwickeln Astronauten im All Symptome von Osteoporose und auch ihr Gleichgewichtssinn, ihre Immunabwehr und ihr Herz-/Kreislaufsystem werden beeinträchtigt. Da auch hier vor und nach dem Flug Referenzwerte erhoben werden und Astronauten grundsätzlich nur bei bester Gesundheit starten dürfen, geben die Ausbildung der Krankheitsbilder und auch ihre Rückentwicklung nach der Landung interessante Hinweise auch für die irdische Medizin.

Mikrogravitation – so der Fachterminus, da aufgrund von Restbeschleunigungen Schwerelosigkeit nur in Näherung erreicht werden kann – lässt sich auf verschiedene Weise „herstellen“: Auf der Internationalen Raumstation ISS wird sie für Langzeit-Experimente genutzt, an Bord von Höhenforschungsraketen entsteht sie für mehrere Minuten, bei Parabelflügen lässt sie sich mehrfach für kurze Phasen von jeweils 20 Sekunden erzeugen und in Falltürmen können kurze Versuchsabläufe in Schwerelosigkeit durchgeführt werden. Und wie das hier beschriebene Experiment zeigt: Sogar in der Schule kann man ebenfalls für kurze Augenblicke schwerelos sein.

Materialien und Hilfsmittel

- | | |
|---|--------------------------|
| 1 Trampolin (Turnhalle) | <input type="checkbox"/> |
| 1 Apfel (oder andere Gegenstände von noch größerer Masse) | <input type="checkbox"/> |
| 1 Küchenwaage (klassische Federwaage, nicht digital) | <input type="checkbox"/> |
| 1 Videokamera (z.B. Handy mit Video-Funktion etc.) | <input type="checkbox"/> |
| 1 Schachtel (bzw. Pappkarton oder Plastikbox) | <input type="checkbox"/> |
| 1 Rolle Tesafilm, 1 Stück doppelseitiges Klebeband | <input type="checkbox"/> |
| 1 Schnur oder Wollfaden (nur zur Sicherheit) | <input type="checkbox"/> |

Vorbereitung, Aufbau und Durchführung

Step 1

Ihr besorgt die oben genannten Zutaten.

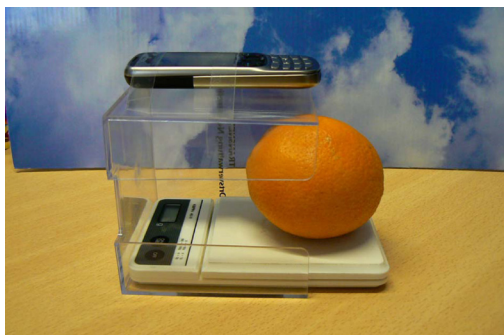
Step 2

Ihr fixiert die Küchenwaage im Inneren der Schachtel auf dem Unterboden mit dem doppelseitigen Klebeband

Step 3

Ihr stellt die Skala auf null.

Step 4



Ihr fixiert eine Videokamera exakt so über der Waage in der offenen Schachtel, dass die Anzeige gut im Videobild zu erkennen ist. Ihr müsst hier später ablesen, ob sich an der Anzeige etwas verändert hat.

Step 5



Ihr legt einen Apfel (oder etwas anderes wie hier im Bild eine Apfelsine) auf die Waage, wobei ihr ihn ganz locker mit dem Klebeband oder mit Fäden auf der Waagschale fixiert, damit er nicht zur Seite rollt.

Step 6

Ihr baut in der Turnhalle das Trampolin auf und macht ein paar Probesprünge. Es geht nicht sportliche Höchstleistungen und Überschläge, sondern um gleichmäßiges Auf- und Abhüpfen.

Step 7

Ihr aktiviert die Videokamera und reicht die Schachtel mit dem darin befindlichen Versuchsaufbau einem eurer Team-Mitglieder, das schon auf dem Trampolin steht. Jetzt beginnt der eigentliche Versuchsablauf ...

Step 8: Ablauf/Durchführung

Euer „Springer“ – oder eure „Springerin“, wobei ihr euch ja auch abwechseln könnt – führt zunächst ca. 10 Sprünge mit der Schachtel in der Hand durch. Die Videokamera zeichnet dabei mit Blick auf die Gewichtsanzeige der Waage auf, was passiert.

