

Aspekte des fachlichen Hintergrunds dieser Versuchsreihe

Wenn wir an WÄRME denken, löst das in uns unterschiedliche Vorstellungen und Empfindungen aus. Es fallen uns Begriffe ein wie Sonne, Heizung, Feuer, Hitze, Kälte, Fieber, Thermometer, ... aber ebenso Redewendungen wie „eine hitzige Debatte“, ... „mir wird warm ums Herz“, ... „ein eiskalter Typ“, ... und vieles mehr.

Der Zugang zum Thema WÄRME ist subjektiv sehr vielfältig.

Dies zeigt, dass wir es hier mit verschiedenen Bedeutungsebenen zu tun haben.

Beschäftigen wollen wir uns hier aber besonders mit dem objektiven, physikalischen Aspekt dieses Lernfeldes.

Warum muss man zwischen „objektiven“ und „subjektiven“ Aspekten von WÄRME unterscheiden?

Zunächst müssen wir uns die subjektive Wärmeempfindung vergegenwärtigen.

Unser Körper, genauer die Warm- und Kaltpunkte in unserer Haut, signalisiert uns, ob etwas heiß oder kalt ist und daher auch Verletzungen bewirken kann. Das Gefahrensignal ist dabei ein Schmerzgefühl beim Berühren zu kalter oder heißer Gegenstände.

Auch vor zu schnellem Temperaturwechsel warnt uns unser Wärmeempfinden, auch dies kann sich nämlich nachteilig für unseren Körper auswirken. So empfinden wir einen Keller im Sommer als kühl, im Winter als eher warm, obwohl seine Temperatur im Sommer wärmer ist als im Winter.

Es ist daher eigentlich eine falsche Aussage zu behaupten, wir brauchen ein Thermometer, weil sich unser Körper beim Empfinden von Wärme irrt. Er irrt nicht! Dieses Warnsystem unseres Körpers hat nur eine andere Aufgabe als ein Thermometer!

Was ist nun Wärme eigentlich?

Physikalisch gesehen ist Wärme eine Form von Energie - genauer gesagt die Bewegungsenergie atomarer Teilchen.

Man versteht unter TEMPERATUR eines Körpers den Bewegungszustand seiner Moleküle und Atome.

Ein warmer Körper hat mehr Energie als ein kalter. Bringt man einen warmen und einen kalten Körper zusammen, so fließt immer Energie vom warmen zum kalten - der warme Körper wird kälter und der kalte wärmer, niemals umgekehrt!

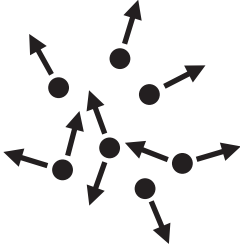
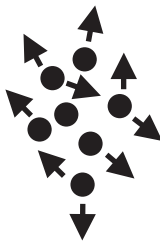

Wie kann man sich diesen Bewegungszustand der Atome und Moleküle vorstellen?

Durch Wärmezufuhr bewegen sich die Teilchen eines Körpers - also Atome oder Moleküle - schneller. Je stärker die Bewegung der Teilchen ist, desto höher ist die Temperatur des Stoffes.

Durch Wärmeentzug verringert sich der Bewegungszustand der Teilchen.

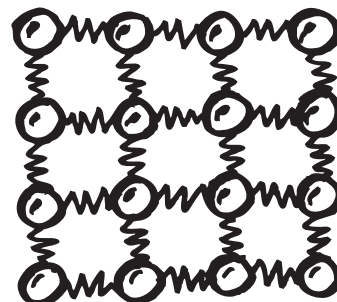
Je geringer die Bewegung der Teilchen ist, desto niedriger ist die Temperatur.



| Warm | Kalt | Absoluter Nullpunkt |
|--|---|--|
| <p>Heftige Bewegung der Teilchen – je mehr, desto mehr Energie.</p>  <p>Ist der „Siedepunkt“ erreicht, reißen sich die Teilchen los und der Stoff geht in den gasförmigen Zustand über.</p> | <p>Bewegung wird geringer – Teilchen brauchen weniger Raum, weil sich die Molekularabstände verringern.</p>  <p>Wenn der „Erstarrungspunkt“ erreicht ist, geht der Stoff in den festen Zustand über. Bei Wasser kann man von „Eispunkt“ sprechen, er liegt bei 0° C.</p> | <p>Bewegung der Teilchen hört vollkommen auf – keine Energie mehr.</p>  <p>Die Temperatur beträgt -273° C, oder 0 K = Kelvin. Es gibt zwar eine tiefste Temperatur, den absoluten Nullpunkt, aber es gibt keine höchste Temperatur!</p> |

Gibt es die Wärmebewegung der Teilchen auch bei festen Körpern?

