

Vom freien Fall bis zum Wingsuitgleiten – die Physik des Fliegens

Mag. Dominik Ertl, Wien

Egal ob Frühstücksei, Schultasche oder Handy – jeder Körper fällt auf den Boden, wenn man ihn loslässt. Nichts auf der Welt kann man einfacher ausprobieren als das.

Aber warum ist das eigentlich so? Und fallen alle Gegenstände gleich schnell zu Boden? Oder fallen einige langsamer und andere schneller? Und wenn ja, woran liegt das?



© Ertl

Der Autor mit einem Wingsuit der Marke Birdman

Mit zwei Videos
zum Wingsuitgleiten!

Der Beitrag im Überblick

Klasse: 9/10

Dauer: circa 6 Stunden

Ihr Plus:

- ✓ Kontextorientierter Unterricht
- ✓ Vorlage zum Ausschneiden
- ✓ Reale Daten eines Fallschirmsprungs

Inhalt:

- Aristotelische Schwere
- Galilei'sches Fallgesetz
- Freifall unter realen Bedingungen
- Luftwiderstandskraft, c_w -Wert
- Körperhaltung beim Fallschirmsprung
- Wingsuitgleiten

M 2 Ein Zweifler – das Gedankenexperiment von Benedetti

Um 1550 stellte der italienische Gelehrte Giovanni Battista Benedetti (1530–1590) eine kühne Überlegung an.

Zwei gleich schwere Kugeln fallen laut Aristoteles auch gleich schnell zu Boden.

Was aber passiert, wenn man die beiden Kugeln durch eine feste, aber masselose Stange verbindet?

Nach Aristoteles müssten sie nun doppelt so schnell zu Boden fallen, da sie ja nun auch die doppelte Schwere haben.

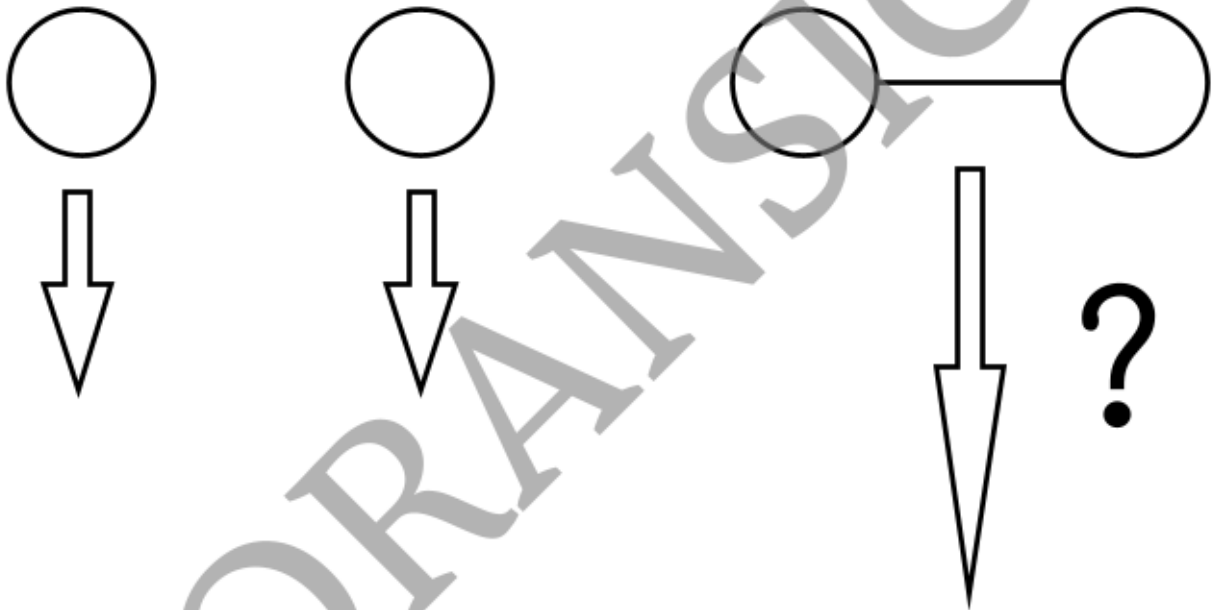
Aber würde das wirklich so passieren?



