

# Warum hängen Planeten nicht an der Leine?

## Was Kinder über die Schwerkraft bereits in der Grundschule lernen können

**Thomas Quick** Es gehört zu unseren Gewissheiten, dass Gegenstände zu Boden fallen können. Egal, ob es ein Buch, etwas Kleingeld oder eine Tasse ist: Wenn wir sie nicht festhalten, fallen sie nach unten. Das Wirken der Schwerkraft (Gravitation) haben wir mehrfach im Alltag erfahren, es ist uns vertraut, an der Schwerkraft scheint nichts Geheimnisvolles zu sein. Es erstaunt uns eher, wenn die Schwerkraft überwunden wird, wie z. B. beim Fliegen. Andererseits ist die Schwerkraft die fundamentale Kraft, die die Galaxien zusammenhält, die Planeten an die Sonne bindet und den Mond an die Erde, die dafür sorgt, dass wir auf der Erde stehen und dass ein Apfel zu Boden fällt.

Dieser Exkurs enthält Anregungen, wie mit Kindern bereits in der Grundschule ein erstes Verständnis der Schwerkraft und ihrer Wirkungen angebahnt werden kann.

### Zur Sache

Drei einfache Aussagen fassen das Gesetz der Schwerkraft zusammen:

- ▶ Jede Masse zieht jede andere Masse durch die Schwerkraft an.
- ▶ Die Stärke der Kraft hängt von der Größe der beiden Massen ab. Verdoppelt man eine Masse, verdoppelt sich auch die Schwerkraft.
- ▶ Die Stärke der Kraft hängt auch vom Abstand zwischen den beiden Massen ab. Sie wird umso kleiner, je größer der Abstand wird. Verdoppelt man z. B. den Abstand, wird die Kraft um das Vierfache schwächer.

Himmelskörper	Faktor	Himmelskörper	Faktor
Merkur	2,6-mal kleiner	Pluto	17-mal kleiner
Venus	1,1-mal kleiner	Eris	13-mal kleiner
Mars	2,6-mal kleiner	Erdenmond	6-mal kleiner
Jupiter	2,5-mal größer	Sonne	27,8-mal größer
Saturn	genauso groß	Jupitermond Kallisto	8-mal kleiner
Uranus	1,1-mal kleiner	Asteroid Juno	500-mal kleiner
Neptun	1,1-mal größer	Halley'scher Komet	etwa 33000-mal kleiner

**Tabelle: Faktor, um den die Schwerkraft auf einem Himmelskörper größer bzw. kleiner als auf der Erde ist**

Wir selbst und die Gegenstände, die uns im Alltag umgeben, besitzen so kleine Massen, dass wir die Anziehungskräfte zwischen ihnen nicht bemerken.

### Einstiegsmöglichkeit

Die Lehrkraft holt aus ihrer Tasche ein Steinchen oder ein ausgeblasenes Ei. Es entgleitet und fällt zu Boden, das Ei zerbricht. Auf dem Lehrertisch liegen zwei bis drei Gegenstände, darunter auch Zerbrechliches, z. B. ein alter Teller (kein Glas verwenden!). Wieder geschieht das gleiche Missgeschick. „Was ist denn bloß wieder mit dieser Schwerkraft los?! Dauernd fallen die Sachen herunter!“

Manche Kinder sind verwundert, andere amüsiert über diese Inszenierung. Gleichzeitig setzt ein Nachdenken ein. Etwas Alltägliches rückt als Problem in den Fokus: *Warum fallen Dinge eigentlich herunter?*

### Versuche und Erkundungen zur Schwerkraft

Indem die Kinder die Abhängigkeit zwischen Fallhöhe und Falldauer für unterschiedliche Gegenstände untersuchen, können sie die Wirkung der Schwerkraft erkunden. Zu Hause, im Klassenraum oder auf dem Schulhof finden sich viele Dinge, die sich dafür eignen. Die Kinder können die Masse ihrer Objekte bestimmen, indem sie sie mit einer Balkenwaage wiegen<sup>1</sup> und die Fallzeiten für verschiedene Höhen mit der Stoppuhr messen und vergleichen (s. **Arbeitsblatt auf der CD-ROM im Materialpaket**).

