

## **Inhalt**

### **Teil 1:**

- 1. Was du aus der 7. Klasse Natur und Technik unbedingt noch wissen solltest**
- 2. Mechanische Arbeit und Energie**
- 3. Kraftwandler**
- 4. Leistung und Wirkungsgrad**

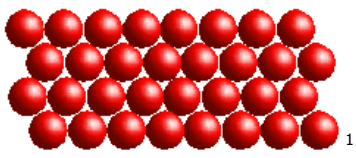
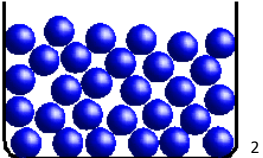
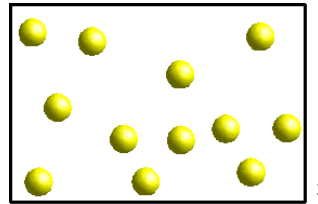
### **Teil 2:**

- 5. Der Aufbau der Materie**
- 6. Innere Energie und Temperatur**
- 7. Schmelz- und Verdampfungsenergie**
- 8. Ausdehnung bei Erwärmung**
- 9. Anomalie von Wasser**

### 5. Der Aufbau der Materie

Alle Gegenstände bestehen aus kleinsten Teilchen, zwischen denen Kräfte wirken, die sie zusammenhalten. Die Teilchen sind dabei ständig in Bewegung.

Gegenstände können *fest*, *flüssig* oder *gasförmig* sein. (*Zustandsformen* oder *Aggregatzustände*). Die Zustandsformen haben einige typische Eigenschaften:

	Feste Körper	Flüssige Körper	Gasförmige Körper
<b>Form</b>	feste Form	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nehmen die Form des Gefäßes an</li> <li>• bilden eine waagrechte Oberfläche</li> </ul>	nehmen die Form des Gefäßes an
<b>Volumen</b>	bestimmtes Volumen	bestimmtes Volumen	füllen den zur Verfügung stehenden Raum ganz aus
	lassen sich fast nicht zusammendrücken	lassen sich fast nicht zusammendrücken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lassen sich zusammendrücken</li> <li>• kein festes Volumen</li> </ul>
<b>Teilchenbild</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilchen haben einen festen Platz</li> <li>• schwingen um ihren Platz hin und her</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilchen sind gegeneinander verschiebbar</li> <li>• führen unregelmäßige Bewegungen aus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilchen haben keinen festen Platz</li> <li>• bewegen sich (fast) frei im Raum</li> </ul>
			
	in der Regel undurchsichtig	durchsichtig-trüb	durchsichtig bzw. unsichtbar

Der Durchmesser eines Atoms beträgt ca.  $10^{-10}$  m = 10 nm. Ein Festkörper mit 1 m<sup>3</sup> Volumen besteht daher aus ca. 10<sup>30</sup> Atomen.

1) Kaneiderdaniel; [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Teilchenmodell\\_Feststoff.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Teilchenmodell_Feststoff.svg); 10.11.2009; zuletzt aufgerufen am 01.05.2014

2) Kaneiderdaniel; [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Teilchenmodell\\_Fluessigkeit.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Teilchenmodell_Fluessigkeit.svg); 05.11.2009; zuletzt aufgerufen am 01.05.2014

3) Kaneiderdaniel; [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Teilchenmodell\\_Gas.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Teilchenmodell_Gas.svg); 07.12.2009; zuletzt aufgerufen am 01.05.2014

## 6. Innere Energie und Temperatur

Da die Teilchen in einem Körper ständig in Bewegung sind, besitzt jedes Teilchen Bewegungsenergie (kinetische Energie). Aufgrund der (anziehenden) Kräfte zwischen den Teilchen haben die Teilchen auch potenzielle Energie.

Die Summe der kinetischen und der potenziellen Energie aller Teilchen eines Körpers bezeichnet man als *innere Energie* des Körpers.

Je größer die innere Energie ist, desto heftiger bewegen sich die Teilchen und desto größer ist die Temperatur des Gegenstandes. Die Temperatur ist ein Maß für die innere Energie.

Um die Temperatur eines Körpers zu erhöhen, muss also Energie zugeführt werden. Die pro Kilogramm und pro Grad Celsius erforderliche Energie nennt man *spezifische Wärmekapazität* des Stoffs.

Beispiel:

Wasser hat eine spezifische Wärmekapazität von  $4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ , d.h. man muss 4,19 kJ Energie zuführen, wenn man 1 kg Wasser um 1 °C erwärmen will.

