

I.B.49

Mechanik

Die Dichte als physikalische Stoffeigenschaft – auf Spurensuche mit Detektiv Gray

Nach einer Idee von Silke Schreiber



© RAABE 2024

© ayala_studio/E+

Das Edelmetall Gold ist ein wichtiger Rohstoff. Gold ist vor allem wegen der Verwendung als Münz- und Schmuckmetall bekannt. Es gilt als Statussymbol und Wertanlage. Auch Diebe haben es daher nicht selten auf Gold abgesehen. So steht Detektiv Gray vor einem Rätsel: Waren die Einbrecher im Museum echte Profis oder eher Amateure? Haben Sie die Ausstellungsstücke gestohlen und tatsächlich durch Fälschungen ausgetauscht? Im Rahmen einer motivierenden Detektivgeschichte lernen die Schüler und Schüler die Dichte als Stoffeigenschaft kennen.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe: 7/8

Dauer: 7–8 Unterrichtsstunden

Kompetenzen: Die Lernenden benennen die Dichte als spezifische und messbare Stoffeigenschaft, sie berechnen die Dichte, sie erklären dichte-spezifische Phänomene, wie die Schwimmfähigkeit von Körpern, sie führen selbstständig Versuche durch und protokollieren ihre Ergebnisse

Thematische Bereiche: Masse, Volumen, Dichte, Auftrieb, Stoffeigenschaften

Einbruch im Museum – Detektiv Gray ermittelt

M1

11

05.2023

TAGESZEITUNG

EINBRUCH IM MUSEUM



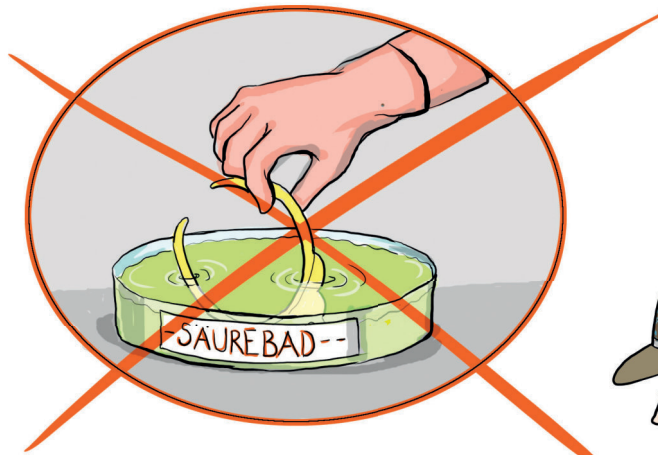
Grafik: Julia Lenzmann

Im städtischen Museum wurde eingebrochen! Jedoch wurde lediglich die Ausstellungsvertrine des kostbarsten Sammlungsstücks des Museums zertrümmert: Das Diadem (ein Haarkranz), welches aus genau 1 kg purem Gold besteht, liegt noch inmitten der Glasscherben. Es wurde nicht gestohlen?! Und das, obwohl die eingebrochenen Personen noch nicht einmal gestraft wurden. Die Polizei hat den Fall als erledigt ab. Damit gibt sich Detektiv Gray allerdings nicht zufrieden. Wie kann es sein, dass die Diebe die Vitrine zerstörten, das wertvolle Golddiadem aber zurücklassen, obwohl sie alle Zeit der Welt hatten? Was, wenn sie das Diadem in Wirklichkeit gegen eine billige Fälschung ausgetauscht haben? Detektiv Gray geht zurück in das Museum und schaut sich das Diadem noch einmal genau an: Es hat eine goldene Farbe. Aus den Polizei-Ermittlungen weiß er, dass das Schmuckstück, das jetzt in der Vitrine liegt, auch genau 1 kg schwer ist.

