


Materie kommt in drei *Aggregatzuständen* vor:



fest	flüssig	gasförmig
Die Teilchen liegen eng beieinander und haben einen bestimmten Platz.	Die Teilchen liegen eng beieinander, haben aber keinen bestimmten Platz, sondern sind gegeneinander verschiebbar.	Die Teilchen haben einen relativ großen Abstand voneinander.
Die Teilchen schwingen um ihren Platz hin und her.	Die Teilchen führen unregelmäßige Bewegungen aus.	Die Teilchen bewegen sich frei im Raum.
Feste Körper haben eine bestimmte Form und ein bestimmtes Volumen.	Flüssigkeiten haben ein bestimmtes Volumen, nehmen aber immer die Form des Gefäßes an.	Gase füllen immer das Gefäß aus, in dem sie sich befinden.

Die Teilchen eines Stoffes besitzen sowohl kinetische Energie (aufgrund ihrer Bewegung) als auch potentielle Energie (wegen der Kräfte, die zwischen den Teilchen wirken). Die insgesamt in einem Körper enthaltene Energie wird **innere Energie E_i** genannt.

Die Temperatur eines Körpers ist ein Maß für die mittlere kinetische Energie der Teilchen dieses Körpers, d.h. je höher die Temperatur eines Körpers (egal, ob fest, flüssig oder gasförmig), desto heftiger bewegen sich die Teilchen, aus denen er besteht.

Es gibt eine tiefste Temperatur, bei der die kinetische Energie der Teilchen verschwindet. Sie wird als absoluter **Temperaturnullpunkt** bezeichnet. Er liegt etwa bei -273 °C .

Diese Temperatur ist Ausgangspunkt der so genannten **Kelvinskala (absolute Temperatur)**, d.h. $0\text{ K} \text{ j } -273\text{ °C}$.

Kelvintemperaturen werden mit T bezeichnet, Celsius temperaturen mit ϑ („theta“).

Beispiel: $T = 273\text{ K} \text{ j } \vartheta = 0\text{ °C}$

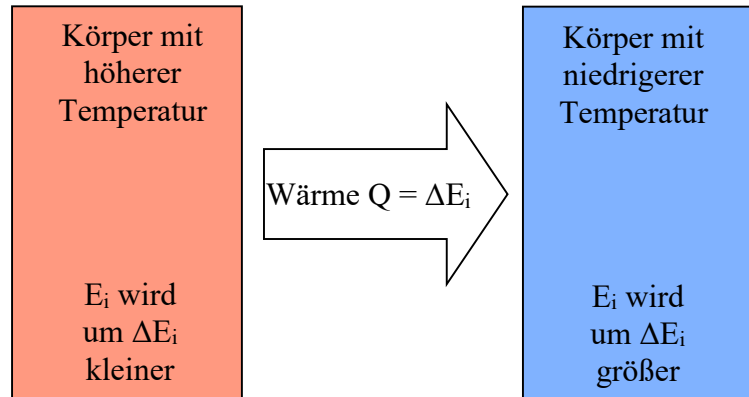
Aufbau der Materie/Wärmelehre 3

Änderung der inneren Energie

Die **Wärme Q** gibt an, wie viel innere Energie von einem Körper höherer Temperatur auf einen Körper niedrigerer Temperatur übertragen wird.

Es gibt 3 Arten des Wärmetransports:

- Wärmeleitung
- Wärmestrahlung
- Wärmeströmung



In einem abgeschlossenen System ist die Änderung der inneren Energie verbunden mit der Zufuhr oder Abgabe von Wärme und dem Verrichten mechanischer Arbeit. (**1.Hauptsatz der Wärmelehre**):

$$\Delta E_i = \text{Wärme } Q + \text{Arbeit } W$$

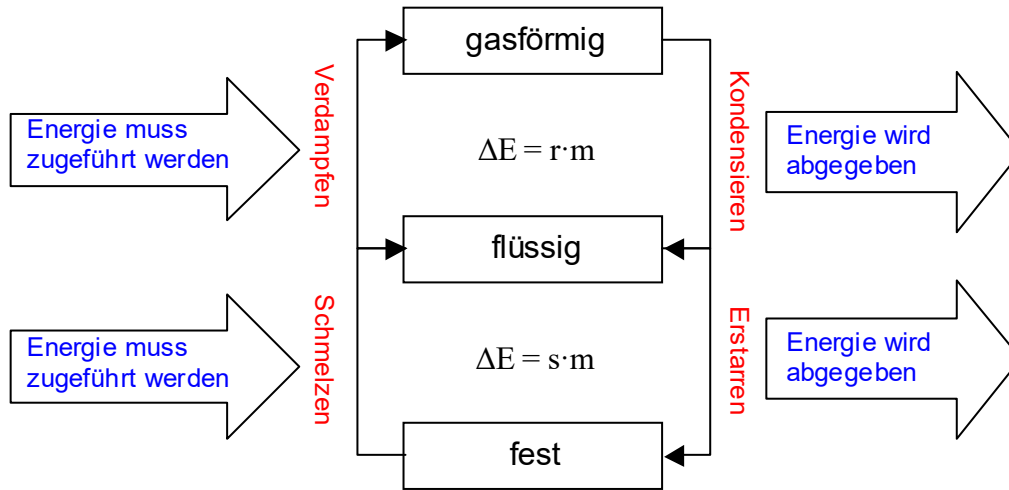
(Q, W werden bei Zufuhr positiv, bei Abgabe negativ gerechnet)