Der Einfluss des Luftwiderstandes zeigt sich, wenn die Kinder z. B. die Fallzeit unterschiedlich geformter Papierfiguren einander gegenüberstellen (s. **Arbeitsblatt auf der CD-ROM**). Im wahrsten Sinne spürbar wird die Stärke der Anziehungs- bzw. Schwerkraft der Erde, wenn man die Dinge am Fallen *hindert* oder wenn die Dinge am Boden *aufschlagen*. Der Stein in der einen und das Blatt/die Feder in der anderen Hand machen fühlbar, worauf es hier ankommt: *die Masse*. Eine Vielzahl experimenteller Anknüpfungsmöglichkeiten bietet sich an, z. B. weitere Fallversuche mit unterschiedlich großen Murmeln und Bällen.

Das gemeinsame Nachdenken im Gespräch kann die Kinder zu einer ersten Regel führen: *Je größer die Masse eines Gegenstandes, desto stärker wird er von der Erde angezogen.*

Zu beachten ist, dass die Thematisierung der Masse von *Personen*, also auch dicken Kindern, in diesem Kontext sehr sensibel ist.

- Die Diskussion kann auch die Fragen einschließen,
  - ▶ was es bedeuten würde, wenn es die Schwerkraft nicht gäbe, und
  - ▶ wo sie uns im Alltag hilft.

### Wie der Apfel, so der Mond: Newtons Geistesblitz

Fallen die Dinge in Australien eigentlich auch herunter? Oder in China? Oder in Wuppertal? Im Gespräch kann die Lehrkraft Erfahrungen der Kinder sammeln: *Wo wart ihr schon einmal und wie ist es dort mit der Schwerkraft?* Einige haben im Urlaub bestimmt auch schon entfernte Orte besucht und können von dort berichten. Gemeinsam können die Orte auf einem Globus gesucht und die Stellen z. B. mit farbigen Klebepunkten markiert werden. Dadurch ist die Kugelform der Erde präsent und es entsteht nach und nach die Frage, *wohin die Schwerkraft eigentlich wirken muss.* Im Gespräch gelangt man dazu, dass alle Gegenstände zur *Erdmitte* hingezogen werden. Somit behält jeder Mensch auf der Erde recht, wenn er feststellt, dass die Schwerkraft nach unten wirkt.

#### Das Gesetz der Schwerkraft

Der Gedanke kam *Isaac Newton*, so erzählt die Legende, als ein gewöhnlicher Apfel auf seinen Kopf fiel (s. auch Grundschule Sachunterricht, H. 46/2010, zum Thema „Forscherinnen und Forscher“). Plötzlich erkannte er, dass die Schwerkraft, die den Apfel zum Fallen bringt, dieselbe Kraft ist, die den Mond auf seiner Umlaufbahn um die Erde hält. Ausgehend von der Anekdote um den berühmten englischen Naturforscher Newton kann das Gesetz der Schwerkraft, bezogen auf den Planeten Erde, formuliert werden: *Alles, was es auf der Erde gibt, wird von der Schwerkraft der Erde angezogen: jeder Stein, jedes Blatt, sogar die Luft und selbst der Mond.* In diesem Zusammenhang lässt sich auch der Begriff *Naturgesetz* ansprechen.

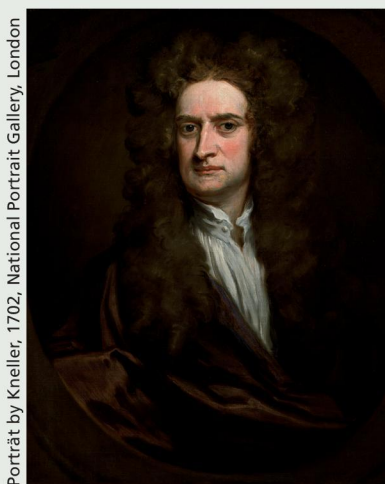
#### Und wie ist es auf dem Mond?

Die Schwerkraft auf dem Mond beträgt etwa  $\frac{1}{6}$  der Schwerkraft auf der Erde; entsprechend würden uns die Dinge dort etwa  $\frac{1}{6}$  leichter erscheinen.

