

Schwerelosigkeit

Der Mini-Fallturm

Ein Astronaut schwebt durch die Raumstation und fängt einen vor ihm herschwebenden Kugelschreiber ein. Wir kennen solche Bilder aus dem Fernsehen. Wieso sind Gegenstände auf einer Raumstation eigentlich schwerelos? Und ist schwereloses Leben für Astronauten wirklich leichter?

Was ist Schwerkraft?

Dass Gegenstände herunterfallen, haben Menschen natürlich schon immer gewusst. Aber erst im 17. Jahrhundert formulierte Sir Isaac Newton das Gravitationsgesetz: Alle Körper ziehen sich an. Die Anziehungskraft ist abhängig von Abstand und Masse der Körper. Die Erde zieht einen Apfel an, der Apfel zieht gleichzeitig die Erde an. Da die Masse der Erde aber viel größer ist als die Masse des Apfels, fällt der Apfel auf die Erde zu.

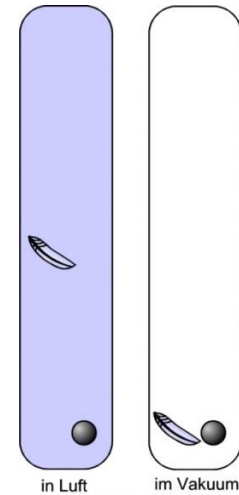
Die Gravitationskraft ist die schwächste der vier Grundkräfte der Physik. Aber weil sie über große Entfernungen wirkt und sich nicht abschirmen lässt, bestimmt sie sogar die Bahnen der Planeten und die Struktur des Weltalls. Wie werden wir diese Kraft los? – Wie werden wir schwere-los? Wir brauchen eine Gegenkraft.

Schwerelosigkeit



Astronautin Susan J. Helms im Russischen Zarya Modul der Internationalen Raumstation (Photo: NASA)

gebremst wird. Nur im Vakuum fallen alle Körper gleich: eine Feder so schnell wie eine Stahlkugel.



Fall einer Feder und einer Stahlkugel in Luft und im Vakuum

Darum wird die Röhre des Fallturms in Bremen vor jedem Abwurf luftleer gepumpt. Das Vakuum ist aber nur ein „Hilfsmittel“, prinzipiell hängen Schwerelosigkeit und Vakuum nicht zusammen.



Sir Isaac Newton (1643-1727)

Träge Massen

Viele kennen das merkwürdige Gefühl im Magen, wenn ein Aufzug plötzlich losfährt oder bremst. Wir stellen uns im Lastenaufzug auf eine Waage und beobachten: Wenn der Aufzug nach oben beschleunigt zeigt die Waage ein größeres Gewicht, wenn wir nach unten beschleunigen ein geringeres Gewicht an. Natürlich haben wir nicht plötzlich

abgenommen, hier wirkt die Massenträgheit. Will man einen Körper in Bewegung versetzen, spürt man einen Widerstand. Vereinfacht könnte man sagen, der Körper „wehrt“ sich gegen eine Beschleunigung. Er besitzt ein „Beharrungsvermögen in der Ruhe“. Dieses Beharrungsvermögen ist umso größer, je schwerer ein Körper ist (genauer: je größer seine Masse ist).

Wenn sich der Aufzug nach unten bewegt, bleibt unser Körper daher für einen kurzen Moment am ursprünglichen Ort. Der Boden mit der Waage bewegt sich nach unten, die Kraft, die auf die Waage wirkt, wird geringer und die Waage zeigt ein geringeres Gewicht an.

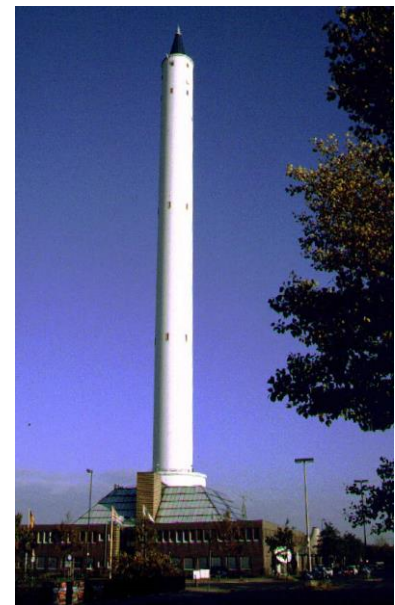
Schwerelosigkeit

Stellen wir uns vor, das Seil reißt und der Aufzug fällt frei nach unten. Dann würde die Waage kein Gewicht mehr anzeigen. Wir wären im freien Fall schwerelos (oder genauer: gewichtslos).

Ein System wird schwerelos genannt, wenn in ihm keine Beschleunigungen messbar sind.

Technische Möglichkeiten

Die Schwerelosigkeit im fallenden Aufzug dauert nicht lange – nicht nur, weil der Aufzugschacht einen Boden hat, sondern weil der Aufzug durch die Luftreibung



Fallturm des ZARM in Bremen

Der Fallturm in Bremen hat eine Fallstrecke von 122 m. Im freien Fall erreicht man für 4,74 s Schwerelosigkeit. Wenn man die Kapsel mit einem Katapult hochschleudert, kann man die doppelte Schwerelosigkeitsdauer erreichen.



Fallkapsel im Japanese Microgravity Center Kamisunagawa

Eine längere Fallstrecke hat der Fallschacht in Kamisunagawa, Japan, hier kann man bei 10 s Schwerelosigkeit experimentieren.