Detektiv Gray schaut sich im Museum um. In einem Regal sind Metallproben ausgestellt, die Fürst Friedrich I. zusammengetragen hat. Die Metalle wiegen genau 500 g. Dabei hat Gray auf, dass die Metallprobe aus Silber doppelt so groß wie die aus 500 g Gold ist. Silber hat bei gleicher Masse also ein viel größeres Volumen als Gold. Und die Metallprobe, die aus Zink besteht, ist noch größer als die Silberprobe, hat jedoch die gleiche Farbe wie die Silberprobe. Kupfer ist von der Farbe her eher rötlich und ist noch etwas voluminöser als die Silberprobe, jedoch weniger voluminös als die Zinkprobe.

Fürst Friedrich I. sammelte aber nicht nur reine Metalle, sondern auch Legierungen, also Stoffgemische aus verschiedenen Metallsorten. Detektiv Gray entdeckt ein Messing-Stück, das aus Kupfer und Zink besteht. Von der Farbe her erinnert ihn die Messing-Probe stark an die Farbe des Diadems, das jetzt in der Vitrine liegt. Auch das Bronze-Stück, das aus Kupfer und Zinn besteht, hat eine stark an Gold erinnernde Farbe und ist mehr als doppelt so groß wie die Goldprobe. Das Messing-Stück hat ein ähnliches Volumen wie die Bronze-Probe.

Wie passt das alles zusammen? Und wie kann Detektiv Gray seine Annahme beweisen, dass das goldene Diadem durch ein anderes, billiges Imitat ersetzt wurde? Eine chemische Analyse der Krone mit Geräten und Chemikalien aus dem Chemiebaukasten scheidet aus – was wäre, wenn das Diadem doch echt ist? Müde gönnt sich Gray erst einmal eine Abkühlung: Daheim steigt er in sein randvoll mit Wasser gefülltes Planschbecken und macht dabei eine weitere wichtige Beobachtung.



Grafik: Julia Lenzmann

© RAABE 2024

Aufgabe 1

Lest euch den Zeitungsartikel zum Einbruch ins Museum durch.

Aufgabe 2

Bei der Lösung des Falls könnte Detektiv Gray die Stoffeigenschaft „Dichte“ helfen.

Es gilt $\rho = \text{Masse} / \text{Volumen}$. Sie hat die Einheit g/cm^3 .

- Untersucht die reinen Metalle, die in der Geschichte erwähnt werden.
- Recherchieren die Dichte dieser Metalle.

Aufgabe 3

Entwickelt eine Strategie, um zu beweisen, dass das goldfarbene Diadem in der Vitrine des Museums eine Fälschung ist. Dabei darf das Diadem nicht zerstört oder beschädigt werden.

Euch sind dafür verschiedene Tippkarten zur Verfügung.



Tippkarten zur Strategie – wie wir den Fall lösen

M 2

Tipp 1: Wie entwickeln wir eine Strategie?

Listet zunächst eure Überlegungen und Strategien zu den folgenden fünf Punkten in eurem Heft auf:

- 1) Vermutungen und Indizien
- 2) Zur Klärung hilfreiche Beobachtungen und Erkenntnisse aus dem Museum
- 3) Was müsste Detektiv Gray beweisen bzw. experimentell ermitteln?
- 4) Inwieweit hilft Detektiv Gray das Einsteigen in ein randvoll mit Wasser gefülltes Tauchsbecken bei seinen Ermittlungen?
- 5) Lösung des Falls

Danach könnt ihr eure Ergebnisse entweder mithilfe der Lösungen überprüfen oder auch die entsprechenden Tippkarten (Tipp 2–6) als Hilfe holen.

Tipp 2: Vermutungen und Indizien

Was vermutet ihr: Durch welche kostengünstigeren Metalle könnte das teure Diadem ausgetauscht worden sein? Um die richtige Lösung herauszufinden, achtet genau auf die Metallpreise und denkt daran, dass die Diebe den maximalen Gewinn erzielen wollen.

