

Zunächst probieren wir aus, wie gut unsere Hände Temperatur messen können. **Im ersten Experiment nehmen wir einen Eisenstab und einen Holzklötzchen in die Hände, die beide die Raumtemperatur 20°C angenommen haben. Vergleiche!** **Im zweiten Experiment greifen wir zunächst in heißes und dann lauwarmes Wasser, anschließend in kaltes und dann in lauwarmes Wasser.**

Das zweite Experiment findest Du auf Leifiphysik unter **Teilgebiet Wärmelehre - Temperatur und Teilchenmodell - Versuche - Gefühlte Temperatur.**

5. Temperatur und Teilchenmodell

5.1 Wir messen Temperatur

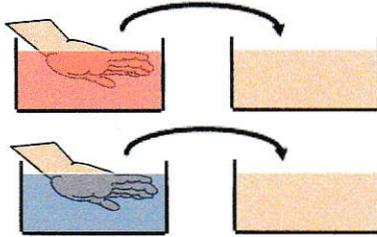
Wärmeempfindung

Experiment: Verschiedene Stoffe mit gleicher Temperatur



Der Eisenstab „fühlt“ sich kälter an als das Holzstück.

Experiment: Verschiedene Temperaturen nacheinander



Nach heiß fühlt sich das lauwarme Wasser kühler an, Nach kalt fühlt sich das lauwarme Wasser wärmer an.

Ergebnis:

Die Sensoren in unserer Haut messen nicht die Temperatur, sondern

Energiezufuhr oder Energieverlust

Sie sind deshalb für eine genaue Temperaturmessung ungeeignet

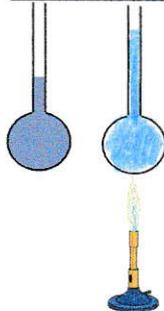
9 Temperatur und Teilchenmodell - 5.1 Wir messen Temperatur

1

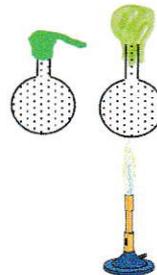
Mit dem Ziel, ein objektives Messverfahren für Temperatur zu finden, erhitzen eine Flüssigkeit (Wasser), ein Gas (Luft) und einen festen Körper (Stahlkugel). **Welche Beobachtungen machst Du? Formuliere das gemeinsame Ergebnis der Versuche.**

Videos zu den Versuchen findest Du auf Leifiphysik unter **Teilgebiet Wärmelehre - Ausdehnung bei Erwärmung - Versuche.**

Ausdehnung bei Erwärmung



Flüssigkeit steigt beim Erwärmen im Rohr nach oben.



Gas füllt beim Erwärmen den Luftballon.



die heiße Kugel passt nicht mehr durch den Ring

Ergebnis:

Flüssigkeiten, Gase und feste Körper dehnen sich bei Erwärmung

aus

Bei Flüssigkeiten/Gasen nimmt das Volumen zu

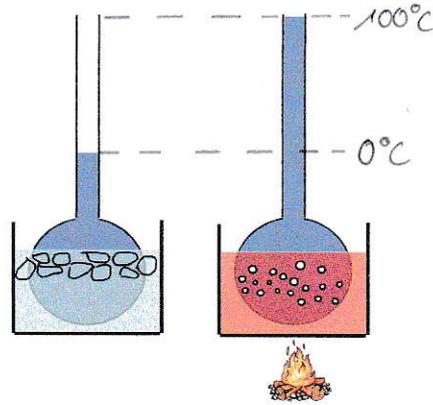
feste Körper werden länger / breiter / höher

9 Temperatur und Teilchenmodell - 5.1 Wir messen Temperatur

2

Um Temperatur objektiv messen zu können, nutzt man das gerade beobachtete Ausdehnungsverhalten aus. Am einfachsten geht das, wenn man eine Flüssigkeit (z.B. Alkohol) in ein Vorratsgefäß mit Steigrohr einfüllt. Die sich ausdehnende Flüssigkeit steigt im Röhrchen nach oben, das lässt sich sehr gut erkennen.

Flüssigkeitsthermometer und Celsiusskala



Mit Eiswasser und siedendem Wasser erhält man weltweit einheitliche „Fixpunkte“, da die Temperaturen dabei überall nahezu gleich sind. (allerdings hat der Luftdruck einen Einfluss darauf).

Es gibt auch noch andere Temperaturskalen. In angelsächsischen Ländern wird Temperatur oft in Fahrenheit angegeben. Mehr dazu auf Leifiphysik unter **Teilgebiet Wärmelehre - Temperatur und Teilchenmodell - Temperaturumrechnung.**

Internationale Vereinbarung:

Für die Temperatur von Eiswasser wird die Marke 0°C (Grad Celsius) festgelegt,
 für die Temperatur von siedendem Wasser die Marke 100°C .
 Zwischen diesen beiden Marken hat die Skala 100 gleich große Schritte.