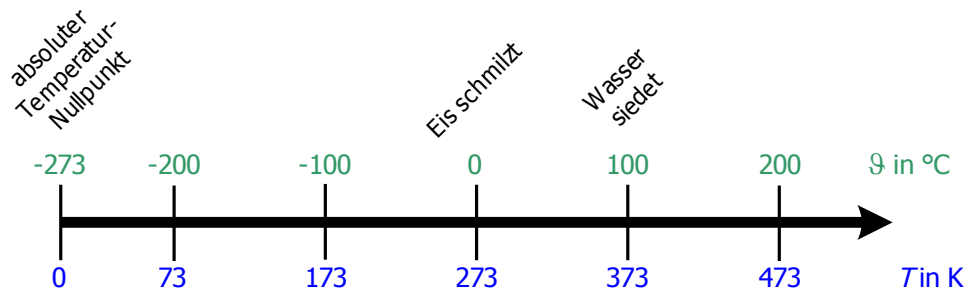
Wenn du 1,5 ℓ Wasser aus der Wasserleitung (15 °C) zum Kochen bringen willst, musst du also  $E = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1,5 \text{ kg} \cdot 85^\circ\text{C} = 534 \text{ kJ}$  zuführen.

Am *absoluten Temperaturnullpunkt* (-273,15 °C) haben die Teilchen ihre gesamte kinetische Energie abgegeben. Eine noch niedrigere Temperatur kann es daher nicht geben.

Gewöhnlich misst man die Temperatur  $\vartheta$  (Theta) in °C. Bei 0 °C schmilzt Eis, bei 100 °C siedet Wasser.

Die *absolute Temperatur*  $T$  wird in K (Kelvin) gemessen.

0 K ist die Temperatur am absoluten Temperaturnullpunkt, bei  $T = 273 \text{ K}$  (genauer 273,15 K) schmilzt Eis, d.h.  $\vartheta = 0^\circ\text{C}$ .



Beispiel:  $20\text{ °C} = 293\text{ K}$ ;  $200\text{ K} = -73\text{ °C}$

Beachte: Temperaturdifferenzen werden entweder mit  $\Delta\theta$  oder  $\Delta T$  bezeichnet. Bei einer Temperaturänderung um  $\Delta\theta = 20\text{ °C}$  ist natürlich auch  $\Delta T = 20\text{ K}$  !



## 7. Schmelz- und Verdampfungsenergie

Beim Schmelzen und beim Verdampfen eines Stoffs müssen jeweils Verbindungen zwischen den Teilchen gelöst werden. Dazu ist Energie notwendig.

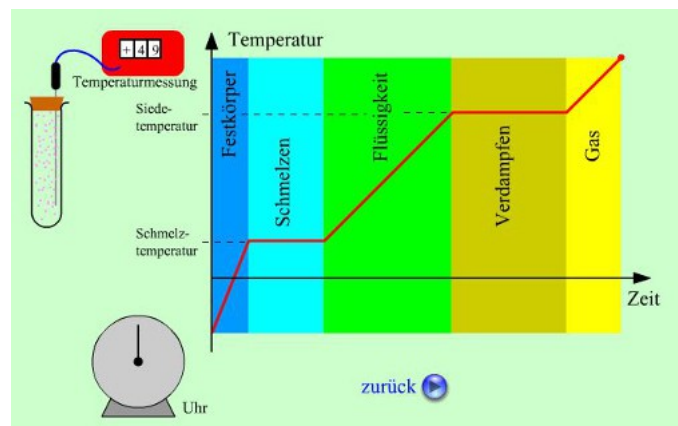
Wenn ein Festkörper erwärmt wird, dann steigt zunächst seine Temperatur. Bei Erreichen der Schmelztemperatur steigt die Temperatur zunächst aber nicht weiter an. Die zugeführte Energie wird zum Aufbrechen der Verbindungen verwendet. Erst wenn der gesamte Körper flüssig ist steigt die Temperatur wieder an.



Bei Erreichen der Siedetemperatur bleibt die Temperatur ebenfalls zunächst gleich, bis die gesamte Flüssigkeit verdampft ist.

Unter <http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/innere-energie-waermekapazitaet> gibt es dazu eine Flash-Animation dazu.<sup>4</sup>

Die zum Schmelzen notwendige Energie nennt man *Schmelzenergie*, die zum Verdampfen notwendige Energie heißt *Verdampfungsenergie*.

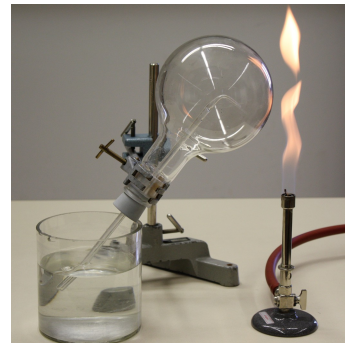
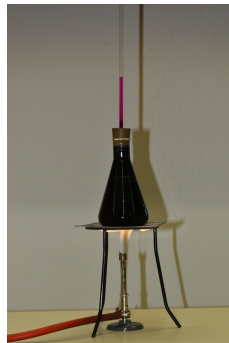


4) Bild aus <http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/innere-energie-waermekapazitaet>, zuletzt aufgerufen am 01.05.2014

Beispiel:

Die Schmelzenergie von Wasser beträgt  $334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ , d.h. man muss pro Kilogramm Eis 334 kJ zum Schmelzen aufwenden. Die Verdampfungsenergie von Wasser beträgt sogar  $2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ .

