

# Einbruch im Museum! – Die Dichte von Stoffen im Kontext

Ein Beitrag von Silke Schreiber, Neustadt  
Mit Illustrationen von Julia Lenzmann, Stuttgart

**E**in Einbruch im städtischen Museum hält den Detektiv Gray ordentlich auf Trab! Warum nur wurde das Diadem aus 1 kg schwerem Gold nicht gestohlen? Oder wurde es nur ausgetauscht?

In dieser Einheit schlüpfen Ihre Schüler in die Rolle eines Detektivs. Beim Lösen des Falls lernen sie die Dichte als neue Stoffeigenschaft kennen und vertiefen ihr Wissen in mehreren kleinen Versuchen, einem Selbst-Test und einer Tandem-Übung.



Foto: Thinkstock/iStock

Ist das Diadem aus echtem Gold? Lassen Sie Ihre Schüler in die Rolle des Detektivs Gray schlüpfen.

Mit einer Tandem-Übung!

## Das Wichtigste auf einen Blick


**Klassen:** 7–9

**Dauer:** 8 Stunden (Minimalplan: 2)

**Kompetenzen:** Die Schüler ...

- benennen die Dichte als spezifische und messbare Stoffeigenschaft.
- berechnen die Dichte aus dem Quotienten von Masse und Volumen.
- erklären dichtespezifische Phänomene, wie die Schwimmfähigkeit von Körpern, anhand ihrer Dichte.
- führen selbstständig Versuche durch und protokollieren ihre Ergebnisse.

**Versuche:**

- Welches Metall ist das? (SV)
- Das Eier-Experiment (LV)
- Die Dichte begreifbar machen am Beispiel von Cola (SV)
- Kann man die Dichte gleich aussehender Flüssigkeiten sehen? (LV)
- Unterschiedliche Flüssigkeiten – unterschiedliche Dichten (SV)
- Das Tintenpatronen-Experiment (SV, )

**Übungsmaterial:**

- Teste dich selbst! – Übungsaufgaben zur Dichte
- Die Dichte von Stoffen – eine Tandem-Übung



## Die Einheit im Überblick

V = Vorbereitung	SV = Schülerversuch	TK = Tippkarte	FO = Folie
D = Durchführung	LV = Lehrerversuch	LEK = Lernerfolgskontrolle	AB = Arbeitsblatt
= Zusatzmaterial auf CD			

Stunde 1: Die Stoffeigenschaft „Dichte“ kennenlernen	
M 1 (FO)	Einbruch im städtischen Museum! – Diebstahl oder nicht?
M 2 (AB)	Einbruch im städtischen Museum! – Diebstahl oder nicht? <input type="checkbox"/> Schulbuch oder Fachliteratur
M 3 (TK)	Tippkarten zur Einstiegsgeschichte

Stunden 2–3: Die Dichte experimentell und rechnerisch ermitteln	
M 4 (SV) V: 5 min D: 20 min	<b>Welches Metall ist das? – Wir bringen Ordnung in die Chemikaliensammlung!</b> <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schüler <input type="checkbox"/> Aluminium <input type="checkbox"/> Eisen <input type="checkbox"/> Magnesium <input type="checkbox"/> Zink <input type="checkbox"/> Zinn <input type="checkbox"/> 5 Porzellanschalen <input type="checkbox"/> Leitungswasser <input type="checkbox"/> 1–2 Laborwaagen <input type="checkbox"/> 1 Messzylinder (50–500 ml) pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Becherglas (50–500 ml) pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Becherglas (1000 ml) pro Gruppe
M 5★ (AB)	Teste dich selbst! – Übungsaufgaben zur Dichte
M 5★★ (AB)	Teste dich selbst! – Übungsaufgaben zur Dichte (höheres Niveau)

Stunden 4–5: Abhängigkeit der Dichte von der Konzentration	
M 6 (LV/VP) V: 10 min D: 2 min	<b>Versuchsprotokoll: Das Eier-Experiment</b> <input type="checkbox"/> 3 Bechergläser <input type="checkbox"/> 3 Eier <input type="checkbox"/> 3 Salzlösungen unterschiedlicher Konzentrationen
VP	Versuchsprotokollvorlage
M 7 (SV) V: 5 min D: 10 min	<b>Die Dichte begreifbar gemacht am Beispiel von Cola</b> <input type="checkbox"/> Rohrzucker <input type="checkbox"/> 1 Dose Cola pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Dose Cola light pro Gruppe <input type="checkbox"/> Leitungswasser <input type="checkbox"/> 1 Becherglas (2 l) pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Becherglas (500 ml) pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Spatellöffel pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Glasstab pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Laborwaage pro Gruppe

