



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Wasser – ein besonderer Stoff

Wolfgang Kinzelbach

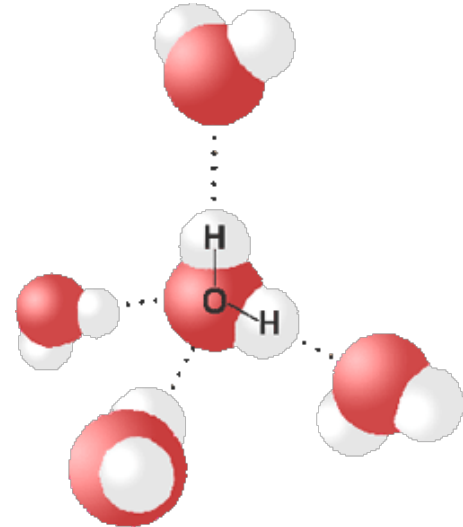
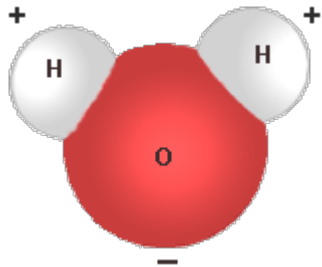
Institut für Umweltingenieurwissenschaft

ETH Zürich

Email: kinzelbach@ifu.baug.ethz.ch

Das Wassermolekül

- Zusammensetzung H_2O



- Molekül insgesamt neutral, hat aber elektrisch positiv und negativ geladene Enden: Kettenbildung – Ursache für die Besonderheiten des Stoffs Wasser

Die Formen des Wassers

- Fest: Eis



- Flüssig: Wasser



- Gasförmig: Wasserdampf
(Vorsicht: Wasserdampf ist unsichtbar)



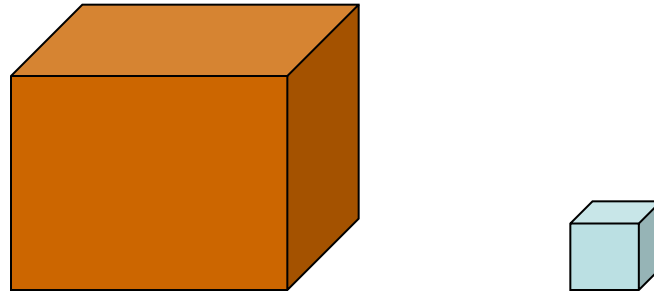
- Alle 3 Formen können gleichzeitig nebeneinander auftreten

Wir untersuchen 2 Eigenschaften des Wassers

- Spezifisches Gewicht
 - Verantwortlich für Auftrieb, Schichtung im See
- Oberflächenspannung
 - Verantwortlich für Tropfenbildung und Seifenblasen

Was heisst "spezifisches Gewicht"?

- Frage : Was ist schwerer, Holz oder Eisen?



- Vorsicht: man muss gleich grosse Stücke nehmen.



