



Die ISS – wie bleibt sie da oben?

Sie ist groß wie ein Fußballfeld und schnell wie eine Pistolenkugel: Mit 28.000 Kilometern pro Stunde rast die Internationale Raumstation ISS in rund 400 Kilometer Höhe um die Erde.

Nachts könnt ihr sie bisweilen mit bloßem Auge erkennen: Hell wie ein Stern fliegt die größte Raumstation, die je gebaut wurde, in wenigen Minuten über uns hinweg.

Was muss man physikalisch alles beachten, damit so eine 450-Tonnen-Station auf ihrer Umlaufbahn bleibt – und nicht abstürzt? Wie stellt man sicher, dass die Astronauten an Bord trotz Weltraumtemperaturen von -160 bis $+120$ Grad Celsius überleben? Und wieso liegen Weltraumbahnhöfe eigentlich immer möglichst nah am Äquator?

Die ISS – wie bleibt sie da oben?

Mit Schwung ins All

Da ist zunächst die Sache mit dem Äquator. Ob Cape Canaveral in Florida, Baikonur in Kasachstan oder der europäische Weltraumbahnhof Kourou in Französisch-Guayana – sie alle liegen möglichst nah am Äquator. Warum ist das so?

Im DLR_School_Lab-Experiment geht ihr der Sache auf den Grund. Klar ist: Für viele Objekte, die man ins All schießt, ist eine stabile Umlaufbahn um die Erde nötig, was eine sehr hohe Geschwindigkeit erfordert. Um die zu erreichen, nutzt man die Erdrotation aus, deren Geschwindigkeit am Äquator am größten ist. Im Experiment könnt ihr das selber beweisen!

Alles, was ihr braucht, sind ein Globus, ein Elektro- und ein Permanentmagnet. Der erste ist die Startrampe, der andere die Rakete. Beide haften aneinander. Wenn ihr nun den Globus in schnelle Rotation versetzt und den Strom der „Startrampe“ schlagartig anschaltet – was passiert? Genau: Die Magnete stoßen sich ab, und die „Rakete“ fliegt los! Unterschiedlich weit, je nach Breitengrad, auf dem die Startrampe steht. Tja, und am weitesten ...?



Mit diesem Experiment könnt ihr die Wirkung der Erdrotation im Modell messen.

Dreht sich die Erde?

Woher wissen wir überhaupt, dass die Erde sich dreht? Fragen wir Leon Foucault: Der französische Physiker hängte 1851 in Paris öffentlich ein 67 Meter langes Pendel auf. Dann stieß er es an. Wie zu erwarten, schwang das Pendel langsam hin und her. Doch nicht nur das: Jeder konnte klar verfolgen, wie sich die Schwingungsebene dabei langsam nach rechts drehte, in zehn Minuten etwa um zwei Grad.

Zur Veranschaulichung pflügte das Pendel bei jeder Schwingung ein wenig von einem ringförmig angehäuften Sandwall ab. Die Erde dreht sich also, und zwar nach Osten – deshalb fliegen auch Raketen in diese Richtung. Auch die ISS umkreist die Erde auf einer östlichen Umlaufbahn.



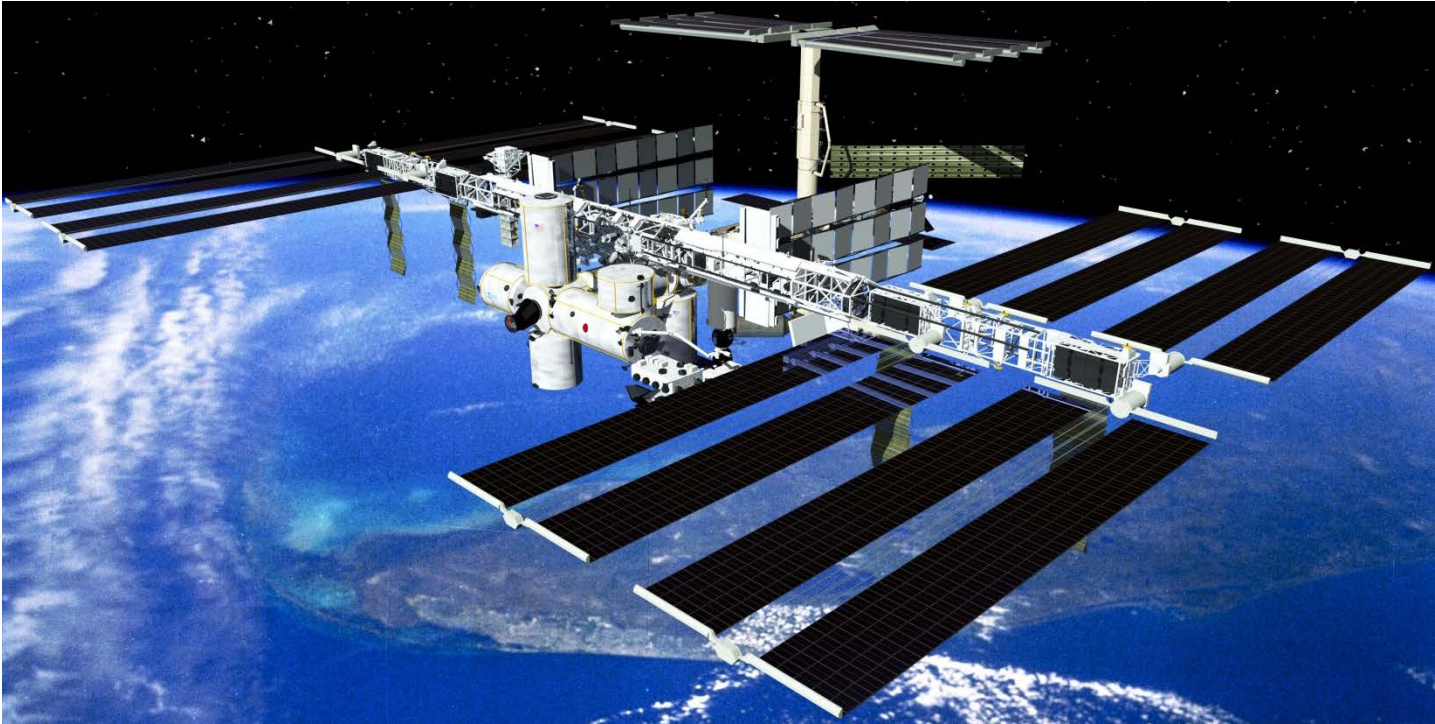
Der Beweis: Das Foucaultsche Pendel zeigt, dass die Erde sich dreht. Welchen Einfluss haben Pendellänge und -gewicht dabei?

