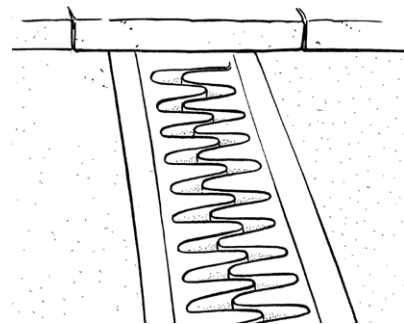


Beim Erhitzen dehnen sich alle Stoffe aus, z. B. auch der Stahlbeton einer Brücke im Sommer.

Die meisten Stoffe ziehen sich beim Abkühlen immer weiter zusammen.

Stellt man eine volle Plastik-Wasserflasche in einen Gefrierschrank, findet man die Plastikflasche nach einiger Zeit stark ausgebeult wieder.

Eine leere (nur mit Luft gefüllte) Plastikflasche zieht sich beim Abkühlen zusammen.



An einem heißen Sommertag ist nichts nötiger als ein leckeres Eis und ein kühles Getränk.

Im Winter kühlt die kalte Luft das Wasser an der Oberfläche ab. Es sinkt nach unten.

Das geht so lange, bis der ganze See eine Temperatur von $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ hat.

Erst dann kann das Wasser an der Oberfläche weiter abkühlen, bleibt aber oben und gefriert.

Doch Wasser verhält sich anders. Das nennt man die **Dichteanomalie des Wassers**.

Beim Abkühlen bis $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ zieht sich Wasser, wie alle anderen Flüssigkeiten, zusammen.

1 Liter Wasser gefriert zu ungefähr 1,1 Liter Wassereis, wiegt aber immer noch 1 kg.

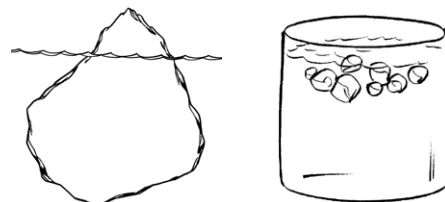
Da die Dichte besagt, wie viel 1 cm^3 eines Stoffes wiegt, hat Wassereis eine geringere Dichte als Wasser und schwimmt!

Bei einer weiteren Abkühlung unter $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ dehnt sich Wasser jedoch wieder aus.

Beim Gefrieren ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$) nimmt das Volumen sogar um fast 10 % zu.

Dadurch entsteht ein so hoher Druck, dass eine Plastikflasche stark ausgebeult wird.

Eisberg und Eiswürfel schwimmen im Wasser:





In jedem stehenden Gewässer (Teich, See aber auch im Meer oder im Ozean) sinkt das 4 °C warme Wasser nach unten.

Ist Wasser wärmer als 4°C, nimmt die Dichte ab.

Ist Wasser kälter als 4 °C, nimmt die Dichte ab.

| WASSESTEMPERATUR | DICHTE |
|------------------|---------------------------|
| 0 °C | 0,99984 g/cm ³ |
| 1 °C | 0,99990 g/cm ³ |
| 2 °C | 0,99994 g/cm ³ |
| 3 °C | 0,99997 g/cm ³ |
| 4 °C | 0,99998 g/cm ³ |
| 5 °C | 0,99997 g/cm ³ |
| 10 °C | 0,99970 g/cm ³ |
| 20 °C | 0,99820 g/cm ³ |

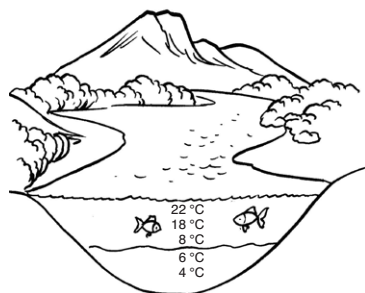
Wasser mit einer Temperatur von 4 °C ist am weitesten zusammengezogen, es hat also die größte Dichte.

1 l Wasser wiegt bei 4 °C genau 1 Kilogramm.

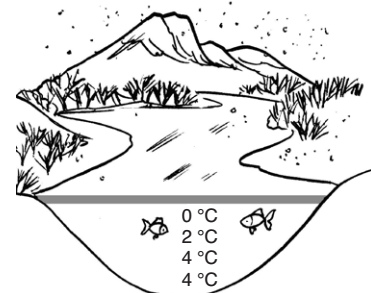
Im Sommer wird das Wasser auf der Oberfläche von der Sonne erwärmt. Da es sich beim Erwärmen ausdehnt, bleibt das warme Wasser an der Oberfläche. Unten im See befindet sich kühleres Wasser, was ein Schwimmer an den Füßen spüren kann.

Wird die Luft in einer leeren Plastikflasche erwärmt, hört man die Ausdehnung durch ein deutliches Knacken.

Ein See im Sommer:

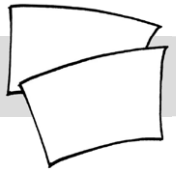


Ein See im Winter:



Fische und andere Lebewesen können auch im Winter in tieferem Wasser überleben. Hätte Wasser nicht diese besondere Dichteanomalie, würden alle Gewässer von unten her vereisen.

Am Grund tiefer Seen und auch in den Meeren und Ozeanen hat das Wasser also immer eine Temperatur von 4 °C. Temperaturschwankungen finden nur in den oberen Wasserschichten statt.



Erweiterung



Wenn Wasser in Hohlräumen gefriert, kommt es durch die mit der Ausdehnung beim Gefrieren verbundene Sprengwirkung zu Schäden.