## 8. Ausdehnung bei Erwärmung



In der Regel dehnen sich Körper beim Erwärmen aus und ziehen sich beim Abkühlen wieder zusammen.

Bei Gasen ist die Volumenänderung größer als bei Flüssigkeiten, bei Flüssigkeiten größer als bei Festkörpern.

Die Volumenänderung ist jeweils proportional

- zur Temperaturänderung (bei gleichem Anfangsvolumen)
- zum Anfangsvolumen (bei gleicher Temperaturänderung)

Bei Festkörpern und Flüssigkeiten hängt die Ausdehnung außerdem noch vom Material ab, bei Gasen nicht!

Beispiele:

- a)** Beton hat eine Längenausdehnung von  $0,012 \frac{\text{mm}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}} = 0,012 \frac{\text{mm}}{\text{m} \cdot \text{K}}$ . Eine Brücke von 150 m Länge ist daher im Sommer bei 30 °C länger als im Winter bei -10 °C. Die Längenänderung beträgt in diesem Fall

$$0,012 \frac{\text{mm}}{\text{m} \cdot \text{K}} \cdot 150 \text{m} \cdot 40 \text{K} = 72 \text{mm} .$$

- b) Wasser hat eine Volumenausdehnung von  $0,207 \frac{\text{cm}^3}{\ell \cdot ^\circ\text{C}} = 0,207 \frac{\text{cm}^3}{\ell \cdot \text{K}}$ . Wenn 1,5 ℓ Wasser um 25 °C erwärmt werden, dann vergrößert sich das Volumen um  $0,207 \frac{\text{cm}^3}{\ell \cdot \text{K}} \cdot 1,5 \ell \cdot 25 \text{ K} = 7,8 \text{ cm}^3$ .
- c) Gase dehnen sich pro 1 K um  $\frac{1}{273}$  ihres Volumens bei 0 °C aus. Die Luft in einer leeren 1 ℓ Kunststoffflasche, die von 25 °C auf 5 °C abgekühlt wird, verringert ihr Volumen um  $\frac{1}{273} \cdot 1 \ell \cdot 20 = 0,073 \ell$ .

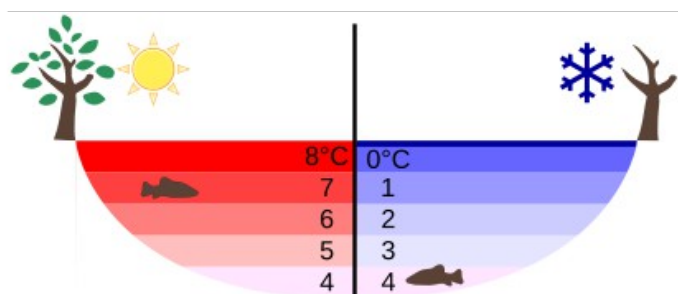
Die Längen- bzw. Volumenänderung wird z.B. bei Flüssigkeitsthermometern, bei Bimetallen oder bei Heizkörper-Thermostat-Ventilen und Sprinkleranlagen ( → siehe <http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/ausdehnung-bei-erwaermung/ausblick>) angewendet. Sie muss bei großen Bauwerken (z.B. Brücken), aber auch bei der Planung von Hochspannungsleitungen (Sicherheitsabstand zum Boden) berücksichtigt werden.

## 9. Anomalie von Wasser

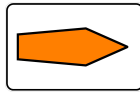
Wasser dehnt sich bei Erwärmung von 0 °C auf 4 °C nicht aus, sondern verringert sein Volumen.

Erst bei weiterer Erwärmung nimmt das Wasservolumen zu.

Folge: Wasser von 4 °C hat eine größere Dichte als Wasser mit einer niedrigeren Temperatur. Deshalb sammelt sich in einem See das Wasser von 4 °C immer an der tiefsten Stelle.<sup>5</sup>



5) Bild von Klaus-Dieter Keller; [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anomalous\\_expansion\\_of\\_water\\_Summer\\_Winter.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anomalous_expansion_of_water_Summer_Winter.svg); 13.04.2012; zuletzt aufgerufen am 01.05.2014



**Fortsetzung folgt**

---

**Weitere Quellenangaben:**

- Abbildung der Verkehrszeichen: Bundesanstalt für Straßenwesen,  
[http://www.bast.de/cln\\_005/nn\\_42254/sid\\_129621E7F071E27377FF0D226D568E92/nsc\\_true/DE/Aufgaben/abteilung-v/referat-v1/verkehrszeichen/vz-download.html](http://www.bast.de/cln_005/nn_42254/sid_129621E7F071E27377FF0D226D568E92/nsc_true/DE/Aufgaben/abteilung-v/referat-v1/verkehrszeichen/vz-download.html), zuletzt aufgerufen am 04.01.2012