

Wärme und Arbeit ist dabei gleich der Summe der Änderungen von innerer und mechanischer Energie:

$$Q + W = \Delta E_i + \Delta E_m$$

In einem abgeschlossenen System (ohne Einfluss von außen) gilt damit der **erweiterte Energieerhaltungssatz**:

$$\Delta E_{\text{ges}} = \Delta E_i + \Delta E_m = 0$$

Grundgleichung der Wärmelehre: Um die Temperatur eines Gegenstandes der Masse m von ϑ_A auf ϑ_E zu erhöhen, benötigt man die Energiemenge ΔE :

- ΔE ist proportional zur Masse m
- ΔE ist proportional zur Temperaturdifferenz $\Delta\vartheta = \vartheta_E - \vartheta_A$
- ΔE hängt vom Material des Gegenstands ab.

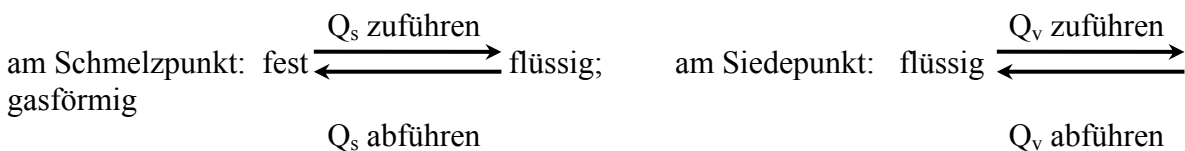
$$\Delta E = c \cdot m \cdot \Delta\vartheta \quad \text{mit} \quad c = \text{spezifische Wärmekapazität (Materialkonstante mit der Einheit } \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \text{)}$$

Beispiel: $c_{\text{Wasser}} = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$, d.h. um 1 kg Wasser um 1 °C zu erwärmen benötigt man 4,19 kJ Energie

Bei einer bestimmten Temperatur (Schmelz- oder Gefrierpunkt) kann ein Festkörper der Masse m schmelzen. Dazu muss ihm die **Schmelzwärme Q_s** zugeführt werden, diese wird zum Verringern der Bindungen zwischen den Teilchen benötigt, die Temperatur bleibt dabei konstant. Umgekehrt muss zum Erstarren einer Flüssigkeit (bei der gleichen Temperatur) die gleiche Energiemenge Q_s abgeführt werden.

$$Q_s = q_s \cdot m \quad \text{mit} \quad q_s = \text{spezifische Schmelzwärme (Materialkonstante mit der Einheit } \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \text{)}$$

Genauso beim Verdampfen/Kondensieren (am Siedepunkt): **Verdampfungsenergie $Q_v = q_v \cdot m$**



Beim **Verdunsten** geht eine Flüssigkeit schon bei Temperaturen unter dem Siedepunkt in den gasförmigen Zustand über. Dabei verlassen die schnellsten Teilchen nach und nach die Flüssigkeit, diese gibt dadurch Energie an die Umgebung ab und kühlt selbst ab (Verdunstungskälte).

Thermische Volumenänderung: Bei Erwärmung vergrößert sich bei den meisten Materialien das Volumen, bei Abkühlung verringert es sich. Bei langen Gegenständen sieht man dies vor allem an der Längenänderung.

Die Ausdehnung hängt dabei von der Materialsorte, der Temperaturdifferenz und der ursprünglichen Größe ab.

Manche Stoffe verhalten sich dabei anomal, wichtigstes Beispiel dafür ist die **Anomalie des Wassers**:

- Bei Erwärmung zwischen 0 °C und 4 °C verkleinert sich das Volumen von Wasser.
- Festes Wasser (d.h. Eis) hat bei gleicher Temperatur ein größeres Volumen als flüssiges.

Alle Gase dehnen sich bei Erwärmung aus und ziehen sich bei Abkühlung zusammen (materialunabhängig).