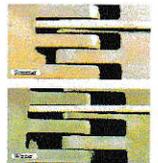
Die Ausdehnung bei Erwärmung begegnet uns nicht nur bei Flüssigkeitsthermometern, sondern auch bei vielen anderen Dingen. Manchmal ist dieses Verhalten nützlich, manchmal muss ihm aber auch mit trickreichem Verhalten begegnet werden, damit keine Schäden entstehen.

Anwendung: Wärmeausdehnung in Alltag und Technik

Im Winter ziehen sich Brücken zusammen und es würden sich Risse bilden. Deshalb sind ihre Enden beweglich gelagert und mit Dehnungsfugen geschützt.



Brückenlager



Dehnungsfuge

Das Thermostatventil wird bei Leifiphysik animiert unter **Teilgebiet Wärmelehre - Ausdehnung bei Erwärmung - Ausblick - Thermostatventil.**

Saiten verkürzen sich in kalten Räumen, die Tonhöhe nimmt damit zu (das Instrument „verstimmt“).



Abb aus wikipedia

Bei Erwärmung des Raums dehnt sich im Thermostat eine Flüssigkeit aus und stoppt die weitere Zufuhr von warmem Wasser, damit der Raum nicht überhitzt.



Abb. aus leifiphysik.de

Selbst-Check:

- Wärmeempfindung
- Ausdehnung bei Erwärmung
- Thermometer und Celsius-Skala
- Anwendungen

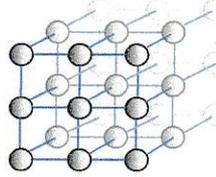
Übungsmöglichkeiten:

Aufgaben zu diesem Kapitel gibt's bei Leifiphysik unter **Teilgebiet Wärmelehre - Ausdehnung bei Erwärmung - Aufgabenübersicht**. Neben mehreren Leifitests bietet sich z.B. die Aufgabe "Eisen in Beton" aus dem Baubereich an.

In der 7. Jahrgangsstufe haben wir bereits das Teilchenmodell der Materie kennengelernt (vielleicht auch schon früher). Je nach Anordnung und Bindung der Teilchen untereinander sind Stoffe fest, flüssig oder gasförmig. **Notiere die Eigenschaften.**

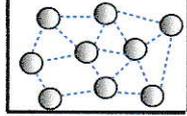
5.2 Teilchenmodell

Feste Körper:



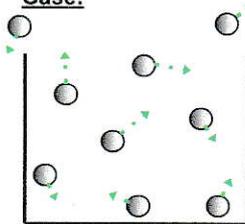
- Teilchen (Atome oder Moleküle) haben feste Bindungen
- ihr Abstand und ihre Beweglichkeit sind gering
- die Form ist fest
- das Volumen bleibt auch bei Druck erhalten

Flüssigkeiten:



- Teilchen haben lose Bindungen
- ihr Abstand ist gering, ihre Beweglichkeit groß
- die Form passt sich dem Behälter an
- das Volumen bleibt auch bei Druck fest

Gase:

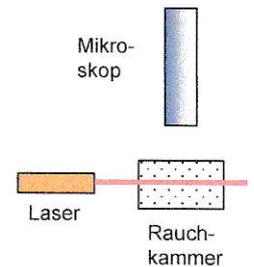
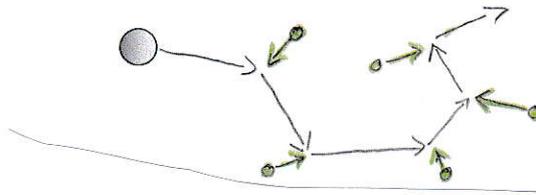


- Teilchen haben keine Bindungen
- ihr Abstand ist groß, sie bewegen sich frei im Raum
- das Gas nimmt den maximalen Raum ein
- das Volumen verringert sich unter Druck

Einen ausführlichen Vergleich in Tabellenform findest Du auf Leifiphysik unter Teilgebiet Wärmelehre - Temperatur und Teilchenmodell - Teilchenmodell Grundwissen.

Eine weitreichende Entdeckung hinsichtlich der Natur der Teilchen wurde nicht von einem Physiker, sondern von einem Arzt und Botaniker, dem Schotten Robert Brown. Er beobachtete Blütenpollen in einer wässrigen Lösung unter dem Mikroskop. Wir ersetzen den Versuch durch die Beobachtung von Rauch. **Formuliere Deine Beobachtung und finde eine Erklärung.**

Experiment: Rauch unter dem Mikroskop



Alle Rauchteilchen bewegen sich vollkommen unregelmäßig. Die Richtungsänderungen kommen dadurch zustande, dass Luftteilchen (die wir nicht sehen) gegen die Rauchteilchen stoßen.

