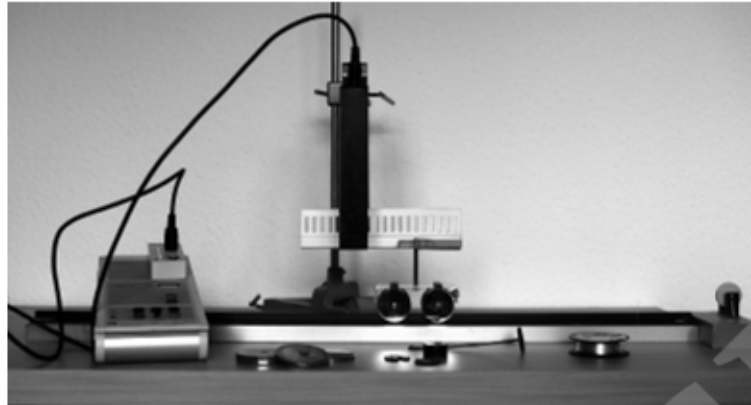


Die Grundgleichung der Mechanik

Xenia Rendtel, Hamburg



Versuchsaufbau

Foto: Xenia Rendtel

I/B

Die Grundgleichung der Mechanik $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ ist eine der wichtigsten Formeln der klassischen Mechanik. Besprechen Sie sie ausführlich, damit die Schüler ihre Bedeutung erfassen.

Die experimentelle Herleitung dieser Gleichung ist nicht einfach. Mit herkömmlichen Mitteln wie Stoppuhr und Maßband muss man viele Messreihen unter gleichen Bedingungen aufnehmen, um verwertbare Daten zu erhalten. Hierbei schleichen sich erfahrungsgemäß so viele Fehler ein, dass man die erforderlichen Proportionalitäten kaum zeigen kann.

Ein **computergestütztes Messwerterfassungssystem** erleichtert die Arbeit deutlich. Statt einzelner Messpunkte zeichnet das System komplette Kurven auf und unterstützt die Schüler bei der Auswertung. Das Experiment wird so schülertauglich.

**Die Grundgleichung der Mechanik –
mit dem Computer erfasst!**

Der Beitrag im Überblick	
Klasse: 10 Dauer: 4–6 Unterrichtsstunden Ihr Plus: ✓ offene Unterrichtsform ✓ Schüler denken sich selbst Aufgaben aus	Inhalt: – die Newton'sche Bewegungsgleichung – mit Cassy arbeiten – Diagramme erstellen und lesen – sich die Theorie herleiten

Bezug zu den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz

Allgemeine physikalische Kompetenz	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schüler ...	Anforderungsbereich
F 3–F 4, E 7–E 9, K 1	... führen experimentelle Untersuchungen durch und erschließen sich die Grundgleichung der Mechanik (M 1, M 2),	II, III
E 3–E 4	... wenden ihr neues Wissen an (M 3),	I, II
K 5–K 6	... denken sich selbst Aufgaben aus und präsentieren diese (M 4 und M 5),	II, III
K 1–K 5, B 2	... diskutieren über ihre Erkenntnisse.	II, III

Für welche Kompetenzen und Anforderungsbereiche die Abkürzungen stehen, finden Sie auf der beiliegenden CD-ROM 26.

Mediothek

Hund, Michael u. a.: CASSY-Lab Handbuch. Leybold Didactic GmbH, 2004.

Software

Cassy-Lab der Firma Leybold, erhältlich unter <http://www.ld-didactic.de/>

(Preise: Sensor Cassy mit Software: 1130 €, ohne Software: 845 €, Gabellichtschranke: 125 €, Anschlusskabel: 15,90 €, Timer Box: 77 €)

Materialübersicht

⌚ V = Vorbereitungszeit SV = Schülerversuch Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt
⌚ D = Durchführungszeit LV = Lehrerversuch Fo = Folie