- Gewicht für Würfel von 1 cm Kantenlänge:
Spezifisches Gewicht

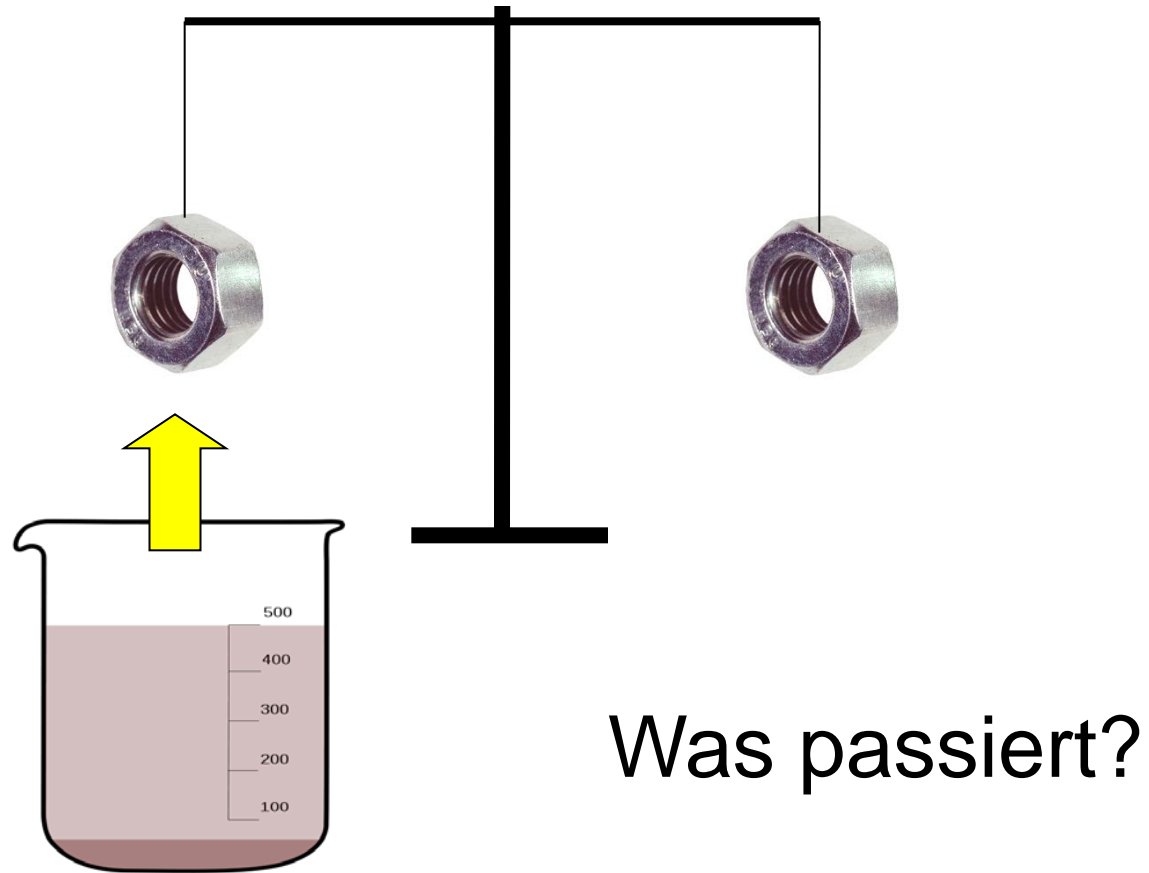
Spezifisches Gewicht

- Frage: Was ist schwerer, Eisen oder Wasser?
- Frage: Was ist schwerer, Holz oder Wasser?
- Einfach Körper ins Wasser werfen:
- Wenn der Körper schwimmt, ist er leichter als Wasser, wenn er untergeht, ist er schwerer als Wasser

Spezifisches Gewicht

- Eis ist leichter als Wasser
- Luft ist sehr viel leichter als Wasser
- Vorsicht: Eisen kann auch schwimmen, wenn man z. B. ein hohle Eisenkugel oder ein Schiff formt.
- Das spezifische Gewicht ist in diesen Fällen eine Kombination aus dem spezifischen Gewicht der Eisenhülle und der darin enthaltenen Luft