Ergebnis:

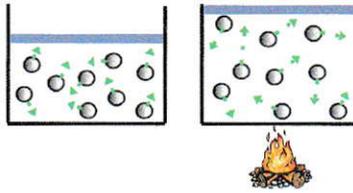
Alle Teilchen bewegen sich ständig und stoßen miteinander zusammen. Die Temperatur ist Stoffes ist dabei ein Maß für die mittlere kinetische Energie der Teilchen.

Ein Video aus einer Mikroskopbeobachtung von Milchtropfchen in Wasser findest Du auf Leifiphysik unter Teilgebiet Wärmelehre - Temperatur und Teilchenmodell - Versuche - Brownsche Bewegung.

Eine Simulation zur Teilchenbewegung gibt's auf der Seite der Universität von Colorado (phet) unter dem Namen "Aggregatzustände".

Mit dem Zusammenhang zwischen Temperatur des Stoffes und mittlerer kinetischer Energie der Teilchen können wir die Ausdehnung von Stoffen bei Erwärmung erklären (Kap. 5.1).

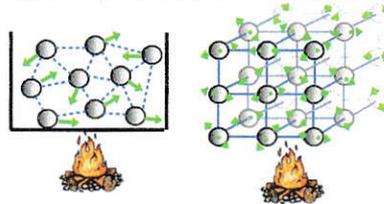
Ausdehnung bei Erwärmung von Gasen



Höhere Temperatur bedeutet, die Teilchen bewegen sich schneller. Dabei beanspruchen sie mehr Raum.

Eine Simulation zur Ausdehnung gibt's auf der Seite der Universität von Colorado (phet) unter dem Namen "**Eigenschaften von Gasen**" (auch für die letzte Folie geeignet).

Ausdehnung bei Erwärmung von Flüssigkeiten und festen Körpern



Beachte:

Die Teilchen werden **nicht** schneller **wegen** der Temperatur, die schnelleren Teilchen **bedeuten** höhere Temperatur.

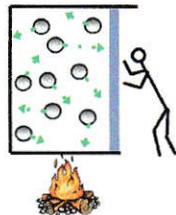
Auch die gebundenen Teilchen in Flüssigkeiten und festen Körpern bewegen sich bei höherer Temperatur schneller (es ist hier eher ein hin- und herwackeln). Sie brauchen dann auch mehr Raum.

9 Temperatur und Teilchenmodell - 5.2 Teilchenmodell

3

Auch die Änderung des Drucks von Gasen bei Erwärmung lässt sich im Teilchenmodell verstehen. Hier eignet sich ebenso die Simulation "**Eigenschaften von Gasen**".

Druckänderung bei Erwärmung



Spermt man ein Gas ein, so schlagen die schnelleren Teilchen (bei höherer Temperatur) heftiger gegen die Wände.

→ höherer Druck

Selbst-Check:

- fest-flüssig-gasförmig
- Temperatur und Teilchenbewegung
- Ausdehnung und Druckzunahme

Übungsmöglichkeiten:

Für dieses Kapitel eignen sich auf Leifiphysik unter **Teilgebiet Wärmelehre - Temperatur und Teilchenmodell - Aufgabenübersicht** z.B. die Aufgaben "Brownsche Bewegung" und "Dichte von Gasen und Flüssigkeiten".

9 Temperatur und Teilchenmodell - 5.2 Teilchenmodell

4

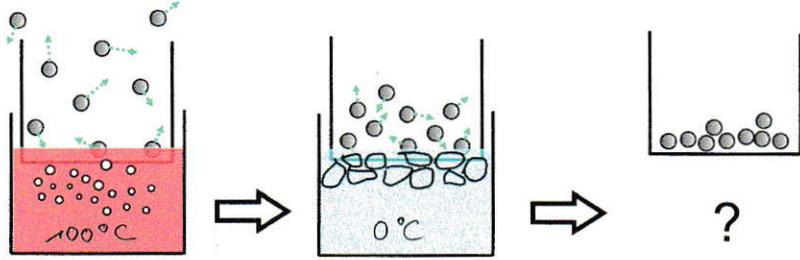
Die Betrachtung der Teilchenbewegung bei unterschiedlichen Temperaturen führt uns zum absoluten Nullpunkt der Temperatur und zu einer neuen Temperaturskala.

Beachte:

Die hier gemachten Aussagen sind physikalisch nicht korrekt. Als verständliche Vereinfachung von weit komplexeren Zusammenhängen tun sie es aber gut. Eine korrekte Beschreibung würde in der klassischen Physik und in der Quantenphysik zu weit führen.

5.3 Innere Energie von Teilchensystemen

Teilchenbewegung bei unterschiedlichen Temperaturen:



Eine geringere Temperatur bedeutet *weniger* Teilchenbewegung.