Videomaterial zu bemannten Mondmissionen (s. [www.nasa.gov/multimedia/videogallery/index.html](http://www.nasa.gov/multimedia/videogallery/index.html)) veranschaulichen, wie sich die Bedingungen der Schwerkraft im Vergleich zur Erde verändern: Astronauten bewegen sich scheinbar in Zeitlupe und die Gegenstände fallen merklich langsamer herab. Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Erde und Mond können zusammengetragen werden. Die entscheidenden Einflussfaktoren für die Schwerkraft sind dabei *Masse* und *Größe*, d. h. der *Radius des Mondes*.

#### Wirkt auf den Planeten eigentlich auch eine Schwerkraft?

Wo ist sie am größten, wo am kleinsten? Wie groß ist sie auf der Sonne oder auf einem Asteroiden (s. **Tabelle**)? Durch den Vergleich der Anziehungskräfte wird an vergangene Inhalte angeknüpft und das Thema in einen größeren Kontext eingebettet: *Auf allen Himmelskörpern wirkt eine, wenn auch unterschiedlich große Schwerkraft.*



Portrait by Kneller, 1702, National Portrait Gallery, London

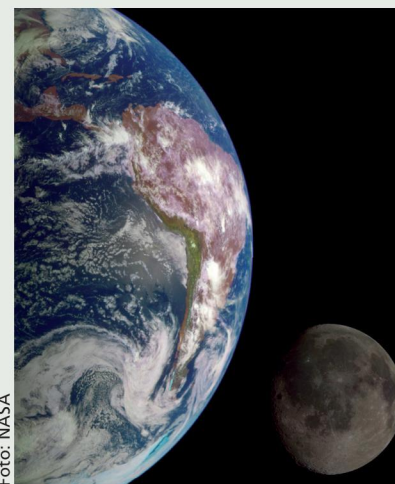


Foto: NASA

#### Der Mond bewegt sich!

Wenn die Erde den Mond anzieht, muss er dann nicht auf sie herunterfallen? Ein *Gedankenexperiment* kann Aufklärung bringen: Ein mit Schwung von einem hohen Turm geworfener Apfel landet zu Füßen der Turmmauern. Auch zwei weitere Versuche mit einer größeren Abwurfgeschwindigkeit scheitern: Der Apfel fällt zu Boden, denn die Schwerkraft der Erde zieht ihn ja an. Ist die Abwurfgeschwindigkeit aber groß genug, so fällt der Apfel *um die Erde herum* (s. [www.youtube.com/watch?v=2QCY6o-rgF4](http://www.youtube.com/watch?v=2QCY6o-rgF4)). Genauso „fällt“ auch der Mond um die Erde, denn auch der Mond bewegt sich und hat eine Geschwindigkeit.

Ein *Analogieexperiment* könnte so aussehen: Ein an einem Band befestigter Apfel wird kreisend um den Kopf geschwungen. Was hält den Apfel auf seiner Umlaufbahn? Das Band, denn es zieht die ganze Zeit am Apfel und hält ihn mit einer Kraft auf der Kreisbahn fest. Der Mond braucht keine Leine, denn die Erde zieht mit der Schwerkraft am Mond.

Zusammen mit den oben angestellten Überlegungen gelingt der Übergang von Mond und Erde zu Planet(en) und Sonne.

**Abb. 1 und 2:**  
Newton fand heraus, dass die Schwerkraft, die einen Apfel zum Fallen bringt, dieselbe Kraft ist, die den Mond auf seiner Umlaufbahn hält

#### Zur Weiterführung

Viele weiterführende Fragen bieten sich an, z. B.

- ▶ Was ist Schwerelosigkeit und ist man da wirklich seine Schwere los?
- ▶ Wie lebt man auf einer Raumstation?
- ▶ Wie kommt ein Satellit ins All und die Rakete zum Mond?
- ▶ Wie kann man die Schwerkraft überwinden (fliegen)?  
*Anm. d. Red.:* Zum „Fliegen“ ist für das kommende Jahr eine Ausgabe von „Grundschule Sachunterricht“ geplant. ■

#### Anmerkung

<sup>1</sup>Zum Wiegen wird der zu wiegende Gegenstand in eine der beiden Schalen der Balkenwaage gelegt. Nun wird in die andere Schale die ungefähre Masse mit Massestückchen (umgangssprachlich „Gewichte“ oder „Gewichtsstücke“) gelegt.