Was kann man noch tun um die Fallzeit zu verlängern, außer immer höhere Türme oder tiefere Schächte zu bauen? Das Gleiche, was man auch machen würde, wenn man einen Stein möglichst lange fliegen lassen will: Man muss ihn hochwerfen. Dies ist allerdings auch nicht ganz so einfach, denn man kommt nicht ohne einen Antrieb aus, mit dem man die ständig auftretende Luftreibung

kompensieren kann. Um dies zu erreichen benutzt man Flugzeuge oder Raketen und lässt sie auf Parabeln fliegen. Eine Parabel ist genau die Kurve, die auch ein Stein beschreibt, wenn man ihn wirft. Im Innern von Flugzeugen kann man etwa 25 s, in Raketen etwa 15 Minuten lang Schwerelosigkeit erzeugen.

Und wie war das mit der Raumstation?

Für manche Versuche sind 15 Minuten immer noch nicht lang genug. Es gibt noch eine Möglichkeit, den Zeitraum weitaus länger auszudehnen: Der Flug auf einer Erdumlaufbahn. Vom Karussell fahren kennen wir die Zentrifugalkraft. Das ist die Kraft, die versucht, uns nach außen zu zerren, wenn sich das Karussell dreht (auch diese Kraft hängt mit der Massenträgheit zusammen). Da sich ein Raumfahrzeug, wie zum Beispiel das Space Shuttle, auf einer Umlaufbahn ebenfalls auf einer Kreisbahn bewegt, kann man diese Vorgänge miteinander vergleichen. Auf die Raumstation wirken also zwei Kräfte: die Schwerkraft in Richtung des Erdmittelpunktes und die Zentrifugalkraft in die entgegengesetzte Richtung. Bei bestimmten Flughöhen (Radius der Kreisbahn um die Erde) und Geschwindigkeiten heben sie sich genau auf: es entsteht Schwerelosigkeit.

Unsere Experimente

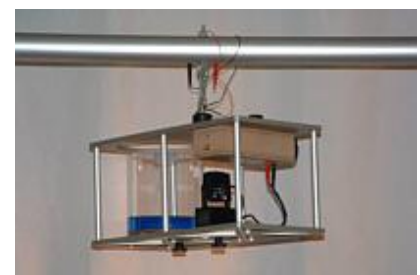
Im DLR_School_Lab könnt ihr mit einem kleinen Fallturm Experimente zur Schwerelosigkeit selbst durchführen. Die Fallstrecke beträgt nur 2 m, daher dauert die Schwerelosigkeit nur 0,6 s. Mit einem Computer unterstützten Videosystem können wir aber trotzdem die Vorgänge in unserer Fallkapsel genau beobachten und später in Zeitlupe analysieren. Wir werden sehen, dass die Wirkungen von Kräften, die unter normalen Bedingungen zwar vorhanden, aber nicht so deutlich sind, in Schwerelosigkeit plötzlich das Verhalten von Objekten bestimmen. Was passiert, wenn Wasser und Luft gleich schwer sind? Wie verhalten sich Flammen in Schwerelosigkeit? Wie bekommt man auf einer Raumstation eine Flüssigkeit aus einem Tank heraus? Was ist ein magnetisches Gravimeter? Und wozu müssen wir das eigentlich alles wissen?



Der Mini-Fallturm im DLR_School_Lab Köln



Parabelflugzeug „ZERO-G“ (Abbildung: NOVSPACE)



Fallkapsel

Das DLR im Überblick

Das DLR ist das Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Wir betreiben Forschung und Entwicklung in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie und Verkehr, Sicherheit und Digitalisierung. Die Deutsche Raumfahrtagentur im DLR ist im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zwei DLR Projektträger betreuen Förderprogramme und unterstützen den Wissenstransfer.

Global wandeln sich Klima, Mobilität und Technologie. Das DLR nutzt das Know-how seiner 55 Institute und Einrichtungen, um Lösungen für diese Herausforderungen zu entwickeln. Unsere 10.000 Mitarbeitenden haben eine gemeinsame Mission: Wir erforschen Erde und Weltall und entwickeln Technologien für eine nachhaltige Zukunft. So tragen wir dazu bei, den Wissens- und Wirtschaftsstandort Deutschland zu stärken.

DLR Köln

Luftfahrt, Raumfahrt, Verkehr, Energie und Sicherheit sind die Forschungsfelder, die im DLR Köln in neun Forschungseinrichtungen bearbeitet werden. Das Rückgrat der Forschung und Entwicklung bilden Großversuchsanlagen, wie Windkanäle, Triebwerks- und Materialprüfstände und ein Hochflussdichte-Sonnenofen. Auf dem 55 Hektar großen Gelände ist neben den Forschungs- und Zentraleinrichtungen des DLR auch das Astronautenzentrum EAC der Europäischen Weltraumbehörde ESA angesiedelt. Das DLR beschäftigt in Köln-Porz rund 1.400 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.



Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

DLR_School_Lab Köln
Linder Höhe
51147 Köln

Leitung: Dr. Richard Bräucker
Telefon: 02203 601-3093
Telefax: 02203 601-13093
E-Mail: schoollab-koeln@dlr.de
Internet: www.DLR.de/dlrschoollab

Hinweise zum Experiment:

Jahrgangsstufe: 4 bis 13
Gruppengröße: 5 bis 6
Dauer: 50 Minuten
Inhaltlicher Bezug:
Physik