Metall	Kosten in € pro kg*
Gold	58.842,30
Silber	714,39
Zinn	21,97
Kupfer	7,63
Zink	2,50

* Stand: November 2023, Quelle: www.finanznachrichten.de/krohstoffe

Tipp 3: Hilfreiche Erkenntnisse aus dem Museum

Lest im Eingangstext noch einmal genau nach, welche Erkenntnisse Detektiv Gray beim Betrachten der Metallproben gleichwohl aus dem Museum gewinnen konnte. Fertigt dazu eine einfache, beschriftete Skizze der Metallproben an: Vergleicht jeweils das Volumen von 500 g Gold, Silber, Kupfer, Zinn und Zinn.

Tipp 4: Was müsste experimentell ermittelt werden?

Detektiv Gray hat die Vermutung, dass das Diadem aus 1 kg reinem Gold durch ein billiges Messing-Diadem aus Kupfer und Zink ausgetauscht wurde, das auch genau 1 kg wiegt. Was müsstet ihr nach euren Erkenntnissen aus Tipp 3 also jetzt beweisen bzw. experimentell bestimmen?

Metallproben zuordnen – Was ist was?

M 3

Schülerversuch in Kleingruppen

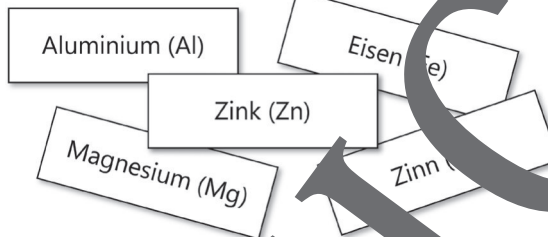
Vorbereitung: 5 min

Durchführung: 20 min



Grafik: Julia Lenzmann

Oh nein! Im Chemielabor des zerstreuten Professors Otto sind von fünf mit silbrig glänzenden Metallen befüllten Behältern die Etiketten abgefallen! Könnt ihr ihm dabei helfen, die Behälter richtig zu beschriften?



Aufgabe 1

Wie könnt ihr die fünf Etiketten den richtigen Metallproben zuordnen? Plant im Team ein Experimente, indem ihr einen Versuchsplan erstellt. Achtet dabei auf eine sinnvolle Reihenfolge!

In einem Chemikalien-Katalog findet ihr folgende Angaben:

Metall	Dichte ρ in g/cm^3
Aluminium (Al)	2,7
Eisen (Fe)	7,9
Magnesium (Mg)	1,7
Zinn (Sn)	7,3
Zink (Zn)	7,1



So geht ihr vor

1. Fertigt eine Versuchsplanung an.
2. Besprecht anhand dieser Vorlage mit der Lehrkraft euren Versuchsplan und lasst euch die benötigten Geräte, Materialien und zwei oder drei verschiedene Metallproben geben.
3. Führt die Experimente durch und notiert eure Ergebnisse.
4. Vergleicht eure Versuchsergebnisse mit denen anderer Gruppen, die jeweils die gleichen Metallproben wie ihr untersucht haben. Berechnet bei gleichen Metallproben den Mittelwert eurer Ergebnisse.

Aufgabe 2

Stellt Vermutungen an, wie es zu größeren Abweichungen der einzelnen Ergebnisse gekommen sein könnte.

M 4a



Berechnung der Dichte – Übungsaufgaben

Aufgabe 1

- a) **Berechne** die Dichte der folgenden drei Metallklötze.
- Metallklotz I hat ein Volumen von $66,7 \text{ cm}^3$ und wiegt 700 g .
 - Metallklotz II wiegt 50 g und hat ein Volumen von $6,3 \text{ cm}^3$.
 - Metallklotz III hat ein Volumen von $259,2 \text{ cm}^3$ und wiegt auch 700 g .
- b) Bei den drei Metallklötzen handelt es sich um Eisen ($\rho = 7,9 \text{ g/cm}^3$), Silber ($\rho = 10,5 \text{ g/cm}^3$) und Aluminium ($\rho = 2,7 \text{ g/cm}^3$). **Ordne** den drei Klötzen die richtige Metalle zu.

