

©ESA

## Lageregelung

**Damit Satelliten ihre Aufgaben erfüllen können, müssen sie ständig ihre Lage auf der Umlaufbahn anpassen. Welche Technik dabei genutzt wird und wie diese funktioniert, könnt ihr an unserem Satelliten im DLR\_School\_Lab verstehen und erleben.**

Hast du schon mal versucht, dich auf einem Drehstuhl zu drehen, ohne dich irgendwo mit Händen oder Füßen abzustößten? Ein ähnliches Problem haben Satelliten. Denn im Weltall kann man sich in der Regel nirgends abstoßen. Doch bevor ein Satellit kontrolliert seine Lage verändern kann, muss er erst mal seine Lage bestimmen können. Und auch das ist im Weltall gar nicht so leicht!

## Lageregelung



„Floating-Satellite“ im DLR\_School\_Lab

### Was ist Lageregelung?

Lageregelung lässt sich überall im alltäglichen Leben wiederfinden. Im Grunde genommen regelt unser Körper andauernd seine Lage. Möchten wir beispielsweise einen Schritt nach vorne machen, so nimmt das Gehirn über die Sinnesorgane Informationen über die Körperlage auf. Anschließend werden die Daten verarbeitet und Impulse an die entsprechenden Muskeln gesendet. Unsere Muskeln erzeugen dann die nötigen Bewegungen. Zum Glück macht unser Körper seine Lageregelung fast von selbst.

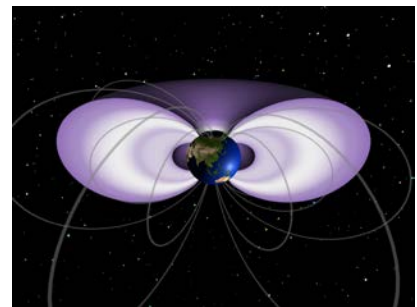
Statt Sinnesorganen hat der Satellit Sensoren, mit denen er seine Umgebung wahrnimmt. Eine ähnliche Technik steckt auch in modernen Smartphones: Mittels winziger Lagesensoren lässt sich erkennen, wie das Smartphone gehalten wird, und so kann zum Beispiel die Anzeige am Bildschirm entsprechend geändert werden. Oder bei einer Wandertour kann das Smartphone durch Magnetsensoren einfach als Kompass genutzt werden. Durch eine Kamera, lässt sich die Umgebung beobachten. Für einen Satelliten sind diese Sensoren zur Bestimmung seiner Lage besonders wichtig, da sie sich im Weltall in der Regel ständig ändert. Um sich zu bewegen, nutzt er statt Muskeln meist kleine Triebwerke oder kleine Motoren, die Aktuatoren genannt werden.

### Wo bin ich?

Um die Lage zu bestimmen, verwenden viele Satelliten eine Sternenkamera, mit der sie den Sternenhintergrund beobachten. So „weiß“ ein Satellit, in welche Richtung er aktuell blickt. Zudem kann auch das Magnetfeld gemessen werden, um die eigene Position zu bestimmen. Denn die Kräfte, die eine Kompassnadel auf der Erde ausrichten, wirken auch im Weltraum um die Erde herum. Aber genau diese Kräfte können den Satelliten auch stören.

### Warum behält der Satellit nicht automatisch seine Orientierung?

An den magnetischen Polen der Erde sind die Kräfte am größten. Somit wirken je nach Position des Satelliten unterschiedlich starke Kräfte auf ihn ein. Diese muss der Satellit von alleine ausgleichen können.



Erdmagnetfeld (Bild: NASA)

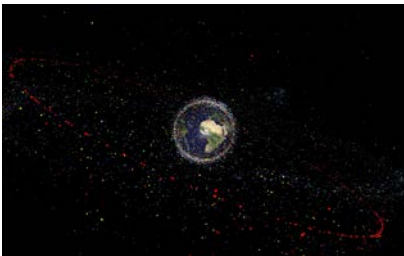
### Luftwiderstand

Zudem werden Satelliten in der Nähe der Erde ständig leicht abgebremst. Selbst in großen Höhen von 1.000 km über der Erdoberfläche existiert noch ein geringer „Luftwiderstand“, auch wenn man hier kaum noch von Luft sprechen kann. Dieser sorgt dafür, dass sich die Geschwindigkeit des Satelliten allmählich verringert. Das ist ein Problem, weil die Abbremsung dazu führen würde, dass der Satellit an Höhe verliert.

Bei der Internationalen Raumstation ISS, die etwa in 400 km Höhe die Erde umkreist, nimmt die Bahnhöhe um 50 m bis 150 m pro Tag ab. Würden keine Korrekturen der Lage und Bahn vorgenommen werden, würde die Station innerhalb von wenigen Monaten so tief absinken, dass sie aufgrund des zunehmenden Luftwiderstandes in der Atmosphäre zu großen Teilen verglühen würde.