Allerdings bewegen sich die Teilchen bei 0°C *immer noch*

Erst bei *-273°C* kommt die Teilchenbewegung zum Erliegen.

Die Kelvin-Skala:

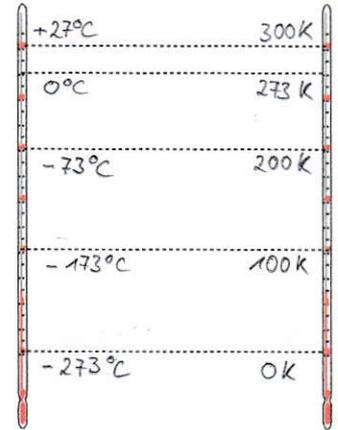
Diese vom Material unabhängige Grenztemperatur

wird als *Nullpunkt* einer neuen Temperaturskala verwendet, die als Kelvin-Skala bezeichnet wird.

0 K entsprechen also *-273* °C,

0°C entsprechen dann *+273* K.

Wenn wir Temperaturen in Kelvin ausdrücken, dann sprechen wir von absoluter Temperatur.



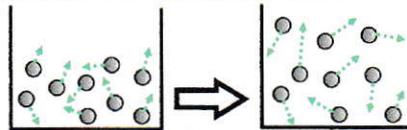
Beachte:

0 K heißt absoluter Nullpunkt, da es keine Temperatur unter diesem Wert gibt. Denn die Teilchen können sich nicht noch weniger bewegen als bei 0 K, wo sie ja bereits in Ruhe sind.

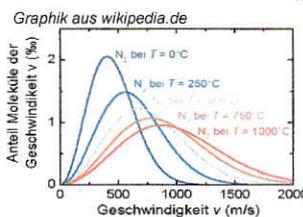
Bereits im letzten Kapitel haben wir gelernt, dass die Temperatur ein Maß für die mittlere kinetische Energie der Teilchen ist. Dieses Erkenntnis vertiefen wir hier noch etwas.

Stelle den Zusammenhang zwischen unserem einfachen Modell und dem Diagramm zur Geschwindigkeitsverteilung her.

Kinetische Energie von Teilchen

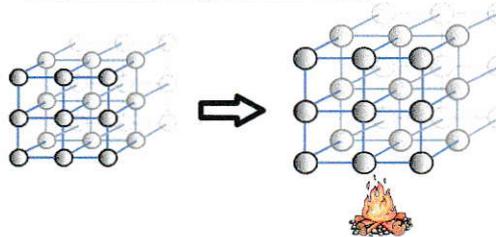


Durch Erwärmen nimmt die mittlere kinetische Energie und damit auch die mittlere Geschwindigkeit der Teilchen zu.



Dabei gibt es aber bei jeder Temperatur eine große Streuung unter den Teilchen hinsichtlich Energie und Geschwindigkeit. Bei höheren Temperaturen finden sich aber mehr schnelle Teilchen.

Potentielle Energie von Teilchen



Die potentielle Energie kommt von den Anziehungskräften zwischen den Teilchen. Auch sie ändert sich mit der Temperatur.

Stelle den Zusammenhang zwischen der Ausdehnung eines Körpers und der potentiellen Energie der Teilchen her.

Durch Erwärmen dehnen sich Körper aus. Dadurch nimmt der Abstand der Teilchen zu und damit auch ihre potentielle Energie untereinander (so wie die Höhenenergie eines Körpers, wenn wir ihn auf eine größere Höhe anheben).

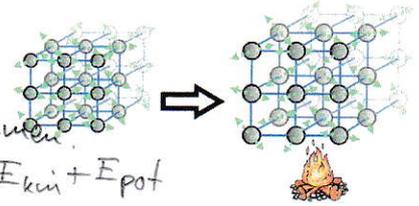
Bei den meisten Vorgängen ändern sich kinetische und potentielle Energie gleichzeitig, so nimmt in diesem Beispiel sowohl die Teilchengeschwindigkeit (Temperatur), als auch der Abstand der Teilchen zu.

Die Vorgänge in dieser Bildfolge haben wir im letzten Kapitel bereits beschrieben. **Erläutere hier, welche Energien (kinetische bzw. potentielle) sich jeweils ändern, sowohl beim Heizen innerhalb eines Aggregatzustandes als auch beim Übergang vom einen zum anderen Zustand.**

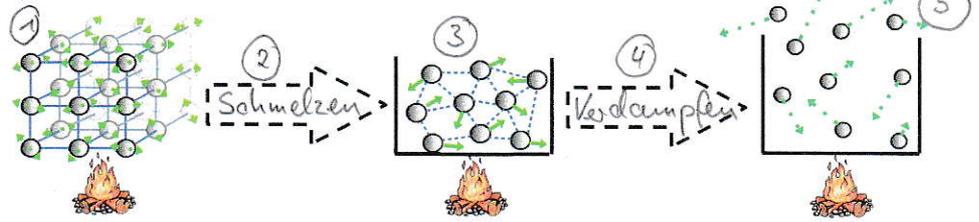
Beachte:
In umgekehrter Richtung werden die Energien von den Teilchensystemen wieder freigesetzt.