Gewicht in Wasser



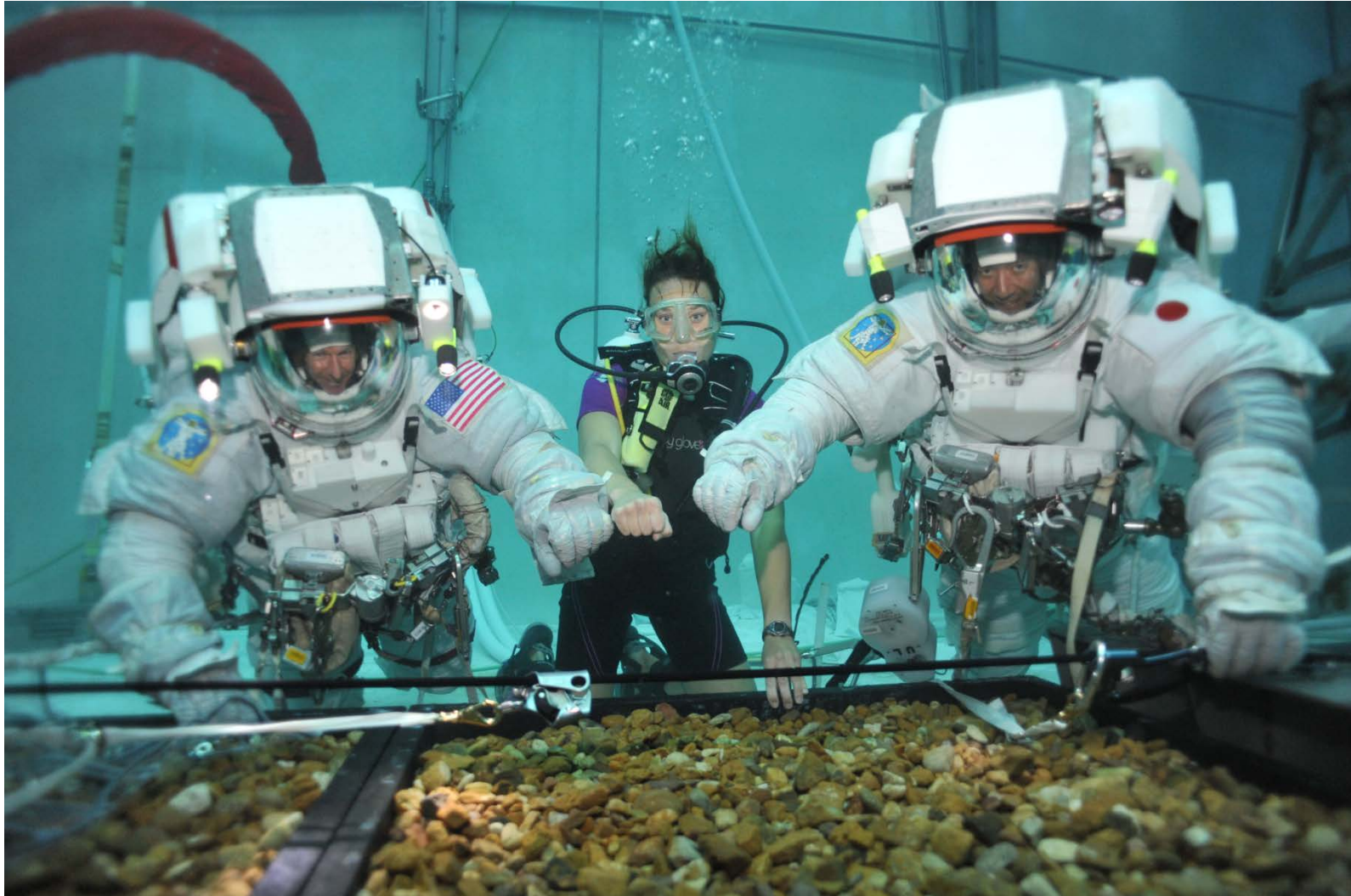
Spezifisches Gewicht

- Ein Körper in Wasser ist leichter als derselbe Körper in Luft
- Er verliert Gewicht durch Auftrieb. Wenn er schwimmt, ist er “gewichtlos”.