Step 9: Auswertung und Ergebnisse

Wenn ihr den Versuch im ersten Durchgang ausgeführt habt, öffnet die Schachtel und entnehmt die Kamera. Betrachtet dann das Video und notiert eure Beobachtungen.

Wenn alles geklappt hat, müsste die Skala periodisch „null“ Gramm (wenigstens aber deutlich weniger als die Startmasse) anzeigen. Bei exakter Umsetzung bedeutet das, dass in der gesamten Flugphase keine Fallbeschleunigung (wenigstens aber eine deutlich geringere als $g = 9,81 \text{ m/s}^2$) auf den Apfel wirkt. Beim Kontakt mit dem Trampolin erhöht sich dagegen kurzzeitig die Gewichtskraft (scheinbar größere Masse – was bei den Parabelflügen jener Phase entspricht, in der sich das Spezialflugzeug auf seiner „Achterbahnfahrt am Himmel“ auf dem Weg ins „Tal“ der Flugkurve und danach wieder im Steigflug befindet.

Weiterführende Links

DLR_next: Mit Astronauten ins All!

http://www.dlr.de/next/desktopdefault.aspx/tabid-6305/10702_read-24119/

DLR_next: Willkommen in der seltsamen Welt der Schwerelosigkeit!

http://www.dlr.de/next/desktopdefault.aspx/tabid-6652/10915_read-24811/

HINWEIS

Die hier beschriebenen Mitmach-Experimente wurden sorgfältig ausgearbeitet. Sie können jedoch auch bei ordnungsgemäßer Durchführung und Handhabung mit Gefahren verbunden sein. Die hier vorgeschlagenen Mitmach-Experimente sind ausschließlich für den Einsatz im Schulunterricht vorgesehen. Ihre Durchführung sollte in jedem Fall durch eine Lehrkraft betreut werden. Die Richtlinien zur Sicherheit im Schulunterricht sind dabei einzuhalten.

Das DLR kann keine Garantie für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Durchführbarkeit der hier beschriebenen Experimente geben. Das DLR übernimmt keine Haftung für Schäden, die bei Durchführung der hier vorgeschlagenen Mitmach-Experimente entstehen.

Informationen für Lehrer

Fächer

Physik

Alter/Schwierigkeitsgrad

Ab ca. 12 Jahre. Das Thema Schwerkraft/Gravitation sollte unmittelbar zuvor schon behandelt worden sein.

Dauer des Experiments

1 Stunde Aufbau/Vorbereitung

1 Stunde Ablauf/Durchführung/Auswertung

Lernziele

Die Schwerkraft ist eine der fundamentalen physikalischen Größen und in allen Physik-Lehrplänen zentraler Inhalt. An ihre Behandlung im Unterricht kann sich zur Verdeutlichung und Vertiefung sehr gut das Thema Schwerelosigkeit anschließen. Mit Astronauten als „menschlichem Faktor“ und „Faszinosum“ besteht dabei zudem ein idealer Anknüpfungspunkt, der gerade Kinder und Jugendliche für eine Auseinandersetzung mit dieser gesamten Thematik zusätzlich motivieren kann. Ziel des Experiments ist ein grundsätzliches Verständnis für das Thema Schwerkraft bzw. Schwerelosigkeit. Dabei wird spielerisch auch einer der größten Irrtümer zur Raumfahrt korrigiert – nämlich dass Schwerelosigkeit im erdnahen Orbit als Abwesenheit von Schwerkraft mit der Entfernung zur Erde (oder gelegentlich auch mit dem Vakuum des Weltraums) erklärt wird. Und auch ein differenziertes Verständnis von Kategorien wie Gewicht und Masse kann je nach Alter erzielt werden.

Erweiterungen

Viele Schulen verfügen bereits über Systeme zur PC-gestützten Messwert-Erfassung. Mit einem Beschleunigungssensor der in gleicher Weise, wie die oben beschriebenen Box auf dem Trampolin mitbewegt wird, kann in Erweiterung des Experiments das Fallbeschleunigungs-Zeit-Verhalten aufgezeichnet und quantitativ ausgewertet werden.

Kontakt

schoollab-koeln@dlr.de