Stunden 6–7: Die Dichte von Flüssigkeiten und ihre Temperaturabhängigkeit	
<b>M 8 (LV/VP)</b> ⌚ V: 5 min ⌚ D: 10 min	<b>Versuchsprotokoll: Kann man die Dichte gleich aussehender Flüssigkeiten sehen?</b> <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille <input type="checkbox"/> konzentrierte Zuckerlösung <input type="checkbox"/> Brennspritus  <input type="checkbox"/> Leitungswasser <input type="checkbox"/> 2 Petrischalen <input type="checkbox"/> 2 Tropfpipetten
<b>M 9 (SV)</b> ⌚ V: 10 min ⌚ D: 15 min	<b>Unterschiedliche Flüssigkeiten – unterschiedliche Dichten</b> <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schüler <input type="checkbox"/> 1 Reagenzglas pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Reagenzglasständer pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Becherglas (250 ml, hohe Form) pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Petrischale pro Gruppe mit 1 Büroklammer, 1 Reißzwecke, 1 Stück Kork <input type="checkbox"/> 1 Rosine pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Münze pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Holzwürfel pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Plastikstück pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Styroporkugel pro Gruppe <input type="checkbox"/> Speiseöl <input type="checkbox"/> Wasser <input type="checkbox"/> Honig
 (LV/SV) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 20 min	<b>Das Tintenpatronen-Experiment – oder: Die Abhängigkeit der Dichte von der _____</b> <input type="checkbox"/> 2 Tintenpatronen pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Eisbad <input type="checkbox"/> Wasserkocher <input type="checkbox"/> Leitungswasser <input type="checkbox"/> 2 Bechergläser (200 ml) pro Gruppe <input type="checkbox"/> Eiswürfel <input type="checkbox"/> 2 Büroklammern pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Pinzette pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Skalpell pro Gruppe <input type="checkbox"/> Papiertücher

Stunde 8. Lernerfolgskontrolle	
<b>M 10 (L/K)</b>	<b>Die Dichte von Stoffen – eine Tandem-Übung</b>

Die Gefährdungsbeurteilungen finden Sie auf  CD 12.

## Minimalplan

Ihnen steht wenig Zeit zur Verfügung? Dann können Sie die Einheit auch in **einer Doppelstunde** durchführen und dabei exemplarisch zwei Versuche zur Dichte durchführen. So könnten Sie z. B. mit dem **Lehrerversuch M 6** einsteigen und anschließend die neue Stoffeigenschaft „Dichte“ mithilfe von **Schülerversuch M 7** begreifbar machen. **Selbst-Test M 5** kann dann als Hausaufgabe zum Festigen des Wissens eingesetzt werden. Alle anderen Materialien werden dann nicht oder zur Wiederholung zu einem anderen Zeitpunkt eingesetzt.