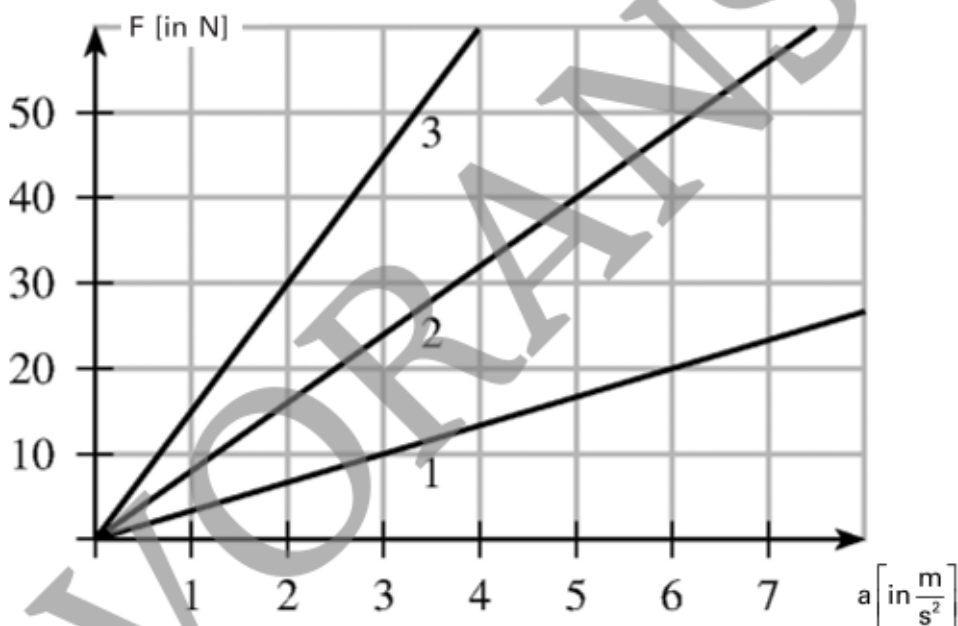
M 1	Ab / LV / SV	Die Bewegung eines Wagens durch die Gewichtskraft
1.	⌚ V: 10 min ⌚ D: 30 min	☐ Cassy-System ☐ PC mit Software ☐ Sensor-Cassy ☐ Timer-Box ☐ Gabellichtschranke ☐ Sprossenleiter ☐ Sprossenleiter.lab
2.	⌚ V: 10 min ⌚ D: 30 min	☐ Fahrbahn ☐ Messwagen ☐ Umlenkrolle ☐ circa 3 m Angelsehne ☐ Massestücke ☐ Stativmaterial
M 2	Ab	So führst du den Schülerversuch schrittweise durch!
M 3	Ab	Die Grundgleichung der Mechanik – vermischte Aufgaben
	⌚ D: 90 min	
M 4–M 5	Fo (2x)	Beschleunigung braucht Kraft – finde selbst Aufgaben!
	⌚ D: 45 min	
M 6		Die Sprossenleiter zum Cassy-Lab – eine Bastelvorlage

Die Erläuterungen und Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 11.

M 3 Die Grundgleichung der Mechanik – vermischte Aufgaben

Aufgaben

- Beim Kirschkernweitspucken katapultiert Jan den Kirschkern mit der Kraft $2,7 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ aus dem Mund. Der Kirschkern erfährt dabei eine Beschleunigung von $1,8 \text{ m/s}^2$.
Berechne die Masse des Kerns.
- Ein Auto der Masse 900 kg erfährt eine Beschleunigung $a = 4,5 \text{ m/s}^2$.
Bestimme die Kraft, die von den Rädern auf das Auto übertragen wird.
- Ein Auto der Masse 1000 kg wird in $8,2 \text{ s}$ aus dem Stand auf 100 km/h beschleunigt.
Berechne die erforderliche Kraft des Motors.
- Ein Fahrzeug der Masse m wird durch die Kraft F beschleunigt.
Erläutere, wie sich die Beschleunigung verändert,
 - wenn bei gleichbleibender Masse die Kraft vervierfacht wird.
 - wenn bei halber Masse die Kraft vervierfacht wird.
 Erläutere, wie man die Kraft verändern muss,
 - wenn das Fahrzeug bei achtfacher Masse nur halb so stark beschleunigt werden soll.
 - wenn das Fahrzeug die gleiche Beschleunigung erhalten soll, seine Masse jedoch nur ein Viertel der Ausgangsmasse beträgt.
- Es ist das folgende Kraft-Beschleunigungs-Diagramm gegeben.