Durch die Kohäsionskräfte in den Festkörpern sind die Atome so stark aneinander gebunden, dass sie ihren Platz nicht verlassen können. Sie „zittern“ um ihren Platz herum (in der Skizze angedeutet durch Zickzacklinien).



In flüssigen Körpern sind die Kohäsionskräfte geringer, hier können Teilchen auch ihren Platz verlassen – Flüssigkeiten sind daher „beweglich“.

In gasförmigen Körpern sind fast keine Kohäsionskräfte zwischen den Teilchen vorhanden. Sie bewegen sich solange geradlinig, bis sie an andere Teilchen anstoßen, werden dort abgelenkt, fliegen weiter bis zum nächsten Zusammenprall. Das ergibt unregelmäßige Bewegungen, die umso heftiger sind, je höher die Temperatur ist. (siehe: LUFT)

Warum brauchen erwärmte Körper mehr Raum?

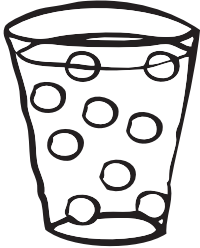
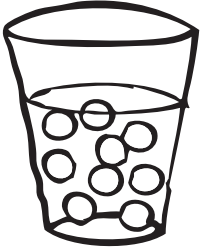
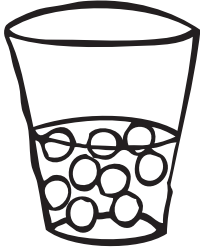
Beim Erwärmen dehnen sich Körper aus. Weil sich die Teilchen bei steigender Wärme immer mehr bewegen, benötigen sie auch immer mehr Platz, immer mehr Raum. Deshalb dehnen sich alle Stoffe aus, wenn sie sich erwärmen.

Festkörper zeigen bei Erwärmung die geringste Ausdehnung, da die Kohäsionskräfte stärker sind. Gasförmige Körper zeigen die größte Ausdehnung, da die Kohäsionskräfte am geringsten sind! Wenn sich die Teilchen aber immer weiter voneinander entfernen, dann haben auch in einem bestimmten Volumen immer weniger Teilchen eines Stoffes Platz, seine Dichte sinkt - er wird spezifisch leichter!

Als Folge der Erwärmung sinkt die Dichte der Körper, ihre Masse nimmt aber natürlich trotz Erwärmung nicht zu! Die Anzahl der Moleküle bleibt gleich.

Bei Abkühlung benötigen die Körper weniger Raum, sie verdichten sich, dadurch werden sie spezifisch schwerer!



| Warm | Abkühlung | Kalt |
|--|---|---|
|  <p>Je wärmer – desto mehr Raum – umso leichter</p> |  <p>Verdichten bei Abkühlung</p> |  <p>Je kälter umso geringer die Ausdehnung - umso schwerer</p> |

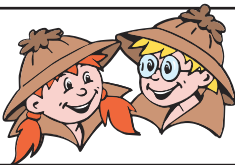
Das VOLUMEN ändert sich – die MASSE bleibt gleich!

Vergleicht man einen Liter (1 dm³) Wasser mit 4° C mit einem Liter Wasser mit 80° C, so ist tatsächlich der zweite leichter.

Erwärmtes Wasser steigt daher in kälterem Wasser auf.

Erwärmt man Luft, so dehnt sie sich aus, ihre Dichte nimmt ab, sie wird leichter als die umgebende Luft und steigt somit auf.

Eine Ausnahme müssen wir noch beachten: Bei Wasser sind die Teilchen bei 4° C am dichtesten gepackt, unterhalb und oberhalb dieser Temperatur sind sie weiter voneinander entfernt. Aus diesem Grund schwimmt auch Eis auf Wasser. (siehe: WASSER)



Experimente:

Mit den Phänomenen der Ausdehnung von Körpern durch Erwärmung befassen sich die Versuche: „Drehwurm“ – „Warum klappert die Münze“ – „Wie funktioniert das Thermometer?“ – „Wie funktioniert ein Luftthermometer?“.

Wie funktioniert unser Thermometer?

Die Thermometer in der TechnikBox sind Flüssigkeitsthermometer.

Das Wort THERMOMETER bedeutet „Wärmemesser“ (von griech. thermos = Wärme).