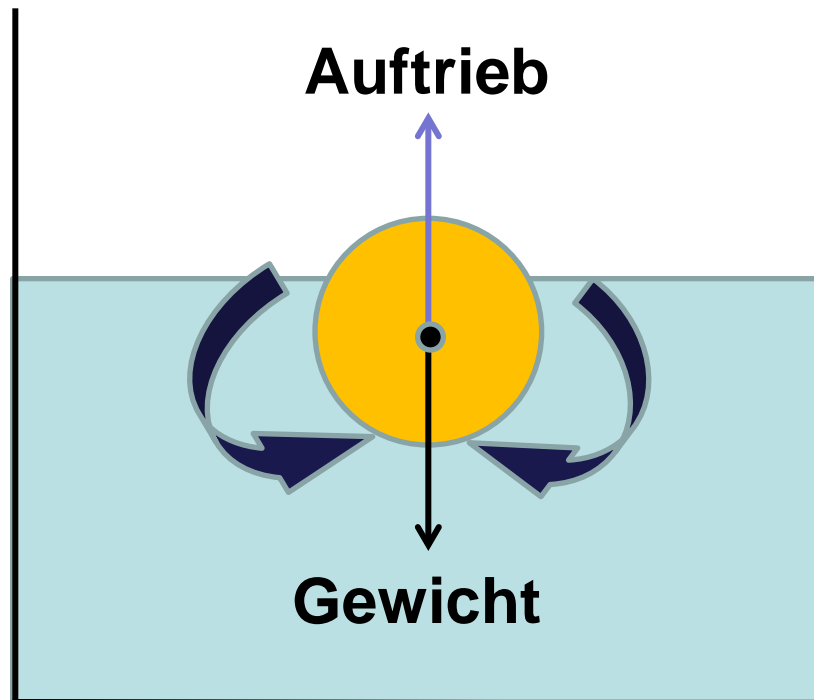


Eine schwimmende Bohrinselfestung ist «gewichtlos»!!

Astronautentraining unter Wasser



Auftrieb



Das verdrängte Wasser möchte zurück an den ursprünglichen Ort. Das erzeugt den Auftrieb.

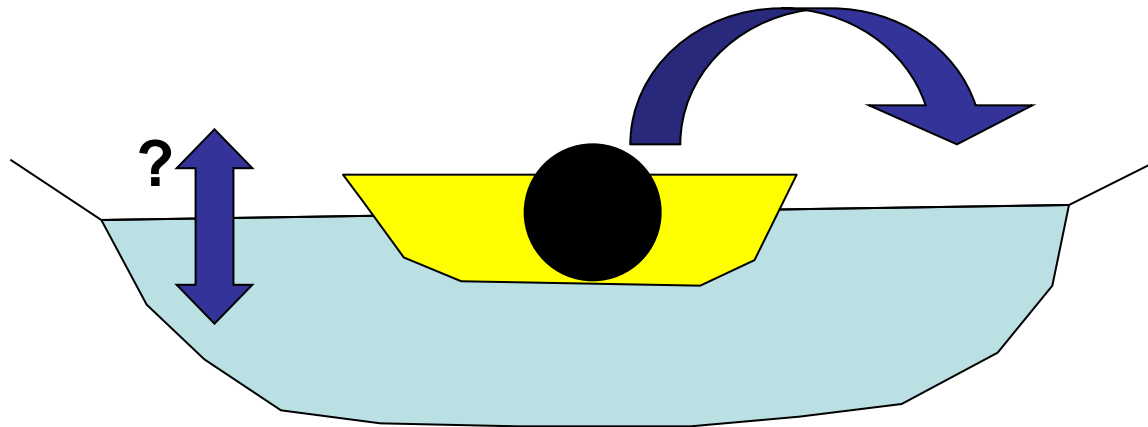
- Gewicht zieht nach unten
- Auftrieb drückt nach oben
- Schwimmen = Gleichgewicht der beiden Kräfte

Schwimmen

- Das verdrängte Wasser erzeugt einen Auftrieb. Der Auftrieb ist beim Schwimmen entgegengesetzt gleich dem Gewicht des Körpers
- Archimedisches Prinzip: Ein Körper, der schwimmt, verdrängt soviel Wasser, dass das verdrängte Wasser gerade soviel wiegt wie der Körper
- Ein Körper, der sinkt, verdrängt nur soviel Wasser wie seinem Volumen entspricht, während ein Körper, der schwimmt, soviel Wasser verdrängt wie er wiegt.