### Einbruch im städtischen Museum – Diebstahl oder nicht?

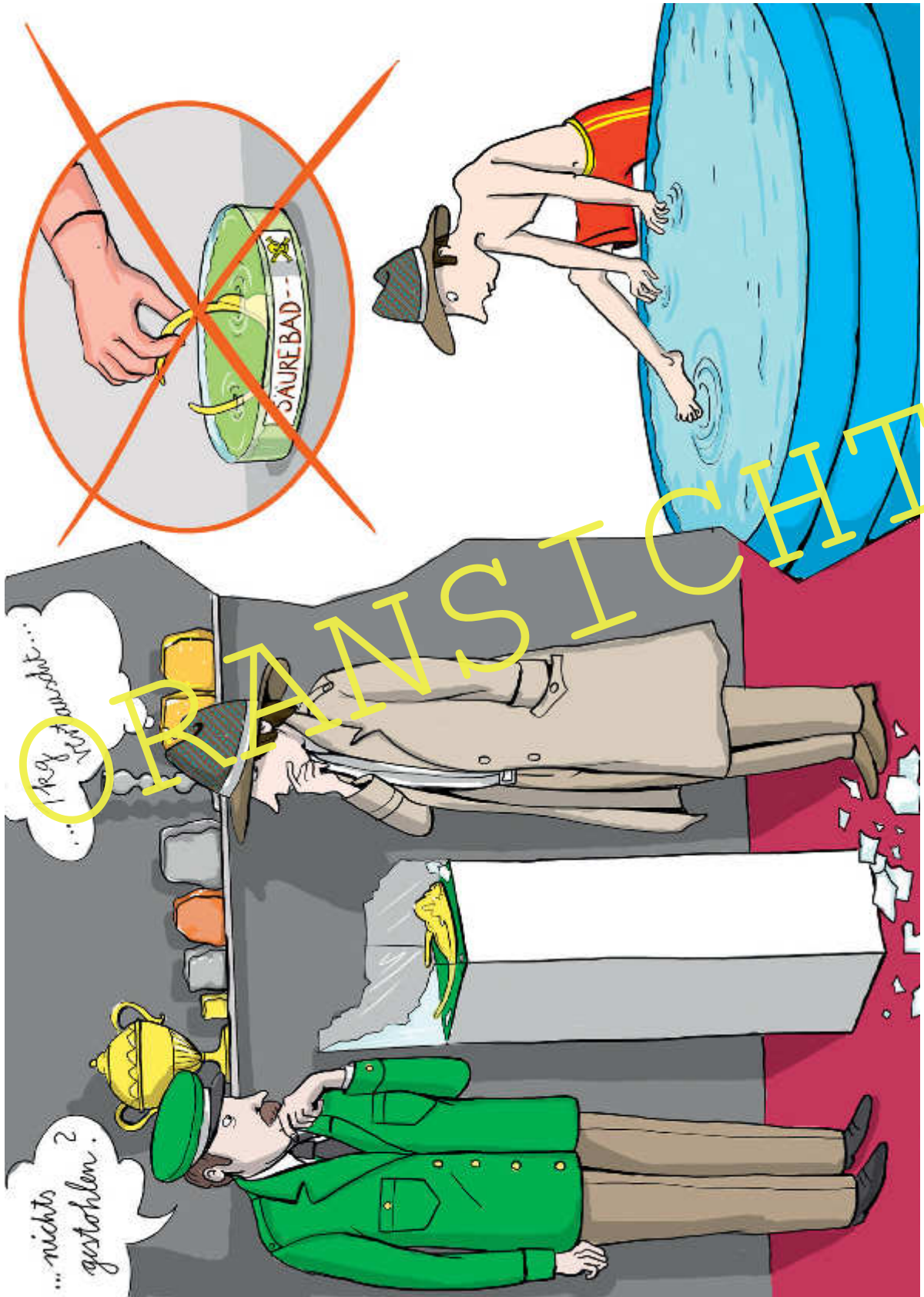


Illustration: Julia Lenzmann



## Tippkarten zur Einstiegsgeschichte

### 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 Planschbecken bei seinen Ermittlungen?, 5) Lösung des Falls

Danach könnt ihr eure Ergebnisse entweder mithilfe der Lösungskarten überprüfen oder euch die entsprechenden Tippkarten 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.

\*Stand Juni 2015, Quelle: [www.finanzen.net/rohstoffe](http://www.finanzen.net/rohstoffe)

Metall	Kosten in € pro kg*
Gold	35.033,07
Silber	504,55
Zinn	14,23
Kupfer	5,50
Zink	1,96



### Tipp 3: Hilfreiche Erkenntnisse aus dem Museum

Lest im Eingangstext noch einmal genau nach, welche Erkenntnisse Detektiv Gray beim Betrachten der Metallproben gleicher Masse in dem Museum gewinnen konnte. Fertigt dazu eine einfache, beschriftete Skizze der Metallproben an: Vergleicht jeweils das Volumen von 500 g Gold, Silber, Kupfer, Zink 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 müsste er nach euren Erkenntnissen aus Tipp 3 also jetzt beweisen bzw. experimentell bestimmen?



### Tipp 5: Inwieweit hilft ein Planschbecken bei den Ermittlungen?

- Welche Beobachtungen könnt ihr machen, wenn ihr in ein randvoll mit Wasser gefüllten Schwimmbecken steigt?
- Wie könnten Detektiv Gray diese Beobachtungen helfen, wenn man das Volumen eines Metallstücks oder eines anderen unregelmäßigen Festkörpers experimentell ermitteln möchte?
- Die Volumen welcher Metallproben müsste Detektiv Gray nun zur Klärung des Falls messen?