Die Umlaufbahn der ISS

Warum stürzt die ISS eigentlich nicht ab? Tut sie ja – jeden Tag ein bisschen. Ihre Bahnhöhe sinkt kontinuierlich, während die Station die Erde umrundet. Schuld daran ist die Erdatmosphäre: Sie ist zwar dort oben extrem dünn, aber selbst dieser minimale „Luftwiderstand“ bremst die ISS ab. Pro Woche macht das immerhin einen Kilometer aus! Daher muss die Raumstation regelmäßig mit dem restlichen Treibstoff angehoben werden, den die Versorgungsfrachter nach dem Andocken noch an Bord haben.

Klar: Der Luftwiderstand ist nichts im Vergleich zur Erdanziehung. Die ISS umkreist die Erde auf einer Umlaufbahn in etwa 400 Kilometer Höhe. Um auf dieser Höhe eine stabile Bahn zu haben, muss die ISS eine Geschwindigkeit von knapp 28.000 km/h halten. So wirkt die Fliehkraft der Schwerkraft entgegen – beide halten sich die Waage.

Die ISS – wie bleibt sie da oben?



Außenposten der Menschheit im All: Die ISS ist die größte Raumstation, die je gebaut wurde.

Quelle: NASA



Die ISS im Experiment

Überprüft es im Experiment: Verbindet ein Luftkissenfahrzeug auf einem Tisch, in dessen Mitte ein Loch ist, über eine Umlenkrolle mit einem Gewicht. Ist das Fahrzeug (die ISS) in Ruhe, wird es zur Mitte gezogen – die ISS stürzt ab. Dreht es sich aber mit einer bestimmten Geschwindigkeit um das Zentrum, so schreibt es eine stabile Kreisbahn – voilà! Je weiter außen sich das Luftkissenfahrzeug bewegt, umso langsamer kann es sein, ohne

abzustürzen. Misst die Auswirkungen verschiedener Bahnradien auf die Geschwindigkeit!

PET auf der ISS?

Zusätzlich hat die ISS mit extremen Temperaturschwankungen zu kämpfen. Auf der Sonne zugewandten Seite heizt sich die Station bis zu 120 Grad Celsius auf, während auf der Schatten-seite gleichzeitig bis zu -160 Grad Celsius herrschen können. Wie kriegen die Ingenieure das Problem in den Griff?

Im DLR_School_Lab-Experiment bestrahlt ihr mit einer starken Lampe verschiedene Werkstoffe und Folien, misst deren Aufheizung und lernt das Reflexionsverhalten kennen.

Übrigens: Wenn ihr die nächste PET-Flasche im Supermarkt zerschreddert – fragt euch vielleicht einmal, warum ausgerechnet dieser Kunststoff als prima Wärme-Reflektor auf der ISS zum Einsatz kommt ...

Fragen zum Nachdenken

- Welche Faktoren sind, neben dem geografischen Aspekt, für einen Weltraumbahnhof noch wichtig?
- Warum kann man größere Körper in der Schwerelosigkeit, obwohl sie dort nichts „wiegen“, nicht mit der Hand bewegen?
- Weshalb beschreibt die kreisförmige Umlaufbahn der ISS um die Erde auf einer Weltkarte betrachtet eine Sinuskurve?
- Welche Bedeutung haben die Experimente in Schwerelosigkeit auf der ISS für uns auf der Erde?

Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 16 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 8000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.

DLR Göttingen

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) konzentriert seine Aktivitäten in den Schwerpunkten Luftfahrt und Verkehr an den Standorten Göttingen und Braunschweig. Das DLR Göttingen, 1907 als Modellversuchsanstalt der späteren Aerodynamischen Versuchsanstalt (AVA) gegründet, beschäftigt circa 460 Mitarbeiter/Fachleute in der grundlagen- wie anwendungsorientierten Luftfahrtforschung.

Hinweise zum Experiment:

Alter: 12 bis 18 Jahre

Gruppengröße: 5 bis 6

Dauer: 60 Minuten

Inhaltlicher Bezug: Raumfahrt
(Umlaufbahnen, Kräfte)



**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.**

DLR_School_Lab Göttingen
Bunsenstr. 10
37073 Göttingen
Leitung: Dr. Oliver Boguhn
Telefon: 0551 709-2409
Telefax: 0551 709-2439
E-Mail: schoollab-goettingen@dlr.de
www.dlr.de/schoollab/goettingen