Innere Energie U

Wie in der Mechanik fassen wir kinetische Energie und potentielle Energie zur Gesamtenergie zusammen. Sie heißt innere Energie $U = E_{kin} + E_{pot}$



Energieänderung beim Schmelzen und Verdampfen im Teilchenmodell



- ①, ③, ⑤ Beim Erwärmen innerhalb eines Aggregatzustandes erhöht sich vor allem die kinetische Energie (Geschw.), aber auch die potentielle Energie (Abstände) nimmt etwas zu.
- ②, ④ Beim Schmelzen und Verdampfen erhöht sich vor allem die potentielle Energie, da Bindungen verändert oder sogar ganz aufgebrochen werden.

Hier ist nochmal ein Experiment aus dem ersten Kapitel abgebildet. **Beschreibe die auftretenden Energien auf Teilchenebene. Erkläre insbesondere, woran sie im Experiment zu unterscheiden sind.**

Training: Energieformen im Teilchenmodell

Beim Erwärmen dehnt sich die Kugel aus, die potentielle Energie nimmt also zu



→ Kugel passt nicht mehr durch den Ring

Gleichzeitig nimmt aber auch die kinetische Energie der Teilchen zu, was wir an der steigenden Temperatur der Kugel erkennen

→ nicht anfassen, oha!

Selbst-Check:

- Kelvin-Skala
- kinetische und potentielle Energie der Teilchen
- Innere Energie U
- Interpretation von Vorgängen im Teilchenbild

Übungsmöglichkeiten:

Auf Leifiphysik unter **Teilgebiet Wärmelehre - Temperatur und Teilchenmodell - Aufgabenübersicht** passen insbesondere die Aufgaben "Durchmischen von Flüssigkeiten" und "Kälteweltrekord". Die Aufgabe "Materielles Modell der inneren Energie" ist nicht einfach.

Drücke mit der einen Hand auf die andere, mal mit einem Finger, mal mit der ganzen Faust. Variiere dabei die Kraft. Übertreibe es aber nicht dabei, es sollten keine Schmerzen auftreten.

Beschreibe den Zusammenhang zwischen dem wahrgenommenen Druck und der Kraft bzw. der Fläche.

Die Erkenntnisse aus diesem einfachen Experiment führen zu einer Definition von mechanischem Druck. Die physikalische Einheit Pascal wird immer noch selten verwendet, häufiger begegnet Dir die Einheit bar (z.B. beim Reifendruck).

k = kilo (1000)
h = hecto (100)

Das Wrack der Titanic ist in einer Tiefe von 3800 m einem Wasserdruck von 38 MPa ausgesetzt. Berechne die Kraft auf ein 1 dm² großes Sichtfenster des Forschungs-U-Bootes Allvin, das hinunter tauchte.

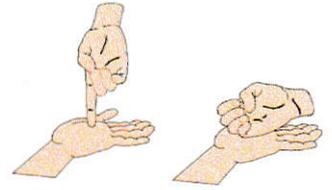
Das entspricht der Gewichtskraft von 380.000 Tafeln Schokolade oder 38.000 kg = 38 t

5.4 Druck in Gasen

Druck als physikalische Größe

Experiment:

Bei einer größeren Kraft spürt man auch mehr Druck.
Bei einer größeren Fläche (Faust) spürt man weniger Druck.



Definition:

$$\text{Druck} = \frac{\text{Kraft}}{\text{Fläche}} \quad p = \frac{F}{A}$$

Einheiten: $1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ (Pascal)
 $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa} = 1000 \text{ hPa}$
 $\rightarrow 1 \text{ mbar} = 1 \text{ hPa}$

Rechenaufgabe:

$$p = \frac{F}{A} \quad | \cdot A$$

$$F = p \cdot A = 38 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 0,01 \text{ m}^2$$

$$= 38 \cdot 10^4 \text{ N} = \underline{380 \text{ kN}}$$

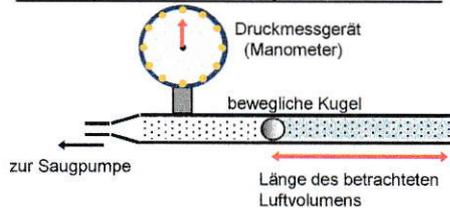
Abb. aus wikipedia



Im ersten Experiment untersuchen wir, wie sich das Volumen einer abgeschlossenen Luftmenge ändert, wenn wir den äußeren Druck verringern (eine Kugel dient als beweglicher Abschluss der Luftmenge).