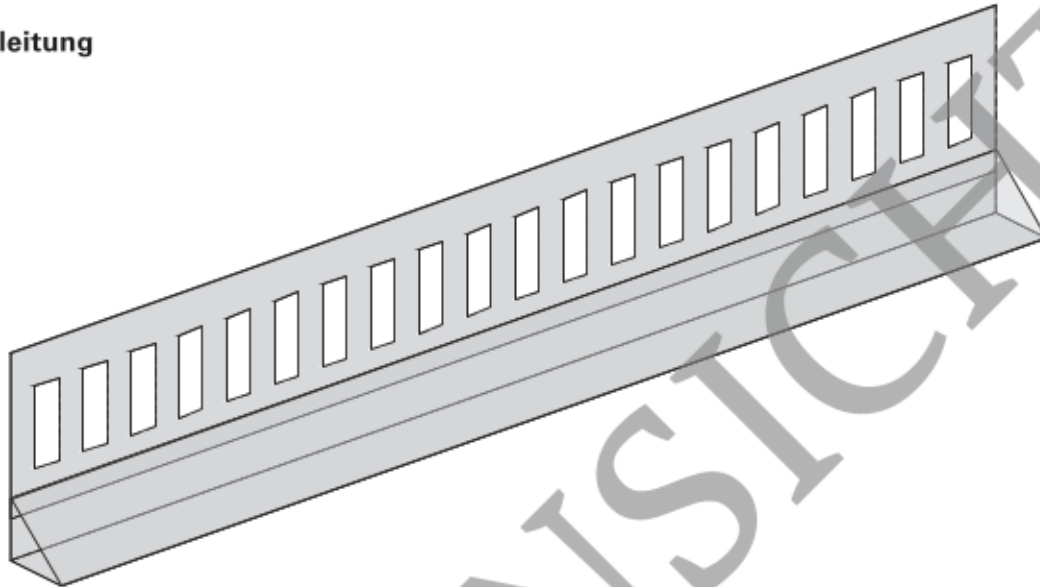
- Erläutere die Bedeutung der Steigungen der drei Geraden.
 - Ermittle die Masse, mit der die Versuche jeweils durchgeführt wurden.
- Eine U-Bahn, bestehend aus einem Triebwagen mit einer Masse von $17,0 \text{ t}$ und vier angehängten Wagen mit je $14,0 \text{ t}$, verlässt den Haltestellenbereich gleichmäßig beschleunigt.
 - Die Antriebskraft beträgt 70 kN . Berechne den Zeitpunkt, zu dem die Geschwindigkeit 50 km/h beträgt.
 - Bestimme die notwendige Bremskraft, wenn die U-Bahn auf einer Strecke von 40 m zum Stehen kommen soll.

Erläuterungen und Lösungen

M 1 Die Bewegung eines Wagens durch die Gewichtskraft

■ Haben Sie für Cassy keine Sprossenleiter, so können Sie sich diese mit der vorgegebenen Schablone (M 6) selbst zusammenbauen. Dazu kopieren Sie einfach die Vorlage auf dickes Papier und schneiden sie aus. Sie falten und kleben sie, wie in der Falzanleitung gezeigt, zusammen. Dann kleben Sie noch eine Wäscheklammer auf die Rückseite, um die Leiter am Wagen befestigen zu können.

Falzanleitung



Befestigung am Wagen

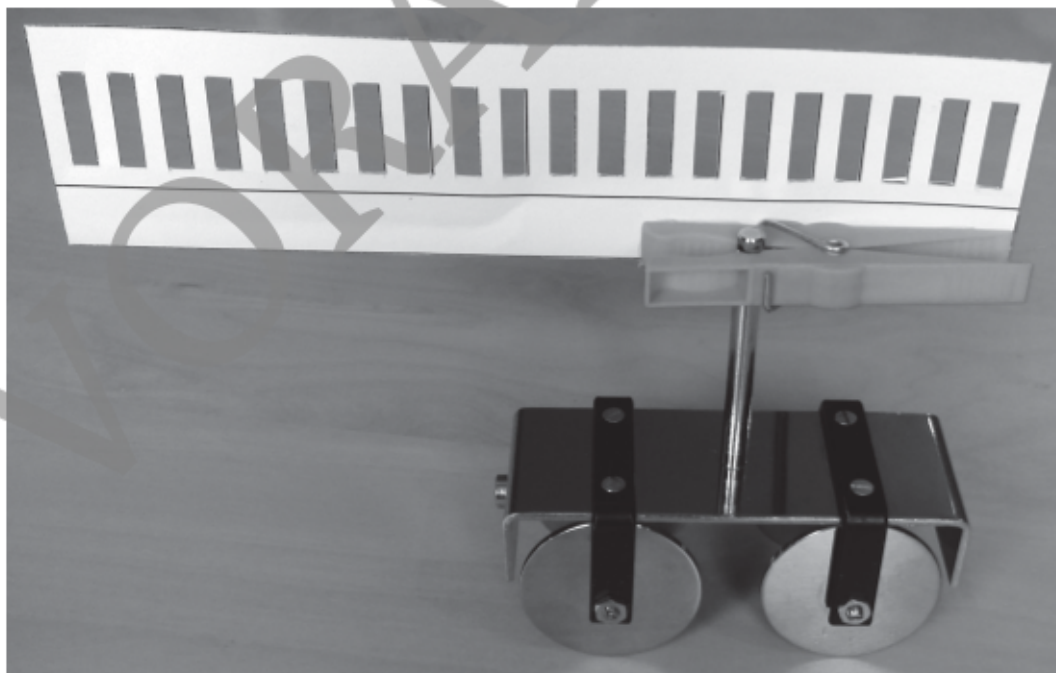


Foto: Xenia Rendtel

■ Die Wagen und Fahrbahnen sollten Sie vorab gut putzen und ölen, damit wenig Reibung auftritt. Ansonsten weisen die Messwerte zu starke Abweichungen auf.

I/B