

# Inhalt

Vorwort		2
Hinweise zur Arbeit mit diesem Material		3
Beobachtungsprotokoll	Kopiervorlage für Lehrer	5
Bewertungstabellen	Kopiervorlage für Lehrer	6
Plan Mechanik 2	Kopiervorlage	7
<b>Druck</b>	Karten D 1–14	8
<i>Auflagedruck – Luftdruck – Wasserdruck – Hydraulik – Reifendruck – Blutdruck – Verbundene Gefäße – Auftriebskraft – Gesetz von Archimedes – Sinken, Steigen, Schweben – Schwimmen – Dynamischer Auftrieb – Anwendungen – Weinapparat von Heron</i>		
<b>Bewegung</b>	Karten B 1–7	22
<i>Geradlinig gleichförmige Bewegung – Gleichmäßig beschleunigte Bewegung (Diagramm) – Gleichmäßig beschleunigte Bewegung (Berechnung) – Freier Fall – Schwingung – Anhalteweg – Fahrtenschreiber</i>		
<b>Newtonsche Gesetze</b>	Karten N 1–3	29
<i>Trägheitsgesetz – Grundgesetz der Dynamik – Wechselwirkungsgesetz</i>		
<b>Energie</b>	Karten E 1–4	33
<i>Potenzielle Energie – Kinetische Energie – Energieerhaltung – Sprint</i>		
<b>Tests mit Lösungen</b>		37
<i>Druck – Bewegung – Newtonsche Gesetze und Energie</i>		
<b>Lehrerhinweise und Lösungen</b>		43
<b>Übungskarten</b>		54
<i>Druck – Bewegung – Newtonsche Gesetze und Energie</i>		

# Vorwort

Liebe Kollegin, lieber Kollege,

Schüler wollen mit Eifer lernen. Dazu benötigen sie anspruchsvolle Aufgaben, die Möglichkeit zu eigenverantwortlicher, selbstständiger Arbeit und zum Experimentieren und Ausprobieren sowie die Chance zur Kommunikation miteinander. Außerdem möchten wir als Lehrende sie anregen, komplex und vernetzt zu denken, um somit ein universelles Verständnis für die Lerninhalte zu entwickeln.

Während meiner Arbeit als Physiklehrerin an einer Realschule habe ich für geeignete Themenbereiche entsprechende Aufgaben entworfen und ausprobiert. Damit können sich die Schüler pro Schuljahr 1–2 Themenbereiche in jeweils 6–8 Unterrichtsstunden selbstständig und handlungsorientiert erschließen. In heterogenen Dreiergruppen bearbeiten sie Auftragskarten; die Lösungsschritte und die Ergebnisse halten sie in einer Arbeitsmappe fest. Im Klassengespräch vergleichen und systematisieren wir anschließend die Erkenntnisse, ich bewerte den Prozess und das Ergebnis und schließe den Themenkomplex mit einer Kontrollarbeit ab.

Das vorliegende Material enthält ein Angebot an 28 Auftragskarten zu den Teilthemen Druck, Bewegung, newtonsche Gesetze und Energie. Daraus können Sie auswählen, was Sie benötigen. Die mit \* versehenen Karten enthalten besonders komplexe und somit anspruchsvolle Arbeitsaufträge. Weiterhin finden Sie Übungskarten, mit denen die Schüler das jeweilige Grundwissen festigen können. Auch Vorschläge zu abschließenden Kontrollarbeiten sind enthalten.

Im Abschnitt „Lehrerhinweise und Lösungen“ finden Sie je nach Notwendigkeit Tipps zu den Experimenten, konkrete Lösungen bzw. Lösungsmöglichkeiten. Unter der gegebenen Anleitung sollen die Schüler bestimmte Erkenntnisprozesse durchlaufen, Messergebnisse sind dabei Mittel zum Zweck und nicht unbedingt vergleichbar.

Inzwischen sehe ich mich weniger als (Be-)Lehrer, der Wissen vermittelt, sondern als Manager des Lernprozesses. Die Schüler arbeiten so intensiver und ich entspannter. Zugegeben: Es war ein längerer Prozess, bis meine Schüler verinnerlicht hatten, dass sie selbst verantwortlich für ihre Arbeit sind, dass sie die Zeit und das Potenzial einer Gruppe effektiv nutzen, dass ich den Montessori-Grundsatz umsetze: „Hilf mir, es selbst zu tun.“ Das Entwickeln von neuen Handlungs- und Denkgewohnheiten benötigt eben auch Geduld und Konsequenz. Schließlich aber fasziniert mich immer wieder die konzentrierte, kooperative Arbeitsweise, die scheinbar beiläufige Entwicklung von Sozial- und Methodenkompetenz und die überraschende Erfahrung: Schüler wollen mit Eifer lernen.