Denkaufgabe

- Der Stein wird aus dem Boot geworfen
- Was macht der Wasserspiegel des Sees?
 - Steigt er, sinkt er oder bleibt er gleich?



Tauchender Teufel



Glasi Hergiswil

Wir basteln selber einen Taucher

- Zutaten:
- Plastikflasche mit Schraubverschluss
- Backaromafläschchen

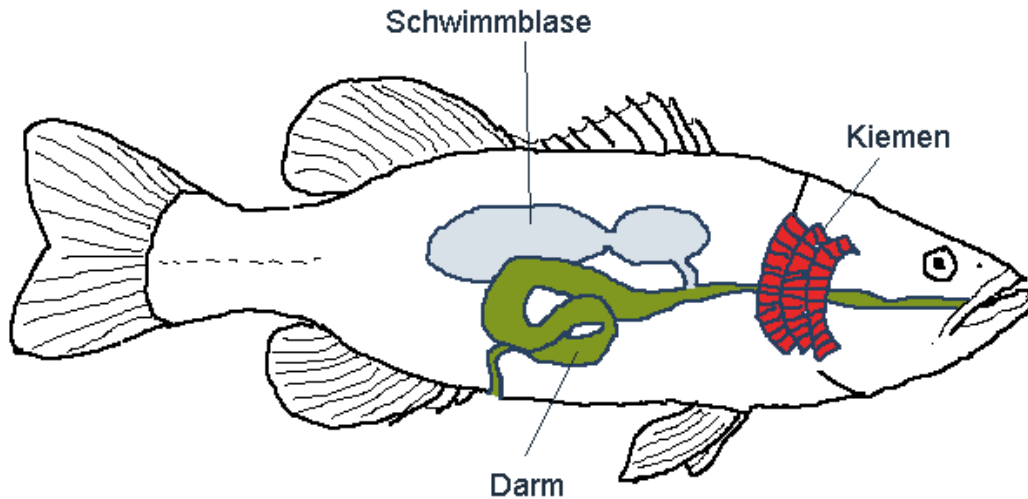


Erklärung

- Durch den Druck auf die Flasche und das Wasser wird die Luftblase im Backaromafläschchen zusammengedrückt.
- Jetzt verdrängt sie weniger Wasser
- Damit wird der Auftrieb verringert und der Taucher sinkt ab.
- Nehmen wir den Druck wieder weg so dehnt sich die Gasblase aus und der Auftrieb nimmt wieder zu. Der Taucher steigt.

So ähnlich funktioniert die Schwimmblase der Fische

Die Schwimmblase gleicht durch Volumenänderung das spezifische Gewicht des Fisches an das der Umgebung an. Dadurch schwebt der Fisch gewichtslos.