### Tipp 6: Die Lösung des Falls

Welche Schlüsse zieht ihr, wenn die von den beiden untersuchten Metallproben verdrängten Wassermengen gleich groß sind oder wenn die vom Diadem verdrängte Wassermenge größer ist?



## Lösungskarten (M 4–M 5★/★★)

### Lösung: Welches Metall ist das?

**Aufgabe 1:** Man kann die verschiedenen Metallproben mithilfe ihrer Dichte identifizieren. Dazu müsst ihr:

1. experimentell die Masse und das Volumen einer Metallprobe ermitteln,
2. mit der Formel  $\rho = m / V$  die Dichte der Metallprobe berechnen,
3. diesen experimentell ermittelten Dichtewert mit dem aus der angegebenen Tabelle vergleichen und anhand der Ergebnisse zuordnen, um welches Metall es sich handelt.

Bei der experimentellen Arbeit solltet ihr darauf achten, dass zuerst die Masse der Metallprobe durch Wiegen bestimmt wird und ihr erst dann das Volumen der Metalle durch die Wasserverdrängungsmethode ermittelt. Das hat den Vorteil, dass die Metalle beim Wiegen trocken sind und möglicherweise anhaftendes Wasser keine größere Masse verursacht.

Das Volumen der Metalle kann auf zwei verschiedene Arten bestimmt werden:

- a) Die **Überlauf-Methode:** Man taucht die Metallprobe komplett unterhalb des Wasserspiegels in ein randvoll mit Wasser gefülltes Gefäß (z. B. Becherglas), fängt die überlaufende Wassermenge in einem zweiten, größeren Gefäß auf und misst deren Volumen in einem Messzylinder.
- b) Die **Eintauch-Methode:** Man taucht die Metallprobe komplett unterhalb des Wasserspiegels in einen mit Wasser gefüllten Messzylinder und misst den dadurch verursachten Anstieg des Wasserspiegels.

Die Mittelwerte liefern ein exakteres Ergebnis als die Einzelwerte. Deswegen sollten wissenschaftliche Versuche immer mehrmals wiederholt werden.

**Aufgabe 2:** Zu Abweichungen kann es kommen,

- 1) wenn bei der Volumenbestimmung z. B. große Späne oder Metallkörner als Metallprobe verwendet wurden und Luftblasen unter Wasser am Metall hängen bleiben. Dies würde zu einem scheinbar größeren Volumen und damit einem kleineren Dichtewert führen.
- 2) wenn eine Gruppe zuerst das Volumen des Metalls ermittelt und danach dessen Masse durch Wiegen bestimmt. So kann es sein, dass das am Metall anhaftende Wasser eine größere Masse als in Wirklichkeit ergibt. Dies würde zu einem höheren Dichtewert führen.

### Lösung: Übungsaufgaben zur Dichte

**Aufgabe 1:** Es gilt:  $\rho = m / V$

Metallklotz I:  $\rho = 700 \text{ g} / 66,7 \text{ cm}^3 = 10,5 \text{ g/cm}^3 \rightarrow$  Klotz I ist: Silber

Metallklotz II:  $\rho = 50 \text{ g} / 6,3 \text{ cm}^3 = 7,9 \text{ g/cm}^3 \rightarrow$  Klotz II ist: Eisen

Metallklotz III:  $\rho = 700 \text{ g} / 259,2 \text{ cm}^3 = 2,7 \text{ g/cm}^3 \rightarrow$  Klotz III ist: Aluminium

**Aufgabe 2:** Es gilt:  $V = m / \rho$

$$V_{(2 \text{ kg Eisen})} = 2000 \text{ g} / 7,9 \text{ g/cm}^3 = 253,2 \text{ cm}^3$$

$$V_{(2 \text{ kg Aluminium})} = 2000 \text{ g} / 2,7 \text{ g/cm}^3 = 740,7 \text{ cm}^3$$

M 5★: Der Dienstoff sollte 2 kg Aluminium kaufen, da es bei gleicher Masse ein viel größeres Volumen als Eisen hat (ca. dreimal so groß).