Formuliere den Zusammenhang zwischen Druck und Länge und folgere daraus auf das Volumen.

Das Experiment von Boyle und Mariotte



Ergebnis:

p ist indirekt proportional zur Länge und damit auch indirekt proportional zum Volumen ($V = A \cdot l_{\text{Quer}}$),
 $\rightarrow p \sim \frac{1}{V}$

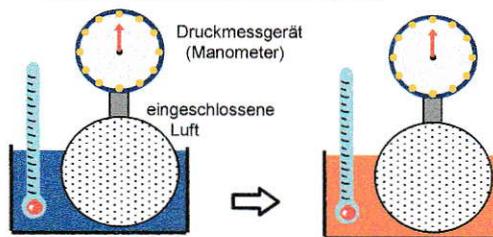
p in bar	1,0	0,5
l in cm	15	28

:2
·2

Experimente und Simulationen findest Du auf Leifphysik unter **Teilgebiet Wärmelehre - Allgemeines Gasgesetz**.

In diesem Experiment untersuchen wir, wie sich der Druck einer abgeschlossenen Luftmenge ändert, wenn wir die Luft unterschiedlich stark erwärmen. Beachte die Temperaturangabe in Kelvin.
Formuliere das Ergebnis.

Das Experiment von Amontons



Ergebnis:

$$\frac{T}{p} = \text{const} \rightarrow p \sim T$$

Der Druck ist proportional zur Temperatur.

	20°C	50°C	80°C
T in K	293	323	353
p in bar	1	1,1	1,2

$\frac{T}{p} \text{ in } \frac{\text{K}}{\text{bar}} \quad 293 \quad 293 \quad 294$

Auch hier eignet sich die Simulation **"Eigenschaften von Gasen"** der Universität von Colorado (phet).

Wie wir die Ergebnisse aus zwei Experimenten zusammenfassen können, wissen wir bereits aus früheren Themenbereichen. **Ersetze die kombinierte Proportionalität durch eine Gleichung mit Hilfe einer Konstanten.**

Zusammenfassung der Ergebnisse

$$\left. \begin{matrix} p \sim \frac{1}{V} \\ p \sim T \end{matrix} \right\} p \sim \frac{1}{V} \cdot T = \frac{T}{V}$$

$$p = \frac{T}{V} \cdot \text{const} \quad | \cdot \frac{V}{T}$$

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{const}$$

allg. Gasgleichung

Begriff:

Die physikalischen Größen Druck, Volumen und Temperatur heißen Zustandsgrößen, weil sie den Zustand der betrachteten Gasmenge beschreiben.

In der Gasgleichung steckt auch noch ein Zusammenhang zwischen dem Volumen und der Temperatur einer Gasmenge (bei konstantem Druck). **Formuliere diesen. Erläutere die Auswirkung auf die Luft im Physiksaal, wenn sich diese vormittags erwärmt.**

Anwendung: Erwärmen einer Gasmenge bei konstantem Druck

$$p = \text{const} \rightarrow \frac{V}{T} = \text{const} \rightarrow V \sim T \text{ (proportional)}$$

Beim Erwärmen dehnt sich die Luft aus. Da die Türen nicht vollständig dicht sind, strömt Luft aus dem Saal.

Auf dem Reifen eines Rennrades ist die Angabe "maximal 6,0 bar" aufgedruckt. Fritz pumpt den Reifen bei 20°C Garagentemperatur nur auf 3,0 bar auf, weil er Sorge hat, dass der Reifen bei einer Außentemperatur von über 40°C sonst platzen könnte.

Nimm Stellung zu dieser Vorgehensweise. Beurteile auch Fritz' Strategie im Hinblick auf die Laufeigenschaften des Rades.

Training: Reifendruck beim Fahrrad

Fritz argumentiert mit der Gasgleichung, bei Verdoppelung der Temperatur verdoppelt sich auch der Druck (bei konstantem Volumen). Allerdings bezieht sich die Temperatureingabe auf die absolute Temperatur in K. Diese verdoppelt sich nicht, sondern erhöht sich nur ein wenig (293 K → 313 K). Deshalb wird auch der Druck nur ein wenig steigen.

Fritz sollte den Reifen mit mehr Druck aufpumpen, da er dann leichter rollt und er beim Fahren weniger Kraft benötigt.