Giovanni Battista Benedetti (1530–1590) wurde in Venedig geboren, wo die Wissenschaften blühten

© Pixelto, Daniel Stricker

Gedankenexperiment



Aufgabe

Überlege dir:

Wie würden sich wohl zwei miteinander durch eine feste, aber masselose Stange verbundene Kugeln verhalten, wenn man sie fallen lässt?

Würden sie schneller fallen als die beiden einzelnen Kugeln?



Zur Selbstkontrolle

Benedetti kam zu der Überzeugung, dass es keinen Grund gibt anzunehmen, die beiden Kugeln würden nun schneller zu Boden fallen als die einzelnen Kugeln. Da er aber keine masselose Stange zur Verfügung hatte (wir heutzutage leider auch nicht), blieb es vorläufig bei diesem Gedankenexperiment.

M 5 Experimente auf der Erde – das Fallgesetz von Galileo Galilei

Das genaue Fallgesetz konnte Galilei dann bestimmen zu:

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$s \hat{=}$ Fallweg; $t \hat{=}$ Fallzeit; $a \hat{=}$ Beschleunigung

Auf der Erde ist die Beschleunigung im freien Fall die **Erdbeschleunigung g** . Diese ist vom Abstand zum Erdmittelpunkt abhängig und am Äquator daher etwas kleiner als an den Polen. In Flugzeugen ist sie demnach auch etwas geringer als am Erdboden.

Allgemein gibt man für erdnahe Bewegungen den Mittelwert an:

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Aufgaben

1. Berechne mit dem Galilei'schen Fallgesetz, wie lange der freie Fall dauern würde, wenn ein Fallschirmspringer in 4000 m Höhe aus dem Flugzeug springt und auf 1000 m Höhe seinen Fallschirm zieht. Schreibe deinen Rechenweg in dein Heft.

Tipp

Zur Kontrolle hier die Lösung: $t = 24,7$ s. Du brauchst sie für Aufgabe 2.

2. Wie groß ist die Geschwindigkeit, die der Fallschirmspringer erreicht, bevor er seinen Schirm öffnet?

Überlege, ob dieser Werte realistisch ist.

Was glaubst du?

Diskutiere mit deinen Mitschülern.

3. Der längste Fallschirmsprung, der bis dato stattgefunden hat, wurde von Joe Kittinger 1960 im Rahmen eines NASA-Projektes durchgeführt (und überlebt). Seine Freifallzeit betrug 4 Minuten 38 Sekunden.

a) Berechne mithilfe des Galilei'schen Fallgesetzes, aus welcher Höhe Kittinger gesprungen sein müsste, wenn man die Luftwiderstandskraft vernachlässigt. Nimm an, dass die Erdbeschleunigung über den gesamten Fallweg konstant bleibt.

b) Seinen Fallschirm öffnete Kittinger in einer Höhe von 5500 m. Mit welcher Geschwindigkeit hätte er sich bewegt, als er den Fallschirm öffnete, wenn sein Sprung im Vakuum stattgefunden hätte?

c) Sind das realistische Werte?

Internetrecherche

Recherchiere im Internet zum Thema *Fallschirmspringen*.

- Trage geschichtliche Aspekte zusammen (erste Entwürfe, Sprünge, Rekorde...).
- Informiere dich über die physikalische Grundlagen (Rundkappen, Flächenschirme, aerodynamischer Auftrieb, Sicherheitsrelevantes).



Fallender Ball

© Wikimedia Commons

I/B

M 8 Nervenkitzel und Körperbeherrschung – vom Fallen zum Fliegen

I/B



© Matt Hoover, Wikipedia, CC

Zwei Wingsuitpiloten bei einem Küstenflug



© Okapia KG

Das Flughörnchen diente als Vorbild für die Entwicklung des Wingsuits

Rechts: Der Autor mit einem Wingsuit der Marke Birdman



© Ertl