So macht Lernen Spaß!

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen und Ihren Schülern viel Arbeitsfreude.



Kerstin/Neumann



# Hinweise zur Arbeit mit diesem Material

Im Folgenden schildere ich meine Vorgehensweise, die sich als praktikabel erwiesen hat.

Die Schüler arbeiten im Stationenbetrieb, sie erhalten keine Kopien der Arbeitsblätter, sondern übernehmen Erforderliches aus den Karten, die an den Stationen ausliegen.

## Die Vorbereitung

- Ich wähle die Karten aus, die bearbeitet werden sollen und kopiere und laminiere sie ein bis drei Mal (so oft ich jede Station anbieten will). Dabei verwende ich farbiges Papier und kennzeichne somit gleiche Themenkomplexe.
- Die Übungskarten kopiere ich einmal pro Gruppe, schneide sie aus und falte sie. Die gefalteten Karten laminiere ich. Auf der Vorderseite steht somit eine Aufgabe, auf der Rückseite die jeweilige Lösung.
- Ich kopiere für jeden Schüler den Plan „Mechanik 2“ (Seite 7).
- Ich kopiere mir das Beobachtungsprotokoll (Seite 5) mehrfach und trage gruppenweise die Schülernamen, Beobachtungskriterien und Maximalpunktwerte ein.
- Ich besorge die auf den Karten vermerkten Materialien.

## Die Gruppenbildung

- Für diese spezielle Unterrichtsform sollte die Gruppe das gesamte Schuljahr hindurch zusammenarbeiten; sie kann sich somit aneinander „reiben“ und miteinander zum Team entwickeln. Ungünstig sind also Zufall und reine Wunschgruppen.
- Ich lege anhand von nachvollziehbaren Kriterien (z. B. die Schüler mit den besten Physik-Noten oder Schüler, die sich als besonders sozial zeigen) bis zu 10 Gruppenchefs fest. Diese „Chefs“ wählen nacheinander zwei weitere Gruppenmitglieder (wie bei der Mannschaftswahl im Sport), sodass heterogene Dreiergruppen entstehen.
- Die Gruppe legt ihren Zeitchef und ihren Ordnungschef fest.

## Der Beginn

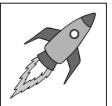
- Nach einer kurzen Einführung in das Thema und Nennung der Themenkomplexe ergänzt jeder Schüler im ausgehändigten Plan „Mechanik 2“ (Seite 7) seine persönlichen Daten und heftet diesen als Deckblatt in seine eigene Arbeitsmappe ein. In diese Übersicht sind die zu bearbeitenden Karten mit Nummern einzutragen. Später ergänzen die Schüler das Bearbeitungsdatum, die Seitenzahl und eventuelle Fragen und Bemerkungen.
- Es wird ein Zeitumfang für den Themenkomplex festgelegt (im Durchschnitt pro Karte 30 Minuten). Dieser Zeitrahmen ist bindend.
- Jeder Schüler wird angehalten, in seine Arbeitsmappe von jeder Arbeitskarte Thema und Aufgabenstellung zu übernehmen, Rechenwege, Darstellungen und Lösungen zu protokollieren und Erkenntnisse (Formeln, Regeln etc.) besonders hervorzuheben. Die Seiten sind fortlaufend zu nummerieren.
- Es ist zu klären, ob Wahl- und Pflichtaufgaben gegeben werden. Die Reihenfolge, in der die Auftragskarten eines Unterthemas zu bearbeiten sind, ist meist beliebig, die mit \* versehenen Karten enthalten Aufgaben mit höherem Schwierigkeitsgrad.
- Die Schüler werden über Bewertungskriterien und zu erreichende Punkte (siehe Beobachtungsprotokoll) informiert.
- Entsprechend des aktuellen Lern- und Sozialverhaltens in der Klasse erarbeiten und visualisieren wir HANDregeln. Besonders zu Beginn achte ich konsequent auf deren Einhaltung und bediene mich gegebenenfalls einer wohlklingenden Stimmgabel als Ruhesignal.

HANDregeln:



# Beobachtungsprotokoll

Klasse .....



