

# I.C.19

## Wärmelehre

# Normales Wasser – ganz schön unnormal!

Prof. Dr. Axel Donges

Fotos und Illustrationen von Prof. Dr. A. Donges, digitalisiert von Dr. W. Zettlmeier



© RAABE 2020

© Colourbox

Ob in der Sauna, beim Baden im Meer oder als Schnee und Eis im Winter: Wasser ist allgegenwärtig und scheint uns völlig vertraut und daher ganz normal zu sein. Doch wirft man einen zweiten, forschenden Blick auf diesen lebensnotwendigen Stoff, wird schnell klar, dass sich Wasser in seinen Eigenschaften von anderen Flüssigkeiten ganz erheblich unterscheidet. Von den überraschenden Konsequenzen, die daraus folgen, handelt dieser Beitrag.

---

### KOMPETENZPROFIL

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>Klassenstufe:</b>         | 8/9  |
| <b>Dauer:</b>                | 15 Unterrichtsstunden  |
| <b>Kompetenzen:</b>          | Modellieren und mathematisieren, Sachtexte sinnentnehmend lesen, Überprüfung physikalischer Aussagen in Theorie und Experiment, Umgang mit SI-Einheiten                      |
| <b>Thematische Bereiche:</b> | Interdisziplinäre Betrachtung von Wasser, Dichte verschiedener Medien, Aggregatzustände, Archimedisches Prinzip, Thermische Ausdehnung, Thermometer, Klima- und Umweltschutz |
| <b>Medien:</b>               | Texte, Bilder, Diagramme, Mediathek, Taschenrechner  |

---

## M 1

## Die Dichte

## Definition

Die Dichte  $\rho$  (rho) ist eine der wichtigsten Eigenschaften eines Stoffes. Dabei ist egal, ob es sich um ein Gas, eine Flüssigkeit oder einen Festkörper handelt.

Sie ist definiert als das Verhältnis der Stoffmasse  $m$  zum eingenommenen Stoffvolumen  $V$ .

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Die Dichte hat die Einheit  $\text{kg/m}^3$ .



## Merksatz

Oft wird die Dichte auch in  $\text{g/cm}^3$  angegeben.  
Es gilt  $1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$ .



A. Donges



## Schülerversuch 1

Fülle 200 ml Wasser in ein Gefäß und bestimme mithilfe einer Waage die Masse des Wassers. Wiederhole den Versuch mit 400 ml und 600 ml.

**Dokumentiere** deine Messwerte in dieser Tabelle und **bestimme** die Dichte durch Bildung des Mittelwerts.

| $V$ in $\text{cm}^3$ | $m_{\text{ohne Wasser}}$ in g | $m_{\text{mit Wasser}}$ in g | $m_{\text{Wasser}}$ in g | Dichte $\rho = \frac{m}{V}$ in $\text{g/cm}^3$ |
|----------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------|--|
| 200                  |                               |                              |                          |  |
| 400                  |                               |                              |                          |  |
| 600                  |                               |                              |                          |  |

Berechnung des Mittelwerts:



**Hinweis:** Wiege zunächst die Masse des leeren Gefäßes und dann die Masse des gefüllten Glases. Die Differenz ist die Masse des Wassers.



## Schülerversuch 2

Fülle eine definierte Menge Speiseöl in ein Gefäß und bestimme die Masse des Öls mithilfe einer Waage. **Bestimme** die Dichte des verwendeten Öls.

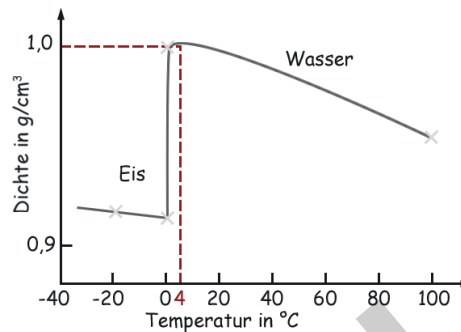
## Eis schwimmt – eine weitere Anomalität

M 9

Normalerweise sind Stoffe im festen Aggregatzustand dichter als im flüssigen: Ein Stück Kerzenwachs geht im flüssigen Wachs unter, ebenso ein Eisenklotz in einer Eisenschmelze (Erinnerung: Ein Festkörper schwimmt nur dann, wenn seine Dichte kleiner ist als die der Flüssigkeit). Das liegt daran, dass die Atome im Festkörper in der Regel enger beieinanderliegen als in der entsprechenden Flüssigkeit.

### Ausnahme

Wasser und Eis verhalten sich, was die Dichte betrifft, **anomal** (= unnormal), siehe Abb. rechts. Gefrorenes Wasser (Eis) hat eine geringere Dichte als flüssiges Wasser, weshalb Eis in Wasser schwimmt (siehe Abb. links unten).



erstellt von M. Schultalbers und R. Müller/  
www.sonntaler.net

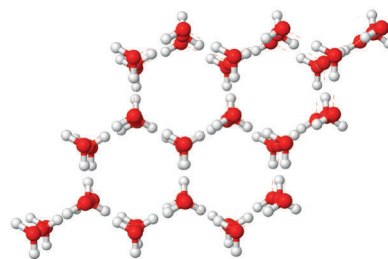
### Warum hat Eis eine geringere Dichte als Wasser? (nur für Interessierte)

Sinkt die Temperatur unter den Gefrierpunkt (bei Normaldruck: 0 °C), wird die thermische Energie des Wassers so gering, dass sich dank der Wasserstoffbrückenbindungen (siehe M 7) alle Wassermoleküle in einer großen Kristallstruktur (Eis) anordnen (siehe Abb. rechts unten). Typisch ist die sechseckige Kristallstruktur, die zu großen Hohlräumen im Kristall führt. Daher sind die Wassermoleküle im Eis nicht so eng wie in der flüssigen Phase angeordnet. Das erklärt, weshalb das Eis mehr Volumen als das flüssige Wasser einnimmt.



© Jonathan Knowles/Stone/Getty Images

Ein Stück Eis schwimmt im Wasser



© Danski14/wikimedia commons/CC BY-SA 3.0

Kristallstruktur von Eis

### Aufgaben

- Ein Eisberg (gefrorenes Süßwasser, Dichte  $0,92 \text{ g/cm}^3$ ) hat ein Volumen von 50 Millionen Kubikmeter. Wie viel Liter Wasser (Dichte  $1,00 \text{ g/cm}^3$ ) entstehen, wenn der Eisberg schmilzt?
- Ein Eiswürfel (Dichte  $0,92 \text{ g/cm}^3$ ) schwimmt in Wasser (Dichte  $1,00 \text{ g/cm}^3$ ). Wie viel Prozent des Eisvolumens liegt unterhalb der Flüssigkeitsoberfläche?
- In einem mit Wasser (Dichte  $1,00 \text{ g/cm}^3$ ) gefüllten Trinkglas schwimmt ein Eiswürfel (Dichte  $0,92 \text{ g/cm}^3$ ). Das Glas ist bis zum Rand mit Wasser gefüllt. Nun schmilzt das Eis. Sinkt der Wasserspiegel, bleibt der Wasserspiegel unverändert oder läuft Wasser über den Rand des Glases? Führe nach der Lösung einen entsprechenden **Versuch** durch.