Selbst-Check:

- Druck als phys. Größe
- Druck und Volumen
- Druck und Temperatur
- Volumen und Temperatur
- Anwendungen

Übungsmöglichkeiten:

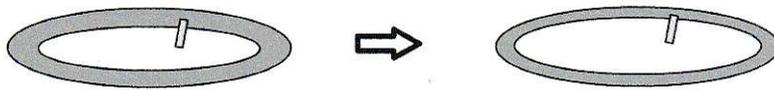
Zahlreiche Aufgaben zu diesem Thema gibt's auf Leifiphysik unter **Teilgebiet Wärmelehre - Allgemeines Gasgesetz - Aufgabenübersicht**, die aber meist sehr rechenlastig sind. In den beiden Tests dort finden sich mehrere qualitative bzw. einfach quantitative Aufgaben.

Wir starten das Thema mit einem simplen Experiment, das Du auch leicht zuhause durchführen kannst. Wir pumpen einen Fahrradschlauch (ohne Mantel) auf und öffnen dann das Ventil.

Beschreibe Deine Beobachtung und erkläre sie. Leite daraus eine allgemeine Erkenntnis ab.

5.5 Druckunterschied und Teilchenstrom

Experiment: Fahrradschlauch

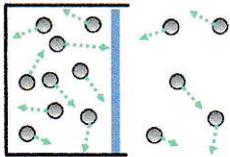


Die Luft strömt aus dem Reifen, allerdings nicht vollständig. Die Luftstrom entsteht, weil der Druck im Reifen größer ist als außerhalb. Er hört auf, sobald der Reifendruck so niedrig ist wie der Luftdruck außen.

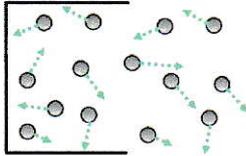
Folgerung:

Solange ein Druckunterschied zwischen zwei Bereichen besteht, strömen Gase (und auch Flüssigkeiten) vom Bereich des höheren Drucks zum Bereich des niedrigen Drucks.

Erklärung im Teilchenmodell:



Der Druck im Reifen ist höher, da hier mehr Teilchen pro Volumen auf die Innenwände prallen.



Öffnet man das Ventil, so bewegen sich mehr Teilchen aus dem Reifen heraus als in ihn hinein. Teilchendichte und Druck gleichen sich aus.

Mit unserem Teilchenmodell können wir dieses Verhalten gut verstehen.

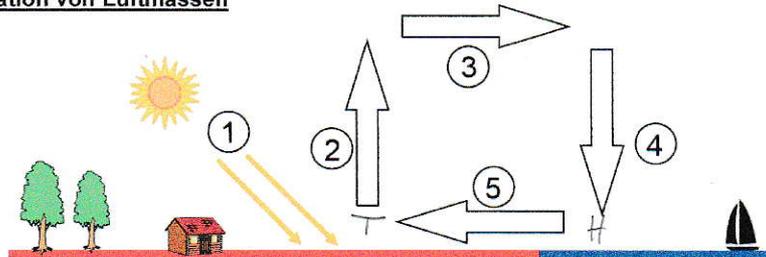
Erkläre das beobachtete Verhalten im Teilchenmodell.

Die Erkenntnis aus dem ersten Abschnitt ist eine wesentliche Gesetzmäßigkeit für unser Wettergeschehen. Meteorologie ist eine komplexe Wissenschaft, dennoch können wir hier ein paar grundlegende Mechanismen kennenlernen.

Beschreibe die Entstehung der dargestellten Luftzirkulation.

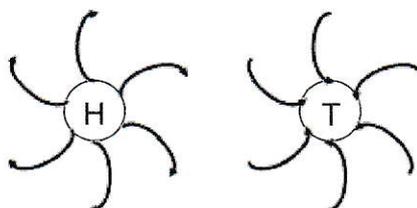
Beginne bei der Einstrahlung der Sonne.

Zirkulation von Luftmassen



- ① Sonnenstrahlung erwärmt die Erde und die Luft darüber.
- ② erwärmte Luft steigt auf (Thermik), da sie sich ausgedehnt hat und eine geringere Dichte hat → Druck nimmt ab (T)
- ③ aufgestiegene Luft hat keinen Platz und wandert zur Seite
- ④ Luft kühlt in der Höhe ab (zieht sich zusammen, Dichte nimmt ab) und sinkt zu Boden → Druck nimmt zu (H)
- ⑤ Luft bewegt sich von Hochdruck zu Tiefdruck (Wind)

Rotation von Hochdruck- und Tiefdruckgebieten



Auf der Nordhalbkugel rotieren Hochs im Uhrzeigersinn und Tiefs gegen Uhrzeigersinn.

Beachte:

Typisch für die Abkühlung beim Aufsteigen ② ist die Kondensation → Wolkenbildung

Gemäß unserer Folgerung weht der Wind immer vom Hoch zum Tief. Allerdings entsteht durch die Rotation der Erde (durch die sogenannte Coriolis-Kraft) auch noch eine Rotation der Luftmassen.