Tipp: Dichte berechnen

Es gilt: $\rho = m / V$



Aufgabe 2

Vor dir liegen zwei Metallklötze, die beide 2 kg schwer sind. **Berechne** ihr Volumen.

- a) Metallklotz I aus Eisen ($\rho = 7,9 \text{ g/cm}^3$).
- b) Metallklotz II aus Aluminium ($\rho = 2,7 \text{ g/cm}^3$).

Tipp: Volumen berechnen

Es gilt: $V = m / \rho$



Aufgabe 3

Zwei Metallwürfel haben beide ein Volumen von 1 cm^3 . **Berechne** ihre Masse.

- a) Metallwürfel I aus Platin ($\rho = 21,5 \text{ g/cm}^3$)
- b) Metallwürfel I aus Magnesium ($\rho = 1,74 \text{ g/cm}^3$)

Tipp: Masse berechnen

Es gilt: $m = \rho \cdot V$



Aufgabe 4

Berechne das Volumen der folgenden beiden jeweils 2 kg schweren Flüssigkeiten.

- a) Alkohol (ρ bei $20 \text{ }^\circ\text{C} = 0,78 \text{ g/ml}$)
- b) Quecksilber (ρ bei $20 \text{ }^\circ\text{C} = 13,53 \text{ g/ml}$)

M 5

Wie verändert Salz die Dichte von Wasser?



Schülerversuch

Vorbereitung: 10 min

Durchführung: 2 min

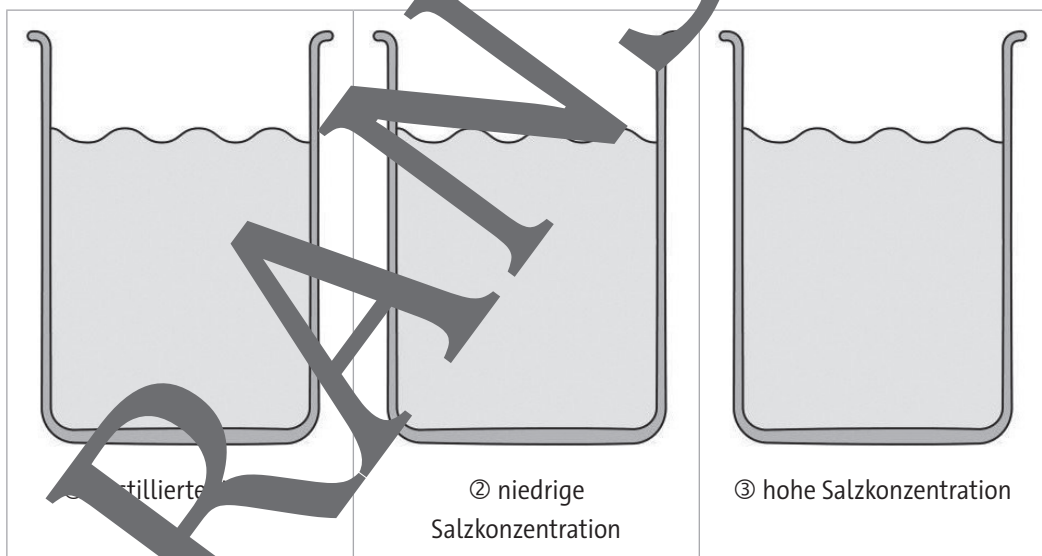
Chemikalien	Geräte
<input type="checkbox"/> 3 Salzlösungen unterschiedlicher Konzentrationen	<input type="checkbox"/> 3 Bechergläser
<input type="checkbox"/> 3 Eier	

Versuchsdurchführung

Die Lehrkraft hat drei Bechergläser mit Salzlösungen unterschiedlicher Konzentrationen (destilliertes Wasser, Wasser mit niedriger Salzkonzentration, Wasser mit hoher Salzkonzentration) vorbereitet. In jede Lösung gibt sie vorsichtig ein Ei.

