

A.4.22

Mechanik – Würfe

Vertikaler Wurf mit Reibung

Gerhard Deyke



© RAABE 2025

© U3167879 / Wikimedia Commons /
Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International

Was hoch fliegt, kommt auch wieder runter – eine der einfachsten Anwendungen der Physik. Doch gerade im irdischen Bereich kommt auch der Faktor der Reibung mit der Atmosphäre ins Spiel.

In diesem Material untersuchen die Schülerinnen und Schüler, wie sich Weg, Geschwindigkeit und Zeit eines kleinen Körpers verhalten, der senkrecht nach oben geworfen wird, und vergleichen, welche Unterschiede sich durch die Berücksichtigung der Luftreibung ergeben.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	11/12/13
Dauer:	1–2 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz, Bewertungskompetenz
Methoden:	Bewegungsanalyse, Diskussion, Freiarbeit
Inhalt:	Geschwindigkeit, Beschleunigung, Cavitation, Differenzialgleichung, Ableitung

Fachliche Hinweise

Die Schülerinnen und Schüler sind mit der Differenzialrechnung sowie mit den Grundlagen des freien Falls und dem Zusammenhang zwischen Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung vertraut. Ferner ist ihnen bekannt, dass die Richtigkeit der Lösung einer einfachen Differenzialgleichung mithilfe einer Ableitung bewiesen werden kann.

Auf einen Blick

Vertikaler Wurf mit Reibung

M 1 Theorien und Aufgaben

Benötigt Taschenrechner

Theorie und Aufgaben

Unter einem „Vertikalen Wurf nach oben“ wird die Bewegung eines lotrecht nach oben geworfenen (oder geschossenen) Körpers im erdnahen Gravitationsfeld verstanden. Ohne Berücksichtigung von Reibungseffekten wird diese Bewegung in jedem Oberstufen-Physikbuch der Mechanik abgehandelt. Die maximale Steighöhe H beträgt:

$$H = \frac{v_0^2}{2 \cdot g} \quad (\text{a})$$

wobei v_0 die Abwurfgeschwindigkeit des Wurfobjektes und g die Fallbeschleunigung ist. Die Steigzeit ergibt sich als:

$$t_{\text{Steig}} = \frac{v_0}{g} \quad (\text{b})$$

Die Zeit für das Fallen des Körpers vom Erreichen seiner maximalen Steighöhe bis zur Rückkehr auf das Abwurfniveau, also seine Fallzeit t_{Fall} , ist ebenso groß wie seine Steigzeit:

$$t_{\text{Steig}} = t_{\text{Fall}} \quad (\text{c})$$

Der reibungsfreie Wurf ist jedoch eine Idealisierung, welche im Normalfall nicht vorkommt. Die nachfolgenden Aufgaben untersuchen die Bewegung des vertikalen Wurfes bei **Anwesenheit** von Reibung.

Wir beginnen mit einem **mathematischen Exkurs**. Bei der Behandlung des Wurfes mit Luftreibung tritt eine Differenzialgleichung (1) von folgendem Typ auf:

$$y'' = a \cdot y' + b, \quad a, b \in \mathbb{R} \text{ mit } a \neq 0 \quad (1)$$

Dabei steht $y = f(x)$ und $y' = f'(x)$ für $f''(x)$.

Eine Lösung von (1) ist

$$f(x) = r \cdot e^{-\frac{a}{b}x} - \frac{b}{a}x + u \quad (2)$$

Aufgabe

1. Weisen Sie diese Behauptung nach.

Anmerkung: Die Eindeutigkeit dieser Lösung, bis auf die frei wählbaren Parameter r und u , wird in der Mathematik begründet.

Mehr Materialien für Ihren Unterricht mit RAAbits Online

Unterricht abwechslungsreicher, aktueller sowie nach Lehrplan gestalten – und dabei Zeit sparen.
Fertig ausgearbeitet für über 20 verschiedene Fächer, von der Grundschule bis zum Abitur: Mit RAAbits Online stehen redaktionell geprüfte, hochwertige Materialien zur Verfügung, die sofort einsetz- und editierbar sind.

- ✓ Zugriff auf bis zu **400 Unterrichtseinheiten** pro Fach
- ✓ Didaktisch-methodisch und **fachlich geprüfte Unterrichtseinheiten**
- ✓ Materialien als **PDF oder Word** herunterladen und individuell anpassen
- ✓ Interaktive und multimediale Lerneinheiten
- ✓ Fortlaufend **neues Material** zu aktuellen Themen



Testen Sie RAAbits Online
14 Tage lang kostenlos!

www.raabits.de