Typisch für das (schlechte) Wetter in Deutschland sind häufig Tiefdruckwirbel, die oft in der Karibik entstehen (manchmal sogar als tropische Wirbelstürme) und dann über den Nordatlantik bis nach Europa wandern. **Überlege Dir anhand des Satellitenbildes, von woher das Tief Luftmassen einsaugt und folgere damit auf das Wettergeschehen bei uns.**

Bsp.: Nordatlantiktief



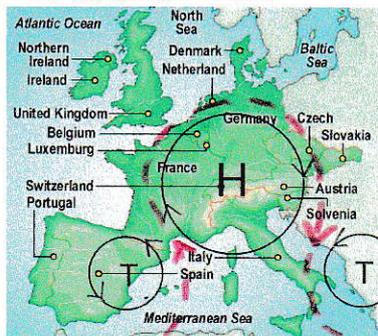
Abb. aus wikipedia

Gut zu erkennen sind die Tiefankläufe, die gegen den Uhrzeigersinn in den Kern hinwachsen. Dabei strömt feuchte Luft vom Atlantik und kalte Luft aus der Polarregion nach Europa → Niederschläge, Abkühlung

Eine stabile Wetterlage, die erst in den letzten Jahren häufiger unseren Sommer bestimmt hat, ist die sogenannte Ω-Wetterlage.

Trage die Drehrichtungen an den Kreisen der Hoch- und Tiefdruckgebiete und erschließe die Luftströmung und das sich ergebende Wetter.

Bsp.: Omega-Wetterlage



9 Temperatur und Teilchenmodell - 5.5 Druckunterschied und Teilchenstrom

Hier hat sich ein Hoch über Zentral- Europa festgesetzt, flankiert von zwei Tiefs. Die Rotationen führen heiße, trockene Luft aus Nordafrika nach Deutschland (heißes, sonniges Wetter). Zum Teil wird Wasserdampf über dem Mittelmeer eingesammelt, der auf der Alpensüdseite abregnet (Überschneemungen in Italien)

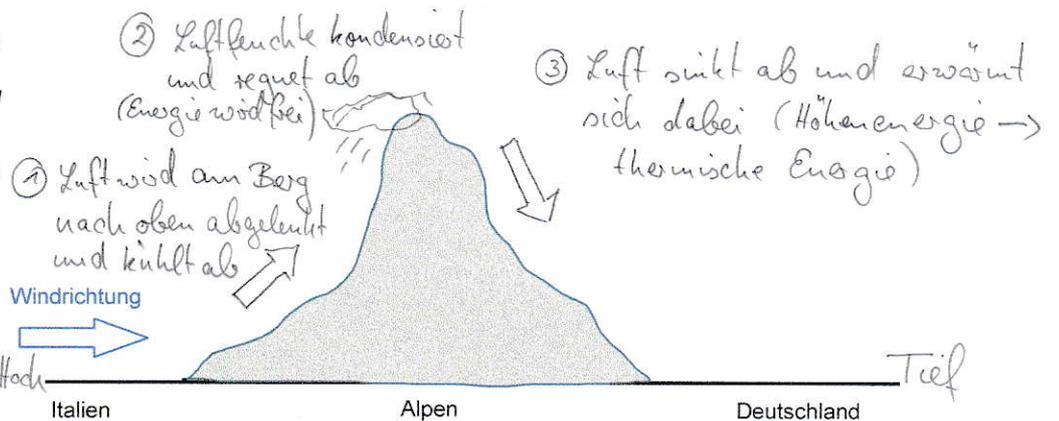
Der Föhn ist eine typische Windströmung in Süddeutschland, die für gutes Wetter und klare Sicht sorgt.

Gib die Großwetterlage an, die zu der eingezeichneten Windrichtung führt.

Erläutere die Effekte, die sich bei der Bewegung der mediterranen Luftmassen über die Alpen ergeben.

Erkläre auch mit Hilfe des Teilchenmodells, warum diese Luft besonders warm ist, wenn sie bei uns ankommt. Tatsächlich ist das Geschehen bei Föhn weit komplexer, die hier gegebene Erklärung bleibt aber überschaubar.

Föhn - eine typische Luftströmung in Süddeutschland



Die Luft, die über den Gebirgskamm kommt, enthält kaum Wasserdampf und ist deshalb sehr klar. Sie lässt sich dadurch auch leichter erwärmen und erreicht deshalb als warmer Föhnwind das bayerische Alpenvorland.

Selbst-Check:

- Druckdifferenz
- Thermik und Luftzirkulation
- Hoch- und Tiefdruckgebiete
- Wetterszenarien

Übungsmöglichkeiten:

Hier bietet sich im Buch am Beginn des Kapitels zu Druck in Gasen das Material zum Einstieg an, das sich mit der atmosphärischen Zirkulation in den Tropen befasst.