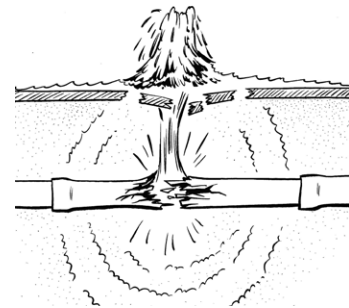


Auf Straßen oder Gehwegen entstehen Frostaufbrüche, da Wasser unter dem Belag oder unter den Pflastersteinen gefriert und nach oben drückt.

Da das Scheibenwaschwasser im Winter vereisen würde, wird vor der Frostperiode ein geeignetes Frostschutzmittel eingefüllt.

Ein Wasserrohrbruch kann schlimme Folgen haben.

Wasserleitungen müssen deshalb in mindestens 1 m Tiefe verlegt werden – bis dahin reicht der Frost meistens nicht.

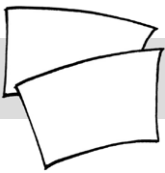


Früher, als noch keine Sprengstoffe bekannt waren, wurden mithilfe des gefrierenden Wassers große Steinblöcke aus Steinbrüchen gesprengt.

Dazu füllte man in vorher erstellte Bohrlöcher Wasser, verschloss diese und wartete auf Frost.

Die Sprengwirkung des Wassers beim Gefrieren kann aber auch von Nutzen sein.

Einen Nutzgarten gräbt man vor dem Frost um, ein Acker wird vor dem Winter gepflügt. Der Frost sprengt die Erdklumpen und lockert den Erdboden für das nächste Jahr auf.



Vertiefung



Besonders interessant ist auch die nach dem englischen Zahnarzt Barnabas Wood benannte Wood'sche Legierung, die wegen des hohen Gehalts an Bismut (50 %) ebenfalls eine Dichteanomalie besitzt.

Die Dichteanomalie kommt auch bei einigen Metallen, Halbmetallen und Metall-Legierungen vor (z. B. Bismut, Gallium, Germanium, Plutonium, Silizium und Tellur).

Hätte Wasser nicht die Besonderheit der Dichteanomalie, wäre kein Leben auf der Erde möglich.
Keine andere Flüssigkeit weist diese Besonderheit auf.

Wasser ist die wichtigste Flüssigkeit auf der Erde.
Der menschliche Körper besteht zu ca. 75 % aus Wasser.
71 % der Erdoberfläche sind mit Wasser bedeckt (Salzwasser in Ozeanen und Meeren, Süßwasser z. B. in Flüssen, Seen und Gletschern).

Das Element Gallium ist ein silberweißes Metall mit einer weiteren besonderen Eigenschaft: Seine Schmelztemperatur beträgt nur 30 °C.
Ein kleines Stück Gallium wäre also bei Zimmertemperatur fest und würde auf der Handfläche schmelzen.

Barnabas Wood erhielt im Jahr 1860 ein Patent auf diese Legierung. Wegen ihrer niedrigen Schmelztemperatur von nur 60 °C nutzte er sie für Zahnfüllungen.
Ein Löffel aus dieser Legierung wurde früher auch als Scherzartikel genutzt. Wollte man damit heißen Tee umrühren, schmolz der Metalllöffel! Allerdings sind Mischungen aus unedlen Metallen (und Schwermetallen) ungesund.



Ich verhalte mich nicht „normal“ – Anomalie des Wassers

Mögliche Lösung

Lösung der Leitfrage: Kevin wollte schnell eine volle Wasserflasche im Gefrierschrank kühlen. Da es auf die leere Plastikflasche Pfand gibt, stellte er sie zusammen mit der vollen in den Gefrierschrank. Nach einer Stunde hat sich die leere zusammengezogen, die volle ist sehr dick geworden.

| Ein kühles Getränk | Anomalie des Wassers | Auswirkungen auf Gewässer |
|--|--|---|
| <p>An einem heißen Sommertag ist nichts nötiger als ein leckeres Eis und ein kühles Getränk.</p> | <p>Beim Erhitzen dehnen sich die meisten Stoffe aus, z. B. auch der Stahlbeton einer Brücke im Sommer.</p> | <p>In jedem Gewässer sinkt das 4 °C warme Wasser wegen seiner größten Dichte nach unten.</p> |
| <p>Ist man aber zu ungeduldig und stellt eine volle Wasserflasche in einen Gefrierschrank, findet man die Flasche zerbrochen wieder.</p> | <p>Doch Wasser verhält sich anders. Das nennt man die Dichteanomalie des Wassers.</p> | <p>Im Sommer wird das Wasser auf der Oberfläche erwärmt. Da es sich beim Erwärmen ausdehnt, bleibt das warme Wasser oben.</p> |
| <p>Eine leere PET-Flasche zieht sich beim Abkühlen zusammen. Eine mit Wasser gefüllte PET-Flasche platzt oder wird sehr dick.</p> | <p>Beim Abkühlen bis 4 °C zieht sich Wasser zusammen. Bei einer weiteren Abkühlung unter 4 °C dehnt sich Wasser aber wieder aus.</p> | <p>Im Winter kühlt die kalte Luft das Wasser an der Oberfläche ab. Es sinkt nach unten. Nur an der Oberfläche bildet sich Eis. Das geht so lange, bis der ganze See eine Temperatur von 4 °C hat.</p> |
| <p>Kevin meint mit seinem Rätsel „Leer ziehe ich mich zusammen und voll platze ich!“ zwei PET-Flaschen in einem Gefrierschrank.</p> | <p>Beim Gefrieren (0 °C) nimmt das Volumen sogar um fast 10 % zu. Dadurch entsteht ein so hoher Druck, dass eine Flasche platzt.</p> | |