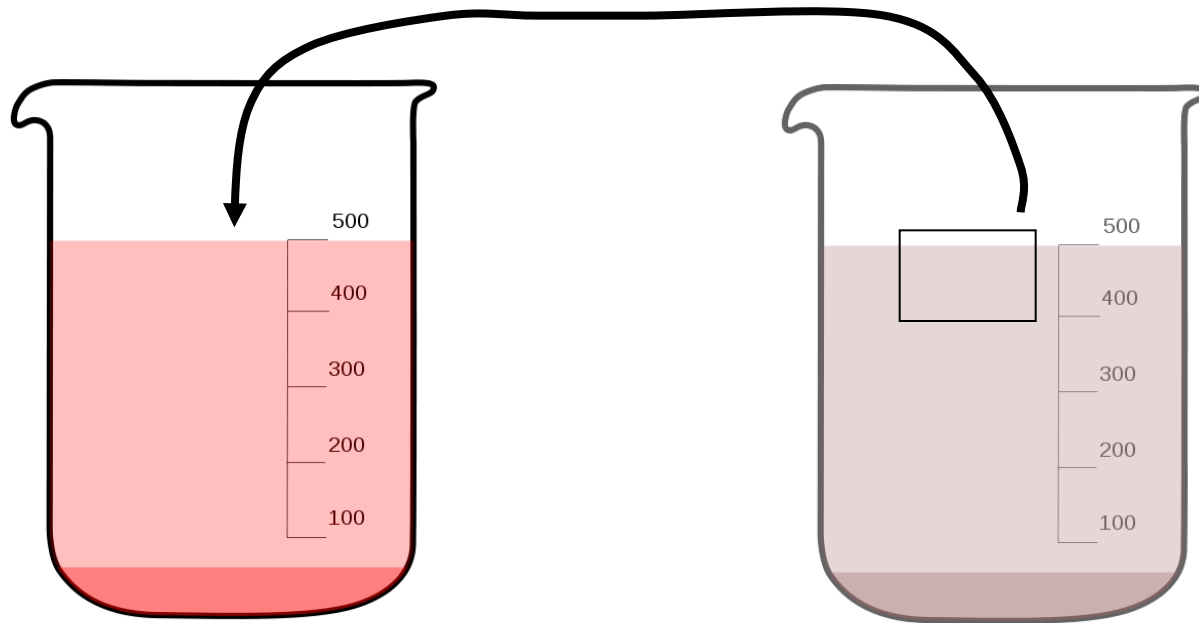
de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/1262995

www.wasser-wiki.de/doku.php?id=wasser_eigensch...



Vorsicht, der Hai hat keine Schwimmblase. Er muss sich dauernd bewegen, um nicht unterzugehen....

Warmes und kaltes Wasser



Wir färben kaltes Wasser blau.

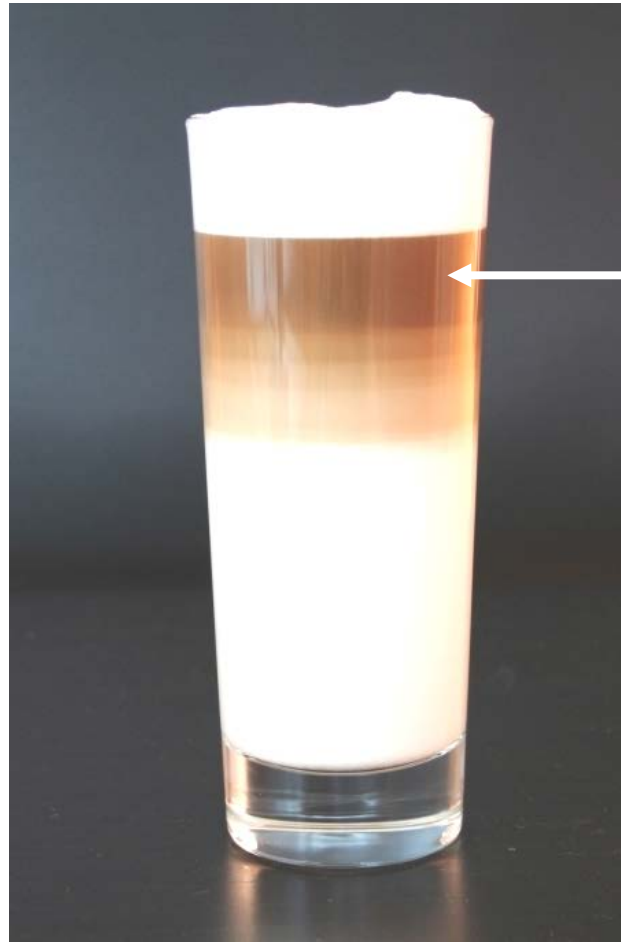
Wir geben dieses kalte Wasser ins warme Wasser.