**Aufgabe 3:** Es gilt:  $m = \rho \cdot V$

$$m_{(5 \text{ cm}^3 \text{ Platin})} = 21,4 \text{ g/cm}^3 \cdot 5 \text{ cm}^3 = 107 \text{ g}$$

$$m_{(5 \text{ cm}^3 \text{ Magnesium})} = 1,7 \text{ g/cm}^3 \cdot 5 \text{ cm}^3 = 8,5 \text{ g}$$

M 5★: Zacharias sollte die Tragflächen seines Flugzeugs nicht mit den beiden gleichgroßen Würfeln aus Platin bzw. Magnesium beschweren, da diese eine unterschiedliche Masse haben und das Modellflugzeug damit nicht fliegen könnte: Die Seite mit dem Platin-Würfel wäre 107 g schwer, während die Seite mit dem Magnesium-Würfel nur 8,5 g schwer wäre.

**Aufgabe 4:** Es gilt:  $V = m / \rho$

$$V_{(2 \text{ kg Alkohol})} = 2000 \text{ g} / 0,78 \text{ g/ml} = 2564,1 \text{ ml} \quad (2,56 \text{ l})$$

$$V_{(2 \text{ kg Quecksilber})} = 2000 \text{ g} / 13,53 \text{ g/ml} = 147,8 \text{ ml} \quad (0,15 \text{ l})$$

M 5★: Das Gefäß zum Alkoholtransport müsste mindestens 2,56 l fassen können. Das zum Quecksilbertransport bräuchte dagegen nur ein Fassungsvermögen von 150 ml zu haben.



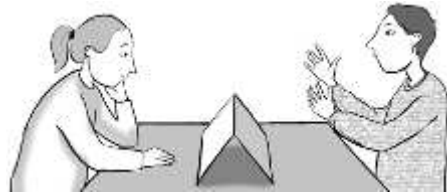
## M 10

## Die Dichte von Stoffen – eine Tandem-Übung

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

## So geht's

- Ihr sitzt euch gegenüber. Faltet das Blatt in der Mitte und stellt es zwischen euch auf.
- Schüler A beginnt mit dem Vorlesen der Aufgabe 1 und beantwortet diese auch selbst.
- Schüler B überprüft die Antwort mithilfe von Lösung 1, bestätigt, gibt Hilfestellungen oder korrigiert die Aussagen.
- Nun ist Schüler B mit Aufgabe 2 dran, die er auch selbst beantwortet.
- So geht es abwechselnd weiter.



<p><b>Aufgabe 1</b> Die Dichte ist eine charakteristische Eigenschaft von Stoffen. Wie lautet ihre Formel?</p>	<p><b>Lösung 1</b> Die Formel der Dichte lautet: <math>\rho = m / V</math> (Dichte = Masse / Volumen).</p>
<p><b>Lösung 2</b> Die Einheit der Dichte bei Feststoffen ist g/cm<sup>3</sup> und bei Flüssigkeiten und Gasen g/ml.</p>	<p><b>Aufgabe 2</b> Was ist die Einheit der Dichte bei Feststoffen bzw. bei Flüssigkeiten und Gasen?</p>
<p><b>Aufgabe 3</b> Stelle dir 100 g Eisen und 79 g/cm<sup>3</sup> Aluminium vor. Was ist der Unterschied?</p>	<p><b>Lösung 3</b> Das Aluminium hat bei gleicher Masse ein viel größeres Volumen.</p>
<p><b>Lösung 4</b> Die Dichte ist abhängig vom Stoff selbst (jeder Stoff hat seinen charakteristischen Dichtewert), von der Konzentration der Lösung (konzentrierte Lösungen haben eine höhere Dichte als verdünnte) und von der Temperatur (mit sinkender Temperatur steigt die Dichte der Stoffe).</p>	<p><b>Aufgabe 4</b> Wovon ist die Dichte von Stoffen abhängig? <b>Tipp</b> (falls nötig): Denke dabei an die Dichtetreppe und an den Eiertest-Versuch.</p>
<p><b>Aufgabe 5</b> Welche Flüssigkeit hat eine höhere Dichte: Cola oder Cola light? Begründe.</p>	<p><b>Lösung 5</b> Cola hat eine höhere Dichte, da pro ml mehr Zuckerteilchen in Lösung vorliegen.</p>
<p><b>Lösung 6</b> Ja, z. B. wenn sich beim Zusammengießen der Flüssigkeiten Schlieren bilden oder wenn eine Flüssigkeit unter die andere absinkt (z. B. Wasser unter Öl).</p>	<p><b>Aufgabe 6</b> Kann man sehen, dass z. B. Flüssigkeiten unterschiedliche Dichten haben?</p>

↑  
falten