

Bildquelle: DLR

# DLR\_School\_Lab

Hochschule Zittau/Görlitz

## Vakuum

„Vacuus“ ist lateinisch und heißt so viel wie „leer“. Früher wurde angenommen, dass sich im Vakuum nichts befindet. Heute wissen wir, dass ein perfektes Vakuum unmöglich herzustellen ist. Ein perfektes Vakuum würde dann herrschen, wenn sich absolut kein einziges Molekül oder Atom mehr in einem Behälter befindet. Weil das nicht geht, spricht man bereits von einem Vakuum, wenn sich in einem Behälter „fast“ keine Moleküle mehr befinden.

Aber im Weltraum herrscht Vakuum, oder? Streng genommen stimmt auch das nicht ganz: Denn im Weltraum gibt es zwar keine Luft, aber zwischen den Planeten fliegen Gasmoleküle und Staub herum. Doch weil das so wenige sind, kann man sagen: Im Weltraum herrscht ein Vakuum. Und im Vakuum verhalten sich viele Sachen anders als auf der Erde.

Im DLR\_School\_Lab Hochschule Zittau/Görlitz können die Schülerinnen und Schüler herausfinden, welche überraschenden Dinge passieren, wenn sich Alltagsgegenstände im Vakuum befinden.

# Vakuum

## Bedeutung des Luftdrucks und Effekte im Vakuum



Vakuumversuchstand im DLR\_School\_Lab Hochschule Zittau/Görlitz.  
Bildquelle: HSZG

**Die Kraft des Luftdrucks:** Auf jedem Quadratmeter der Erdoberfläche lastet eine Luftsäule von etwas mehr als 10 Tonnen. Dieses gewaltige Gewicht lässt sich am besten im Versuch mit den Magdeburger Halbkugeln demonstrieren. Die beiden Halbkugeln werden in diesem Versuch scheinbar durch das Vakuum im Inneren der von ihnen gebildeten Kugel zusammengehalten. In Wirklichkeit kann ein Vakuum (die Abwesenheit von Luft) natürlich nichts zusammenhalten, sondern es ist das Gewicht der auf den Halbkugeln lastenden Luft, das ein Trennen der Halbkugeln unmöglich macht.

**Eingespernte Luftblasen:** In diesem Versuchsteil untersuchen die Schülerinnen und Schüler, wie sich ein gefüllter Luftballon, ein Marshmallow oder ein Schaumkuss im Vakuum verhält. Dieser Versuchsteil ist insofern von praktischer Relevanz, als auch unsere Lunge viele kleine Luftbläschen enthält, die sich im Vakuum ähnlich verhalten würden wie die Luftbläschen des Marshmallows. Auch dieser Versuchsteil zeigt wieder die Kraft der auf der Erdoberfläche lastenden

Luftsäule. Sie verhindert im Normalfall das Zerplatzen der Luftbläschen.

**Auftrieb in der Luft:** Der Auftrieb im Wasser verringert das effektive Gewicht eines eingetauchten Gegenstands um das Gewicht des von ihm verdrängten Wassers (Archimedisches Prinzip). Der Gegenstand wird also beim Eintauchen ins Wasser scheinbar leichter. Ein ähnliches Phänomen existiert auch in der Luft. Auch hier verringert sich das effektive Gewicht von Gegenständen um das Gewicht der von ihnen verdrängten Luft. Da allerdings die Dichte der meisten Gegenstände deutlich größer ist als die Dichte der Luft, ist dieser Effekt normalerweise nicht relevant.

Mithilfe einer **Auftriebswaage** kann man ihn im Vakuum-Experimentierstand aber sichtbar machen. Bei einer Auftriebswaage ist eine Styroporkugel gegen ein kleines Metallstück ausbalanciert. Stellt man diese Waage unter eine Vakuumglocke und entfernt die Luft, dann neigt sich das Ende mit der Styroporkugel nach unten. Da die Dichte der Styroporkugel unter Normaldruck vergleichbar mit der Dichte von Luft ist, verringert der entsprechende Auftrieb im Medium Luft unter Normaldruck spürbar das Gewicht der Kugel.

Entfernt man unter der Vakuumglocke die Luft, so fällt dieser Auftrieb weg und die Kugel neigt sich in der ausbalancierten Waage nach unten.

