

# Fallende Feder

## Mehr Details

### Alltag und Formel – im Widerspruch?

Im Alltag ist völlig klar: ein Blatt schwebt langsamer zu Boden als ein Fußball, der aus gleicher Höhe herunterfällt. Die Physik beschreibt dagegen den „freien Fall“ mit einer einzigen Formel – für alles, was fällt:

$$t = \sqrt{2h/g}$$

Diese Formel sagt: Ich muss nur die Höhe  $h$  kennen, aus der ein Objekt herunterfällt, und schon weiß ich, nach wie vielen Sekunden  $t$  es unten aufschlägt – die Erdbeschleunigung  $g$  hat immer den gleichen Wert. In der Formel steht nichts über das Gewicht oder die Form des Objekts – das Objekt taucht darin überhaupt nicht auf. Alles fällt also gleich schnell?

Unser Experiment zeigt, wo der Haken ist: Im luftleeren Raum spielt das Objekt beim freien Fall keine Rolle, alles fällt gleich schnell. Im luftgefüllten Raum wird die Wirkung der Luft deutlich: sie bremst fallende Objekte. Mit ihrer größeren Fläche wird die Feder stärker als der Würfel gebremst. Weil Luft so normal für uns ist, vergessen wir oft, dass sie da ist und beträchtliche Auswirkungen hat.

Physikalische Gesetze sollen grundsätzliche Zusammenhänge darstellen und werden daher oft für ideale Voraussetzungen formuliert, z.B. ohne den Einfluss der Luft. Möchte man z.B. im Alltag den Fall von Objekten berechnen, ergänzt man die Formel passend zu den jeweiligen Objekten, um den Luftwiderstand zu berücksichtigen.

## **Luftwiderstand und Fallschirm**

Fallschirmspringer brauchen die Luft nicht nur zum Atmen. Warum? Nehmen wir an, ein Fallschirmspringer steigt bei 3000 Meter Höhe aus dem Flugzeug und möchte 2000 Meter frei fallen, bevor er den Fallschirm öffnet. Dann hätte er in der Höhe ohne Luftwiderstand eine Geschwindigkeit von über 720 km/h. Schlimmer noch: Ohne Luftwiderstand würde er auch mit geöffnetem Fallschirm wie ein Stein vom Himmel fallen. Tatsächlich werden Fallschirmspringer wegen des Luftwiderstands selbst ohne Fallschirm nicht schneller als etwa 200 km/h. Mit geöffnetem Fallschirm sind es nur noch etwa 20 km/h.

## **Wer hat das entdeckt?**

Aristoteles (384-322 v. Chr.) ging davon aus, dass schwerere Objekte aufgrund ihres größeren Gewichts schneller fallen als leichtere Objekte. Galileo Galilei widerlegte dies 1590 mit einem Gedankenexperiment, das einen Widerspruch in Aristoteles' Überlegung zeigt: Hängen ein schweres und ein leichtes Objekt aneinander, müssten nach Aristoteles beide Objekte einerseits zusammen schneller fallen als das schwere Objekt alleine, da die Masse beider Objekte zusammen größer ist als die des schweren Objekts. Andererseits müsste das leichte Objekt das Fallen des schweren Objekts abbremsen, da das leichte Objekt nach Aristoteles langsamer fallen müsste. Also müssten so beide Objekte zusammen langsamer fallen als das schwere Objekt.

Galileo Galilei konnte zu diesem Gedankenexperiment keine Experimente im freien Fall durchführen. Denn um die schnellen Fallzeiten zu messen und zu vergleichen, braucht man genaue Uhren, und die gab es damals noch nicht. Von Vakuumpumpen wie in unserem Experiment gar nicht zu reden! Stattdessen erforschte Galilei Fallvorgänge, indem er Kugeln eine schiefe Ebene herunterrollen ließ, wodurch der Fall verlangsamt wurde. Dabei erkannte er unter anderem, dass sich die Fallgeschwindigkeit mit der Zeit erhöht.