Was passiert?

Die Anomalie des Wassers

- Das spezifische Gewicht des Wassers ist am grössten bei 4°C
- Im Zürichsee findet man in der Tiefe immer Wasser von 4°C
- Gefrierendes Wasser und Eis sind leichter als Wasser von 4°C
- Vorteil für die Fische: Ein See gefriert von oben
- Im Sommer bleibt das warme Wasser an der Oberfläche und mischt sich nicht
- Zweimal im Jahr ist die Temperatur über die Tiefe ausgeglichen: Frühjahr und Herbst. Dann kann der Wind den See leicht durchmischen.

Beim nächsten Latte Macchiato beobachten....



← Leichter als die Milch!

Experiment Salzwasser - Süßwasser

- Das Ei sinkt in Süßwasser
 - Es ist schwerer als Süßwasser
- Geben wir Salz dazu, steigt das Ei auf
 - Es ist leichter als Salzwasser
- Vorsicht: Alte Eier schwimmen auch in Süßwasser, da sich im Innern eine Gasblase bildet

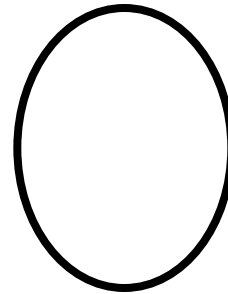


Schwimmen im Toten Meer:
Salzwasser ist schwerer als
Süßwasser und verursacht
deshalb mehr Auftrieb.

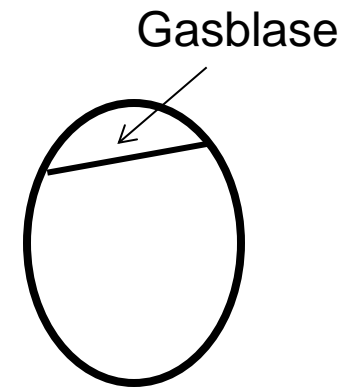
Wie man in Afrika Eier einkauft



Frisches Ei



Altes Ei



Warum schwimmt die Münze?



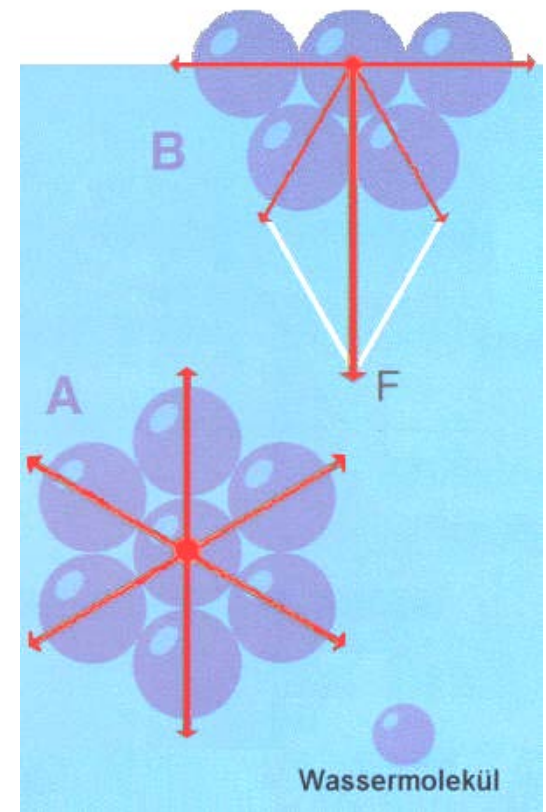
Warum kann der Wasserläufer auf dem Wasser laufen?