Bitte Kriterien und Punkte in den Kopfzeilen eintragen.

Kriterium						Bemerkungen
Punkte						
Gruppe	Datum					
	Namen					

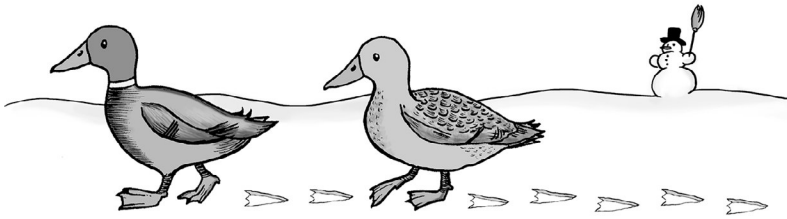


# Druck

## Auflagedruck

D1

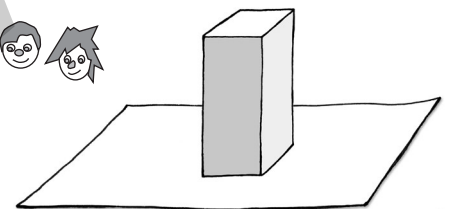
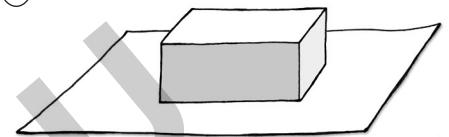
**Material:**  
Ziegelstein, Federkraftmesser



Enten watscheln durch den Tiefschnee. Sie sinken dabei kaum ein, denn ihre Gewichtskraft verteilt sich auf eine große Fußfläche. Dadurch ist der Druck gering.

### 1. Zusammenhang von Auflagedruck und Auflagefläche

- Bestimmt den Auflagedruck, der auf die Unterlage wirkt, wenn der Ziegelstein mit der größten Fläche aufliegt.
  - Misst die erforderlichen Größen der Auflagefläche.
  - Berechnet die Auflagefläche  $A$ .
  - Misst die Gewichtskraft  $F$ .
  - Berechnet den Auflagedruck  $p$ . (Notiert einen ausführlichen Rechenweg.)
- Bestimme nun den Auflagedruck, wenn der Stein auf seiner kleinsten Fläche steht. Gehe so vor wie oben.
- Vergleiche und formuliere eine Erkenntnis.
- Versuche, mit einem stumpfen Bleistift ein Loch in ein Papier zu machen. Wiederhole den Versuch mit einem spitzen Bleistift. Notiere die Beobachtung und erkläre.



### 2. Zusammenhang von Auflagedruck und Gewichtskraft

- Lege auf den Ziegelstein aus Aufgabe 1. a) einen 2. Ziegelstein und berechne den Auflagedruck.
- Spielt es dabei eine Rolle, wie der 2. Stein auf dem ersten liegt (flach, hoch)?



### Auflagedruck $p$

$$\text{Druck } p = \frac{\text{Kraft } F}{\text{Fläche } A}$$

$$p = \frac{F}{A}$$

$$1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa (Pascal)}$$

Beispiel: Dein Geodreieck hat eine Gewichtskraft von 0,16 N. Seine Auflagefläche beträgt  $64 \text{ cm}^2$ . Mit welchem Druck wirkt es auf die Unterlage?

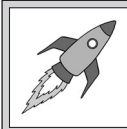
$$F = 0,16 \text{ N}$$
$$A = 64 \text{ cm}^2 = 0,0064 \text{ m}^2$$

$$p = \frac{F}{A}$$

$$p = \frac{0,16 \text{ N}}{0,0064 \text{ m}^2}$$

$$p = 25 \text{ N/m}^2 = 25 \text{ Pa}$$



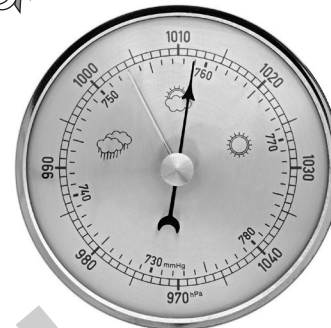


**Material:**  
Barometer, Federkraftmesser, Zeitung,  
Pappe, Faden, Trinkglas, Spielkarte

### 1. Theoretische Grundlagen

Informiere dich, z. B. im Lehrbuch, über den Luftdruck und löse folgende Aufgaben:

- Erkläre, wodurch der Luftdruck entsteht und wie er sich mit zunehmender Höhe ändert.
- Den Luftdruck kann man z. B. mit einem Dosenbarometer messen und daraus ableiten, wie das Wetter wird.
  - Beschreibe, wie ein solches Barometer aufgebaut ist und wie es funktioniert.
  - Miss mit dem Barometer den Luftdruck.
  - Leite aus dem aktuellen Luftdruck ab, wie das Wetter werden wird.