Bei Flüssigkeitsthermometern wird die Ausdehnung von Flüssigkeiten bei Erwärmung zur Temperaturbestimmung genutzt. Eine Flüssigkeitssäule zeigt durch Ausdehnung (Erwärmung) und Verdichtung (Abkühlung) die jeweilige Temperatur an.

Ein Thermometer muss natürlich auf einen geeigneten Fixpunkt, von dem aus die Temperatur überall gleich bestimmt werden kann, kalibriert sein. Dieses Problem haben die Erfinder des Thermometers verschieden gelöst.

Wer hat das Thermometer erfunden?

Die Entwicklung des Flüssigkeitsthermometers begann im 17. Jahrhundert. Galileo Galilei, Robert Boyle, Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius und René-Antoine Ferchault de Réaumur waren daran maßgeblich beteiligt.

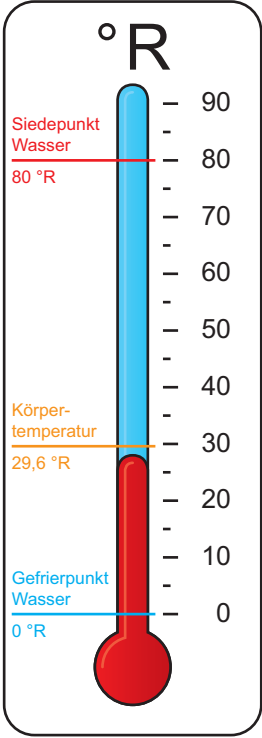
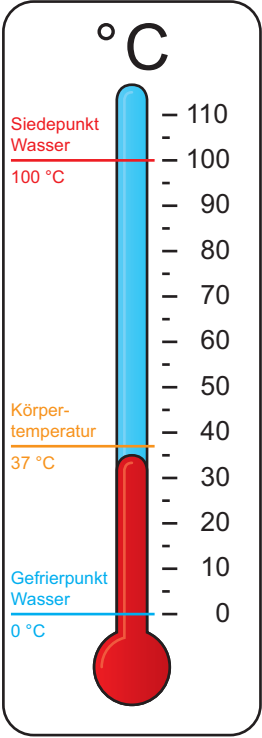
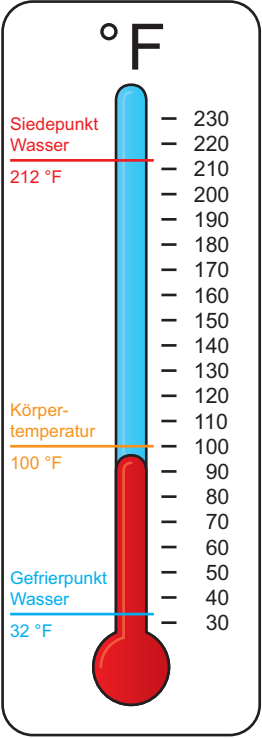
Kalibrieren oder eichen?

Der Ausdruck „kalibrieren“ wird verwendet, wenn jemand z.B. ein Thermometer auf einen Fixpunkt einstellt. Von einem so genannten Eichamt werden Messgeräte überprüft, ob sie den festgelegten Normen entsprechen. Diesen Vorgang bezeichnet man als eichen.



Vergleich der verschiedenen Ansätze ein Thermometer zu kalibrieren

Fixpunkte dabei sind der Siedepunkt und der Gefrierpunkt des Wassers, die Körpertemperatur, ...