## Weltraumschrott

Zudem muss verhindert werden, dass Satelliten untereinander oder mit Schrott im Weltraum zusammenstoßen. Auf den Umlaufbahnen um die Erde befinden sich nach aktuellen Schätzungen 29.000 Objekte, die größer als 10 cm sind wie z.B. ausgediente Satelliten, alte Raketenstufen oder auch kleine Trümmerteile von Kollisionen.



Verteilung des Weltraumschrotts (Bild: ESA)

Wie gefährlich dieser Weltraummüll sein kann, zeigte sich am 10. Februar 2009, als der ausgediente russische Satellit Cosmos 2251 und der aktive Kommunikationssatellit Iridium 33 zufällig zusammenstießen. Bei der Kollision entstanden ca. 1.400 neue Trümmerteile.

Um die Bahnhöhe zu korrigieren oder Trümmerteilen auszuweichen, muss der Satellit einen eigenen Antrieb haben. Die Internationale Raumstation nutzt dafür das ATV-Modul, welches in Bremen bei der Firma Astrium gebaut wird, oder die russischen Progress-Frachtschiffe.

## Wie kann sich ein Satellit ohne Antrieb bewegen?

Um Kosten zu sparen, möchte man Satelliten aber oft nicht mit einem eigenen Antrieb ausstatten. Dass der Satellit dadurch irgendwann zu tief absinkt und in der Atmosphäre verglüht, nimmt man in Kauf. Da auch die Technik im Weltall früher oder später „ihren Geist aufgibt“, hat das sogar den Vorteil, dass sich hierdurch der Weltraumschrott gleich selbst



Internationale Raumstation ISS (Bild: NASA)

entsorgt. Andererseits möchte man, dass der Satellit seine Lage stabil halten kann. Sonst würde er einfach nur um die Erde herum taumeln. Viele Satelliten müssen sich auch drehen können, damit zum Beispiel Kameras oder Antennen auf die Erde zeigen oder die Solarzellen zur Sonne ausgerichtet werden. Hierzu nutzen die Satelliten kleine Drehscheiben. Wie das genau funktioniert, lernt Ihr bei uns im Schülerlabor.

## Das Experiment

In unserem Experiment zeigen wir euch, wie unser Floating-Satellite seine Lage auch ohne menschliche Hilfe regelt. Mit einer ganzen Reihe von Sensoren kann er seine Umwelt wahrnehmen und sich orientieren. Mittels eines Motors, der ein Rad antreibt, kann er seine Richtung ändern, obwohl das Rad die Umgebung gar nicht berührt. Ihr fragt euch bestimmt, wie das funktionieren soll? Das Zauberwort heißt Drehimpulserhaltung. Dreht sich der Motor nach links, so dreht sich der ganze Satellit nach rechts. Also immer in entgegengesetzter Richtung. Wem das als Erklärung noch nicht ausreicht, der kann anhand von spannenden

Versuchen im DLR\_School\_Lab dieses physikalische Phänomen selbst erleben.

Genau wie ein richtiger Satellit im Weltall können wir über eine kabellose Datenübertragung mit dem Floating Satellite kommunizieren und ihn über einen Computer kontrollieren. Im automatischen Modus kann der Satellit mit seinen zahlreichen Sensoren und seinem eingebauten Computer schnell und exakt seine Lage ausrichten. Es gibt aber auch einen manuellen Betrieb, in dem Ihr die Position selbst einstellen müsst. Dabei werdet Ihr viele spannende Effekte der Lageregelung entdecken. Wie schwierig es ist ihn „per Hand“ in einer präzisen Lage zu halten, könnt Ihr dabei selbst testen.



Das Hubble-Space-Telescope (© NASA)

## Das DLR im Überblick

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

Das DLR hat 7.400 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Es unterhält 32 Institute, Test- sowie Betriebseinrichtungen und ist an 16 Standorten vertreten: Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim. Das DLR hat Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.

## DLR Bremen

Am DLR-Standort Bremen ist seit 2007 das Institut für Raumfahrtsysteme beheimatet. Das Institut analysiert und bewertet komplexe Systeme der Raumfahrt in technischer, wirtschaftlicher und gesellschaftspolitischer Hinsicht. Es entwickelt Konzepte für innovative Raumfahrtmissionen mit hoher Sichtbarkeit auf nationalem und internationalem Niveau. Raumfahrtgestützte Anwendungen für wissenschaftlichen, kommerziellen und sicherheitsrelevanten Bedarf werden entwickelt und in Projekten kooperativ mit Forschung und Industrie umgesetzt.



**Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.**  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

**DLR\_School\_Lab Bremen**  
Robert-Hooke-Straße 7  
28359 Bremen

Leitung Dr. Dirk Stiefs  
Telefon +49 (0) 421 – 24420 - 131  
Telefax +49 (0) 421 – 24420 - 120  
E-Mail Dirk.Stiefs@dlr.de

[www.DLR.de/dlrschoollab](http://www.DLR.de/dlrschoollab)