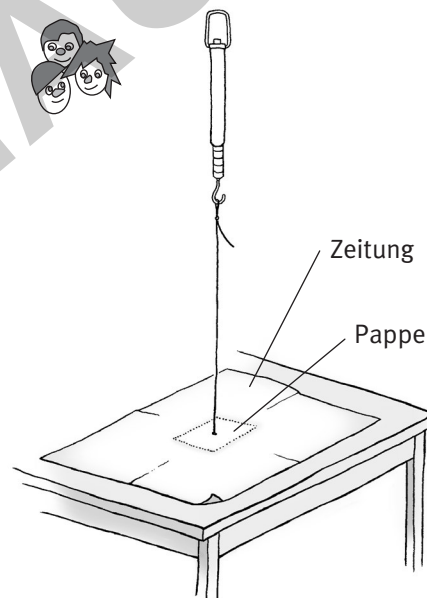


### 2. Der Luftdruck wirkt von oben nach unten.

- Die enorme Kraft des Luftdrucks könnt ihr mit folgendem Experiment spüren:

Breitet eine Zeitungsseite auf dem Tisch aus und drückt sie auf die Tischplatte. Zieht einen Faden durch ein Stück Pappe und den Mittelpunkt der Zeitung. (Die Pappe liegt unter der Zeitung!) Hängt einen Federkraftmesser an den Faden. Zieht nun mit dem Federkraftmesser schnell die Zeitung nach oben und misst die maximale Zugkraft. Man hat den Eindruck, der wirkende Luftdruck „hält die Zeitung fest“.

- Wiederholt das Experiment, zieht aber jetzt langsam. Notiert eure Feststellung. Erklärt.

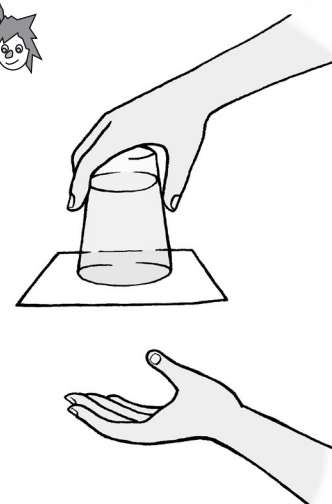


### 3. Der Luftdruck wirkt aber auch von unten nach oben.

- Diese Aussage könnt ihr mit folgendem Experiment überprüfen:

- Füllt ein Glas randvoll mit Wasser.
- Drückt eine Karte wie einen Deckel auf das Glas.
- Dreht nun das Glas mit der Karte vorsichtig um. Haltet dabei die Karte fest.
- Lasst die Karte los.  
Was stellt ihr fest?

- Funktioniert das Experiment auch mit einem halbvollen Glas? Probiert es aus.





# Bewegung

B1

## Geradlinig gleichförmige Bewegung

**Material:**  
Gleichförmig fahrendes Fahrzeug,  
Taktgeber (z. B. Metronom),  
Stoppuhr

### 1. Gleiche Wege in gleichen Zeiten

Ein Körper, der sich gleichförmig bewegt, legt in gleichen Zeiten gleiche Wege zurück, also z. B. in jeder Sekunde 5 cm. Dies soll mit folgendem Experiment nachgewiesen werden:



Gebt mit einem Metronom o.Ä. einen gleichmäßigen Takt vor. Lasst eine Modellbahn oder ein Modellauto möglichst langsam gleichförmig eine Strecke von 2 bis 5 Meter zurücklegen. Markiert nach jedem Takt die Lage des Vorderrades.



Hinweise:

Lasst den ersten Takt unberücksichtigt, das Fahrzeug muss erst beschleunigen. Bestimmt den Mittelwert des Weges je Takt.

Zeit  $t$  je Takt: \_\_\_\_\_ Weg  $s$  je Takt: \_\_\_\_\_

### 2. Weg-Zeit-Diagramm

a) Leite aus deinen Messwerten die Werte für ein Weg-Zeit-Diagramm ab. Beginne immer wieder am Start.