Beobachtung

Zeichnet eure Beobachtungen in die Skizzen ein.



Grafik: Julia Lenzmann

© RAABE 2024

Ergebnis
Ergänze den Kontext.

Durch die unterschiedlichen Salzkonzentrationen ändert sich die _____ der Lösungen.

Je mehr _____ im Wasser gelöst ist, desto höher wird seine _____. Auch Flüssigkeiten haben also eine _____.

Die Dichte von Lösung ① ist _____ die Dichte vom Ei: ρ (Lösung ①) _____ ρ (Ei)

Die Dichte von Lösung ② ist _____ die Dichte vom Ei: ρ (Lösung ②) _____ ρ (Ei)

Die Dichte von Lösung ③ ist _____ die Dichte vom Ei: ρ (Lösung ③) _____ ρ (Ei)

M 7

Kann man die Dichte gleich aussehender Flüssigkeiten sehen?



Schülerversuch

Vorbereitung: 5 min

Durchführung: 10 min

Chemikalien	Geräte
<input type="checkbox"/> konzentrierte Zuckerlösung	<input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille
<input type="checkbox"/> Brennspritus	<input type="checkbox"/> 2 Petrischalen
<input type="checkbox"/> Leitungswasser	<input type="checkbox"/> 2 Tropfpipetten
	<input type="checkbox"/> 1 Tageslichtprojektor

Versuch ①

Versuchsdurchführung

1. Eine Petrischale wird auf den Tageslichtprojektor gestellt, etwa zur Hälfte mit Leitungswasser gefüllt und das zu projizierende Bild scharf gestellt.
2. Eine Pipettenfüllung konzentrierter Zuckerlösung wird möglichst flach an den Rand der wassergefüllten Petrischale eingespritzt.

Versuch ②

1. Eine weitere Petrischale wird auf den Tageslichtprojektor gestellt, etwa zur Hälfte mit Leitungswasser gefüllt und das zu projizierende Bild scharf gestellt.
2. Eine Pipettenfüllung Brennspritus wird schnell und möglichst flach vom Rand der Petrischale her in das Wasser gespritzt. Nach der Entnahme muss die Flasche Brennspritus sofort wieder dicht verschlossen werden.

Beobachtung und Auswertung

Notiert die Beobachtungen, die ihr an der Projektionsfläche beobachten könnt.

Versuch ①	Versuch ②

Ergebnis

Ergänzt den Lückentext.

Die _____ kommen dadurch zustande, dass die beiden zusammengegebenen Flüssigkeiten unterschiedliche _____ haben. So hat die Zuckerlösung eine _____ als Wasser und der Spiritus eine _____ als Wasser.

Unterschiedliche Dichten von Flüssigkeiten

M 8

Jeder Stoff hat eine eigene, ganz bestimmte Dichte. In diesem Schülerversuch vergleicht ihr die Dichten unterschiedlicher Flüssigkeiten miteinander.

Schülerversuch in Kleingruppen

Vorbereitung: 10 min **Durchführung:** 15 min



Stellt die folgenden Materialien bereit und setzt die Schutzbrillen auf.

Chemikalien	Geräte
<input type="checkbox"/> Speiseöl	<input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille (pro Person)
<input type="checkbox"/> Wasser	<input type="checkbox"/> 1 Reagenzglas
<input type="checkbox"/> Honig	<input type="checkbox"/> 1 Reagenzglasständer
<input type="checkbox"/> 1 Rosine	<input type="checkbox"/> 1 Becherglas (250 ml, hohe Form)
	<input type="checkbox"/> 1 Petrischale mit 1 Büroklammer, 1 Reißzwecke, 1 Stück Kork
	<input type="checkbox"/> 1 Münze
	<input type="checkbox"/> 1 Holzwürfel
	<input type="checkbox"/> 1 Plastikstück
	<input type="checkbox"/> 1 Styroporkugel

Schülerversuch ①: Einfache Dichtetreppe

Füllt ein Reagenzglas etwa zwei daumenbreit mit Speiseöl. Fügt nun die gleiche Menge Wasser hinzu.