Bildnachweis: Markus Gayda, Wikicommons

Die Oberflächenspannung

- Die Oberflächenspannung entsteht durch die Anziehungskräfte zwischen den Wassermolekülen, die an der Oberfläche nur nach innen wirken
- Die Oberflächenspannung bewirkt die Kugelform von Wassertropfen



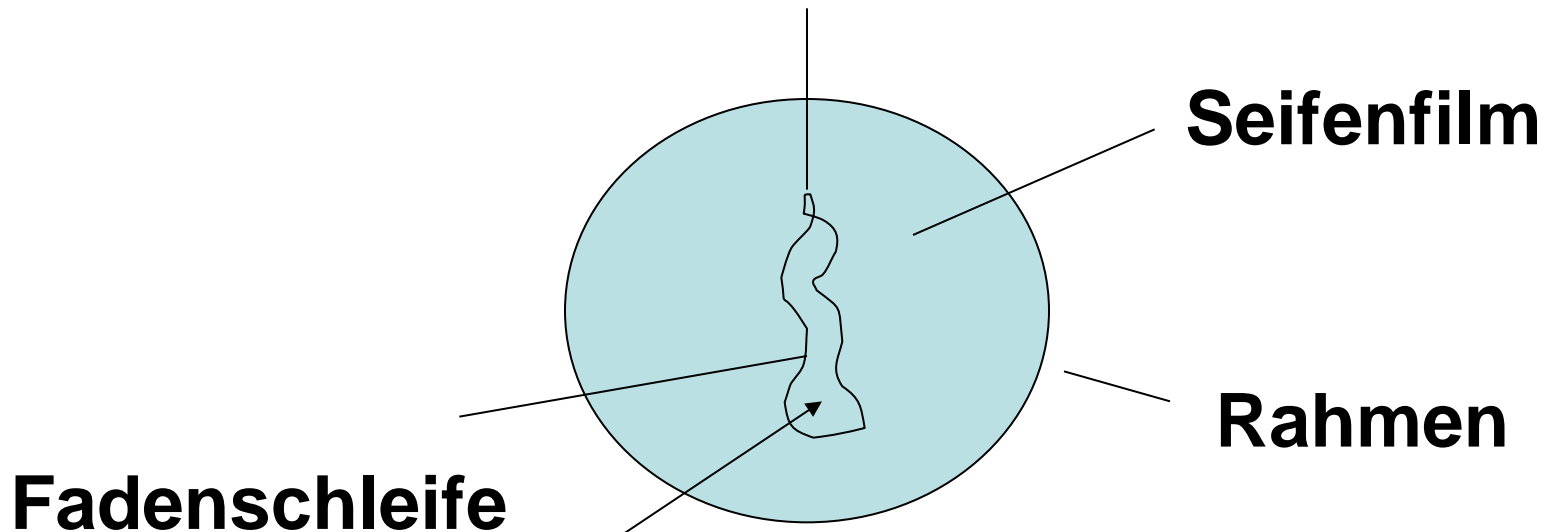
Wassertropfen



Oberflächenspannung

- Die Oberflächenspannung von Wasser ist gross
- Wir können sie verkleinern, indem wir Seifenlauge zugeben. Dann lässt sie sich gut studieren
- Die Oberflächenspannung zeigt sich z. B. sehr schön in Seifenblasen

Experiment zu Oberflächenspannung



Wir stechen in die Fadenschleife. Was passiert?

Superseifenblasen



www.flickr.com/photos/digitus_malus/3063996075/

Rezept für Riesenseifenblasen

- **Seifenblasen vom Weltmeister**
- Der Schweizer Hans Suter stellte mit einer Seifenblase von 4 m Durchmesser einen Weltrekord auf. Hier sein Rezept:

½ l warmes Wasser

375 g neutrale Seife

13 g Tapetenkleister

250 g Zucker

Alles vermischen, 24 h stehenlassen, dann 4 ½ l Wasser dazu schütten und ordentlich umrühren.

- <http://www.neutralseife.de/seifenblasenrezept.html>

Alles klar???

Ende