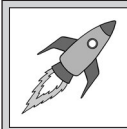
$t$ in s	0						
$s$ in cm	0						

- b) Zeichne das Weg-Zeit-Diagramm.
- c) Zeichne in das Diagramm den Graphen für ein Fahrzeug mit doppelter bzw. halber Geschwindigkeit.

### 3. Berechnung der Geschwindigkeit

- a) Berechne die Geschwindigkeit deines Fahrzeugs in m/s.
- b) Ist das Fahrzeug damit schneller als eine Maus, die sich mit 8 km/h bewegt?





# Bewegung

B2

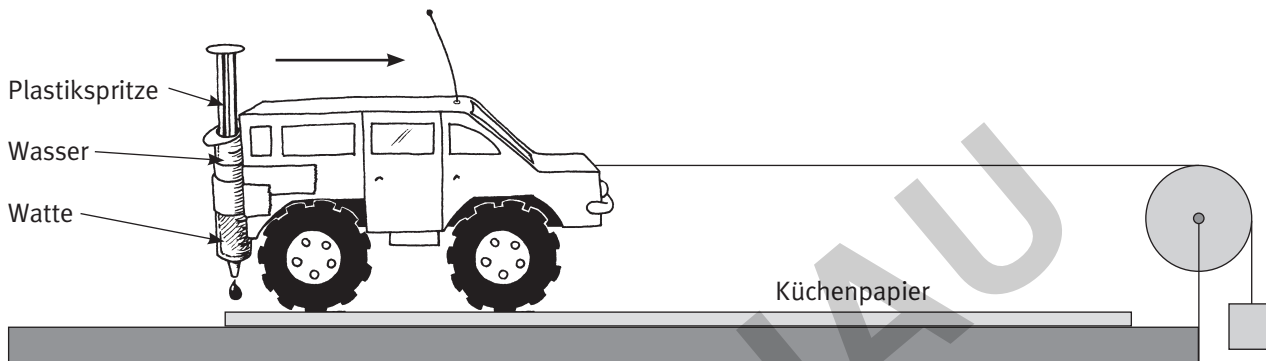
## Gleichmäßig beschleunigte Bewegung (Diagramm)

**Material:**  
 Spielzeugauto, Faden,  
 Stoppuhr, Spritze,  
 Watte, Umlenkrolle,  
 Massestück

### 1. Tropfenspur

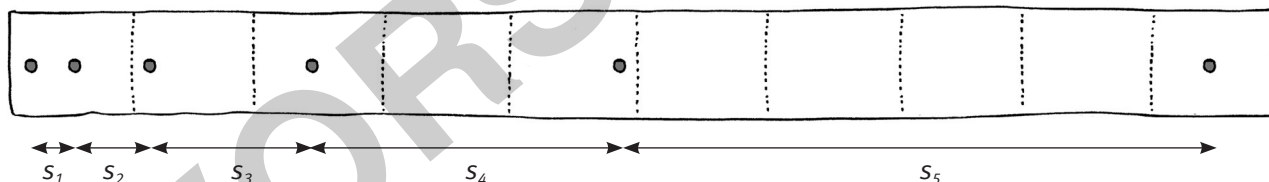
Bewegt sich ein Körper gleichmäßig beschleunigt, so legt er in gleichen Zeiträumen immer größer werdende Wege zurück.

Dies soll in folgendem Experiment nachgewiesen werden: Befestigt einen Wagen an einem Faden und beschleunigt ihn über ein Massestück, das an einer Umlenkrolle hängt, sodass er möglichst langsam und gleichmäßig schneller wird. Ein „Tropfer“ hinterlässt dabei auf einer Bahn Küchenpapier eine Tropfenspur.



Herstellung des „Tropfers“: In eine Plastikspritze ohne Nadel und Kolben wird etwas Watte gestopft und die Spritze wird mit Wasser gefüllt. Das Wasser tropft gleichmäßig heraus. Durch Verdichten oder Lockern der Watte kann die Tropfgeschwindigkeit reguliert werden.

Ihr erhaltet eine Tropfenspur:



Notiere die Abstände zwischen je zwei benachbarten Tropfen von  $s_1$  bis  $s_5$ . Was stellst du fest?

### 2. Weg-Zeit-Diagramm

a) Leite aus deinen Messwerten die Werte für ein Weg-Zeit-Diagramm ab. Beginne immer wieder am Start.



$t$ in s	0						
$s$ in cm	0						

b) Zeichne das Weg-Zeit-Diagramm.

c) Welchen Weg würde das Fahrzeug in einem nächsten Zeitintervall zurücklegen?