Schülerversuch ②: Dichtetreppe für Fortgeschrittene

1. Gebt zunächst ca. einen daumenbreit Honig in ein Becherglas. Füllt dann das Becherglas etwa zur Hälfte mit Leitungswasser auf. Gebt zuletzt etwa zwei daumenbreit Speiseöl auf das Wasser. Beobachtet.
2. Gebt nacheinander die kleinen Gegenstände aus der Petrischale auf eure selbst gebaute Dichtetreppe. Gebt vorher eine Vermutung ab, wie weit die Gegenstände sinken werden.

Beobachtung und Auswertung

1. Notiert eure Beobachtungen.

Schülerversuch ①			
Schülerversuch ②			
Büroklammer:		Münze:	
Reißzwecke:		Holzwürfel:	
Korkstück:		Plastikstück:	
Rosine:		Styropor:	

2. Sortiert die folgenden Stoffe gemäß ihrer Dichte (höchste Dichte zuerst):
Rosine – Honig – Wasser – Speiseöl – Kork – Holz – Metall – Styropor – Plastik

Testet euer Wissen zur Dichte! – Eine Tandemübung

M 10

Ihr habt eine Menge über die Dichte von Stoffen gelernt. Aber habt ihr alles verstanden? Testet hier euer Wissen!

So geht's

1. Bearbeitet das folgende Arbeitsblatt zu zweit.
2. Faltet das Arbeitsblatt dazu entlang der Mittellinie.
3. Person B beginnt, löst die erste Aufgabe (weiß) und nennt das Ergebnis.
4. Person A kontrolliert das Ergebnis (grau) auf ihrer Seite.
5. Dann löst Person A ihre erste Aufgabe usw.
6. Helft euch gegenseitig.



Person A	Person B
Die Formel der Dichte lautet: $\rho = m / V$ (Dichte = Masse / Volumen).	Die Dichte ist eine charakteristische Eigenschaft von Stoffen. Wie lautet ihre Formel?
Was ist die Einheit der Dichte bei Feststoffen bzw. bei Flüssigkeiten und Gasen?	Die Einheit der Dichte bei Feststoffen ist g/cm^3 und bei Flüssigkeiten und Gasen g/ml .
Das Aluminium hat bei gleicher Masse ein viel größeres Volumen.	Stelle dir 100 g Eisen mit der Dichte von $7,8 g/cm^3$ und 100 g Aluminium mit der Dichte von $2,7 g/cm^3$ vor. Was ist der Unterschied?
Wovon ist die Dichte von Stoffen abhängig?	Die Dichte ist abhängig vom Stoff selbst (jeder Stoff hat seinen charakteristischen Dichtewert), von der Konzentration der Lösung (konzentrierte Lösungen haben eine höhere Dichte).
Cola hat eine höhere Dichte als pro ml mehr Zucker. Milch in Lösung vorliegen.	Welche Flüssigkeit hat eine höhere Dichte: Cola oder Cola light? Begründe.
Kann man sehen, dass z. B. Flüssigkeiten unterschiedliche Dichten haben?	Ja, z. B. wenn sich beim Zusammengießen der Flüssigkeiten Schlieren bilden oder wenn eine Flüssigkeit unter die andere absinkt (z. B. Wasser unter Öl).

Grafik: Julia Lenzmann

Sie wollen mehr für Ihr Fach?

Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



Über 5.000 Unterrichtseinheiten
sofort zum Download verfügbar



Webinare und Videos
für Ihre fachliche und
persönliche Weiterbildung



Attraktive Vergünstigungen
für Referendar:innen
mit bis zu 15% Rabatt



Käuferschutz
mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:
www.raabe.de