| Grad Reaumur (° R) | Grad Celsius (° C) | Grad Fahrenheit (° F) |
|--|--|--|
| <p>René-Antoine Ferchault de Réaumur † 1757 in Bermondière französischer Technologie</p> | <p>Anders Celsius † 1744 in Uppsala / Schweden</p> | <p>Daniel Gabriel Fahrenheit † 1736 in Den Haag (in englischsprachigen Ländern üblich)</p> |
|  |  |  |
| <p>Réaumur wählte den Gefrier- und den Siedepunkt des Wassers zum Kalibrieren seiner Skala. Allerdings unterteilte er die Ausdehnungsstrecke zwischen Gefrierpunkt und Siedepunkt des Wassers in 80 Teile. Der Gefrierpunkt nach Réaumur ist also wie bei Celsius mit 0° festgesetzt.</p> <p>0° R = Wasser gefriert (erstarrt) 80° R = Wasser kocht (siedet)</p> | <p>Auch Celsius verwendete den Gefrierpunkt und den Siedepunkt des Wassers als Fixpunkte für seine Skala und hat ihnen die Zahlen von 0 bis 100 zugeordnet. Er hat allerdings ursprünglich den Gefrierpunkt mit 100 und den Siedepunkt mit 0 bezeichnet. Erst später (1750) wurde die Richtung dieser nach Celsius benannten Skala vom schwedischen Physiker Strömer umgekehrt. Seitdem ist der Gefrierpunkt mit 0° C und der Siedepunkt mit 100° C festgelegt. Unterhalb des Gefrierpunktes gibt es die Minusgrade.</p> | <p>Fahrenheit verwendete in einer geschlossenen Glasröhre Quecksilber als Flüssigkeit. Der untere Bezugspunkt in seiner Skala war die kälteste Temperatur, die er herstellen konnte. Es war eine Mischung aus Eis, Wasser und Salmiak. Das war der Nullpunkt oder 0 Grad Fahrenheit (0° F). Die Körpertemperatur des Menschen gab er mit 100° an. Daher liegt der Gefrierpunkt des Wassers auf der Fahrenheitskala bei + 32° F, der Siedepunkt bei +212° F! Der Nullpunkt in der Fahrenheitskala liegt bei ungefähr minus 17° C!</p> |



Einige interessante Temperaturangaben (in ° C)

| Temperatur | | Temperatur | |
|------------|------------------------------|-------------|---|
| 6.000° C | Oberfläche der Sonne | 70° C | Höchste gemessene Lufttemperatur auf der Erde |
| 3.400° C | Wolfram schmilzt - Glühdraht | 42° C | Lebensbedrohende Körpertemperatur |
| 1.535° C | Eisen schmilzt | 36° - 37° C | Gesunde Körpertemperatur |
| 950° C | Flamme des Gasherdes | 0° C | Wasser gefriert, Eis schmilzt |
| 800° C | Streichholzflamme | -82° C | Niedrigste gemessene Lufttemperatur auf der Erde |
| 327° C | Blei schmilzt | -180° C | Luft wird flüssig |
| 100° C | Wasser siedet | -253° C | Wasserstoff wird flüssig |
| | | -273° C | Tiefste mögliche Temperatur = absoluter Nullpunkt |

Wie wird in der Wissenschaft die Temperatur gemessen?

Um die Minusgrade zu vermeiden, wird heute von WissenschaftlerInnen die Kelvinskala verwendet, benannt zu Ehren des britischen Physikers Lord Kelvin (1824 - 1907).

Die Gradabstände entsprechen genau denen der Celsiuskala. Man beginnt jedoch nicht mit dem Gefrierpunkt des Wassers zu zählen, sondern mit dem absoluten Nullpunkt, jener Temperatur bei der alle Teilchen eines Körpers still stehen!

Das geschieht nach der Celsius Skala bei -273,15° C! Das ist der Punkt Null nach Kelvin oder 0 K! Das Symbol für Grad (°) wird nicht geschrieben!

Nach oben ist die Skala offen, es gibt keine absolute Höchsttemperatur.

Woraus besteht ein Flüssigkeitsthermometer?

Ein gewöhnliches Flüssigkeitsthermometer, zum Beispiel ein Zimmerthermometer, besteht in der Regel aus einem Grundbrett, einem mit Flüssigkeit gefüllten Glasröhrchen, das unten erweitert und oben geschlossen ist, sowie einer Skala – einer Gradeinteilung (GRAD von lat. gradus = Schritt, Stufe). Im Glasröhrchen darf sich keine Luft befinden, da sich sonst die Flüssigkeit nicht ausdehnen könnte.

Die Flüssigkeit im Glasröhrchen ist häufig Quecksilber. Es ist nur geeignet für Temperaturen zwischen -39° C und +280° C, denn der Erstarrungspunkt des Quecksilbers liegt bei -39° C, sein Siedepunkt bei 357° C. Trotzdem ist es für diese höheren Temperaturen nicht geeignet, denn über +280° C dehnt es sich nicht mehr regelmäßig aus!

Quecksilber ist wegen seiner Giftigkeit für Experimente in der Klasse nicht verwendbar!

Oft wird Alkohol verwendet, er ist aber nur geeignet für Temperaturen von -100° C bis +50° C, denn Alkohol erstarrt bei -114° C und siedet bereits bei +78° C. Bei über 50° C dehnt er sich unregelmäßig aus! Daher werden oft Alkoholmischungen verwendet, die für einen größeren Temperaturbereich eingesetzt werden können.