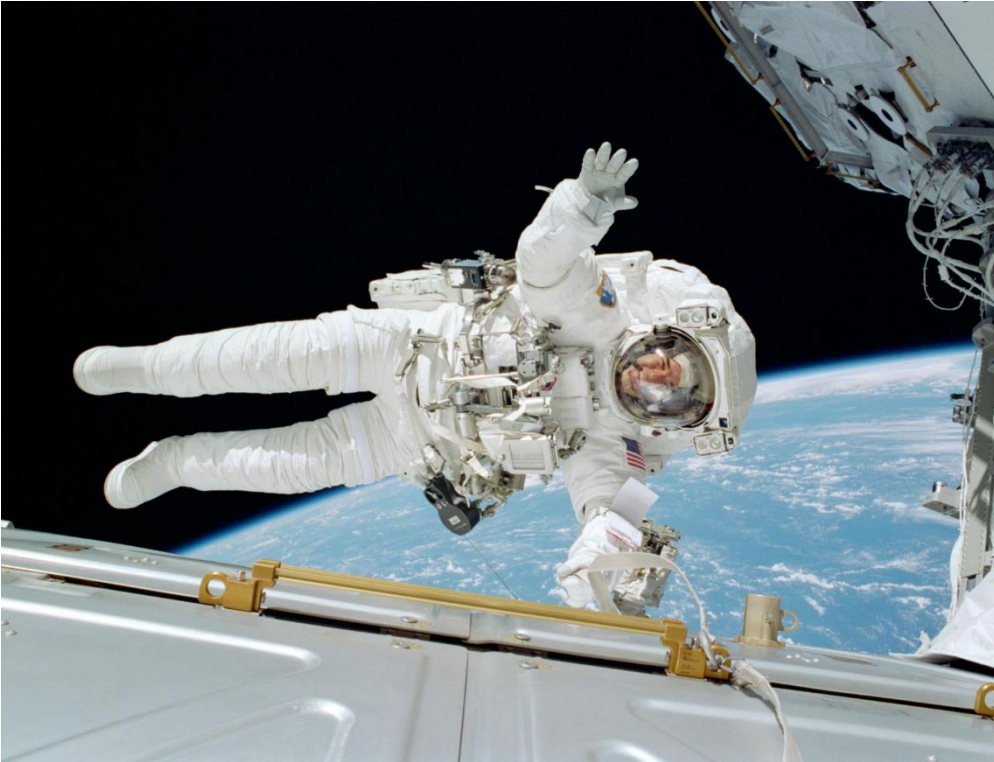
**Wasser im Vakuum:** An einem mit Wasser gefüllten Gefäß lassen sich im Vakuum zwei verschiedene Beobachtungen machen: Bei mäßigem Vakuum kommt es zunächst zu einer Entgasung des Wassers. Im Wasser gelöste Luft, d. h. in erster Linie Stickstoff und Sauerstoff, bilden kleine Gasbläschen und steigen im Gefäß nach oben.

Ein zweiter Effekt, den man vor allem bei etwas wärmeren Wasser beobachten kann, ist die Erniedrigung des Siedepunkts des Wassers. Wasser siedet unter Normaldruck (auf der Höhe des Meeresspiegels) bei 100 Grad Celsius. Steigt man in die Berge, sinkt der Luftdruck und Wasser siedet bereits bei tieferen Temperaturen. Dieser Effekt lässt sich unter einer Vakuumglocke wesentlich verstärken, sodass das Wasser bereits bei Raumtemperatur zu sieden beginnt. Durch Verwendung von Wassergefäßen mit unterschiedlichen Temperaturen lässt sich weiterhin zeigen, dass Wasser mit geringerer Temperatur geringere Druckwerte zum Sieden benötigt als Wasser mit



Auftriebswaage im DLR\_School\_Lab Hochschule Zittau/Görlitz.  
Bildquelle: HSZG

# Vakuum



Astronaut im Weltraum. Bildquelle: NASA

höherer Temperatur. Dieser Effekt gilt für alle Flüssigkeiten, nicht nur für Wasser; man nutzt ihn beispielsweise bei der Vakuumdestillation.

**Schall im Vakuum:** Geräusche werden als Schwingungen der Luft übertragen. Fehlt die Luft, können folglich auch keine Geräusche übertragen werden. So kann zum Beispiel ein Wecksignal unter einer Vakuumglocke nicht mehr gehört werden.

**Freier Fall im Vakuum:** Schon Galileo Galilei hat festgestellt, dass im Prinzip alle Dinge gleich schnell fallen – selbst eine Bleikugel und eine Feder. Bei uns auf der Erde wird dieses Prinzip allerdings vom Luftwiderstand verdeckt, der die Feder wesentlich stärker abbremst als die Bleikugel. Im Vakuum (hier in einer Vakuumröhre) hingegen existiert kein Luftwiderstand und Feder und Bleikugel fallen tatsächlich gleich schnell.