Energie, die einem Körper der Masse m zugeführt werden muss, um seine Temperatur um $\Delta \vartheta$ zu erhöhen (ohne Änderung des Aggregatzustands):

$$\Delta E = c \cdot m \cdot (\vartheta_E - \vartheta_A) = c \cdot m \cdot \Delta \vartheta$$

c heißt **spezifische Wärmekapazität** (Beispiel: $c_{\text{Wasser}} = 4,2 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}}$)

Aufbau der Materie/Wärmelehre 4 Änderung des Aggregatzustands



Zum **Schmelzen** und **Verdampfen** muss einem Körper Energie zugeführt werden. Dabei erhöht sich die innere Energie des Körpers, obwohl seine Temperatur konstant bleibt.

Beim **Erstarren** bzw. **Kondensieren** wird diese Energie wieder abgegeben.

spezifische Schmelzwärme s : Sie gibt an, welche Energie zum Schmelzen von 1g eines Stoffes nötig ist. (Beispiel: Eis: $s = 335 \frac{\text{J}}{\text{g}}$)

spezifische Verdampfungswärme r : Sie gibt an, welche Energie zum Verdampfen von 1g eines Stoffes nötig ist. (Beispiel: Wasser: $r = 2258 \frac{\text{J}}{\text{g}}$)

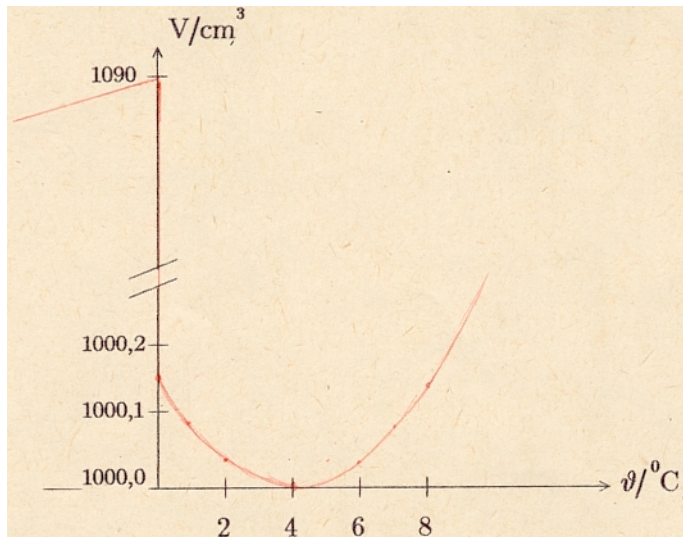
Verdunsten = Verdampfen vor dem Siedepunkt (Sinn des Schwitzens: dem Körper wird die zum Verdunsten nötige Energie entzogen \Rightarrow Abkühlung)

Aufbau der Materie/Wärmelehre 5

Volumenänderung

Feste Körper dehnen sich im Allgemeinen bei Erwärmung in alle Richtungen aus. Bei langen Gegenständen (Drähte, Rohre, Schienen) erkennt man das vor allem an der Längenänderung. Die Stärke der Ausdehnung hängt vom Material ab.

Verschiedene Flüssigkeiten dehnen sich bei Erwärmung unterschiedlich aus. Flüssigkeiten dehnen sich im allgemeinen stärker als Festkörper aus.



Anomalie von Wasser:

- (1) Im Gegensatz zu anderen Flüssigkeiten dehnt sich Wasser bei Erwärmung nicht immer aus. Wasser besitzt bei 4°C seine größte Dichte (d.h. kleinstes Volumen bei einer bestimmten Masse). Zwischen 0°C und 4°C zieht es sich bei Erwärmung zusammen, erst oberhalb von 4°C dehnt es sich aus.
- (2) Außerdem dehnt es sich beim Gefrieren um 9% seines Volumens aus.

Auch Gase dehnen sich bei Temperaturerhöhung aus (wenn man es nicht verhindert, z.B. durch Einsperren in ein Gefäß mit festem Volumen). Die thermische Ausdehnung ist bei allen Gasen gleich stark. Sie ist aber stärker als bei Festkörpern und Flüssigkeiten.