## Technische und wissenschaftliche Anwendungen des Vakuums

Das Vakuum liefert aber nicht nur Stoff für erstaunliche Beobachtungen. Es gibt auch viele technische Anwendungen dieses „Zustands der Leere“. Einige auch heute noch wichtige Anwendungen beruhen darauf, dass Strahlen geladener Teilchen (Elektronen, Protonen, weitere Ionen) speziell im Vakuum stabil sind. Die Untersuchung elektrischer Phänomene im Vakuum legte im 19. Jahrhundert den Grundstein für viele technische Entwicklungen, (Fernsehröhre, Neonröhre, Massenspektrometer) und physikalische Entdeckungen. Bei Anwendungen im täglichen Leben sind vor allem die Thermoskanne und der Staubsauger zu nennen:

Thermoskannen nutzen dabei die Eigenschaft, dass das Vakuum nicht nur keinen Schall, sondern auch keine Wärme transportiert. Eine luftleere Schicht in der Wand der Kanne hält den Inhalt deswegen sehr gut kalt oder warm. Auch für die Konservierung von Lebensmitteln eignet sich Vakuum und wird zu diesem Zweck schon lange genutzt (zum Beispiel beim Einkochen). Viele Verderbprozesse, biologischer wie chemischer Natur, sind auf die Anwesenheit von Sauerstoff angewiesen. Fehlt Sauerstoff, können diese Prozesse nicht richtig ablaufen und das Lebensmittel bleibt länger haltbar, das Aroma länger frisch.

## Das Vakuum im Weltraum

An vielen Einsatzorten im Weltraum herrscht ein extrem geringer Luftdruck. Menschen, Tiere oder auch Pflanzen können dort aus zwei Gründen nicht überleben: 1.) Durch die Abwesenheit von Gasen wie Sauerstoff oder Kohlendioxid ist ein Gasaustausch im Rahmen von Photosynthese oder Atmung unmöglich. 2.) Der sehr geringe äußere Druck führt zum Platzen gas- oder teilweise auch flüssigkeitsgefüllter Kompartimente sowie zum Sieden von Körperflüssigkeiten. Beide Punkte machen ein Überleben ungeschützter höherer Organismen im Vakuum unmöglich. Allein einfache Organismen, wie zum Beispiel Moose oder Bärtierchen können diese Bedingungen eine Zeit lang überstehen.

## 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 30 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Aachen, Aachen-Merzbrück, Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Bremerhaven, Cochstedt, Cottbus, Dresden, Geesthacht, Göttingen, Hamburg, Hannover, Jena, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Oldenburg, Rheinbach, Stade, St. Augustin, Stuttgart, Trauen, Ulm, Weilheim und Zittau beschäftigt das DLR circa 11 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält darüber hinaus Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.

## DLR Zittau

Am DLR-Standort Zittau erweitert das DLR mit dem neuen Institut für CO<sub>2</sub>-arme Industrieprozesse seine Kompetenzen in der Energieforschung. Ziel ist, durch Dekarbonisierung energieintensiver Industriebereiche und die nachhaltige Stromerzeugung und –speicherung, die CO<sub>2</sub>- und Schadstoffemissionen von Industrie und Kraftwerken deutlich zu reduzieren.

## Hochschule Zittau/Görlitz

Seit 1992 gibt es die Hochschule Zittau/Görlitz in der Dreiländerregion Deutschland – Polen – Tschechien. Wie kaum eine andere Hochschule steht sie für Aufbruch und Wandel. Durch ihre Lage ist die HSZG Brücke zwischen Mittel- und Osteuropa. Das Thema Energie trägt sie seit der Gründung in ihren Genen. Und die Transformation von Wirtschaft, Arbeit und Gesellschaft ist in Deutschland kaum besser zu erforschen als in der Oberlausitz.

Im Herzen Europas forschen Studierende an Lösungen für die Zukunft. Sie finden perfekte Bedingungen: Erstklassige Betreuungsquote, kein Gedränge im Hörsaal, moderne Labore und technische Ausstattungen, spannende Forschungsprojekte und Praktika, internationaler Austausch, kurze Wege, bezahlbare Mieten und eine liebenswerte Region. Hier können sich Studierende wohlfühlen und verwirklichen. Sie forschen an hochaktuellen Themen und verbessern gut gerüstet unsere Welt.

Damit die Hochschule fit für die Zukunft bleibt, entwickelt sie sich stetig weiter. Green Engineering, Gesundheitscampus und der Fort- und Weiterbildungscampus sind nur drei Schlagworte im umfangreichen University-for-Future-Prozess. An der Gestaltung der „Hochschule der Zukunft“ beteiligen sich die Studierenden und Lehrenden ebenso wie unsere rund 500 Beschäftigten.



**Hochschule  
Zittau/Görlitz**  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



**DLR** **Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt**

### Hinweise zum Experiment:

**Alter: 10 bis 18 Jahre**  
**Gruppengröße: 5 bis 6**  
**Dauer: 60 Minuten**  
**Inhaltlicher Bezug: Weltraum**

DLR\_School\_Lab Hochschule Zittau/Görlitz  
Äußere Oybiner Straße 14/16  
02763 Zittau

Leitung: Thomas Fester  
Telefon: 03583 612-4788  
dlr-school-lab@hszg.de

DLR.de/dlrschoollab