

## HF12S Arbeitsblatt II Wärme als Energieform

Die **Celsius-Skala** ist durch folgende Fixpunkte definiert:

0°C: Schmelzpunkt des Eises bei einem Druck von 1,013 bar  
 100°C: Siedepunkt des Wassers unter gleichem Druck.  
 (1,013 bar ist der Luftdruck in Meereshöhe)

Nullpunkt der **Kelvin – Skala** liegt bei  $-273^{\circ}\text{C}$  (absoluter Nullpunkt)

$$\text{Druck} = \frac{\text{Kraft}}{\text{Fläche}} \quad \boxed{p = \frac{F}{A}} \quad \text{Einheiten: } 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1\text{Pa}$$

$$\text{oder } 10 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 1\text{bar} = 100000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 10^5\text{Pa}$$

Die **Wärmemenge** ist ein Energiebetrag.

Soll ein Körper erwärmt werden, so muss ihm Energie zugeführt werden (Wärmeenergie).

Der Energiebetrag, der einem bestimmten Stoff zugeführt werden muss, um seine Temperatur zu erhöhen, wird **Wärmemenge** genannt.

Die Wärmemenge ist abhängig von:

- dem Stoff (z.B. Wasser, Aluminium, Kupfer,...)
- der Stoffmenge (kg)
- der Temperaturdifferenz (z.B.  $\Delta T = 45 \text{ K}$ )

Formel:  $\boxed{Q = c \cdot m \cdot \Delta T}$      $c$  : spezifische Wärmekapazität in  $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$   
 $m$  : Stoffmenge in kg  
 $\Delta T$  : Temperaturdifferenz

Die **spezifische Wärmekapazität** ist vom Stoff abhängig. Sie gibt den Energiebetrag an, dessen Zu – oder Abfuhr 1kg des Stoffes um 1 K erwärmt, bzw. abkühlt.

**Beispiel:** 3,5 Liter Wasser sollen von  $15^{\circ}\text{C}$  zum kochen gebracht werden. Wie groß ist die zugeführte Wärmemenge? ( $c_{\text{Wasser}} = 4,2 \text{ kJ/kgK}$ )

$$m = 3,5\text{kg} \quad \Delta T = 100^{\circ}\text{C} - 15^{\circ}\text{C} = 85\text{K}$$

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 3,5\text{kg} \cdot 85\text{K} = 4,2 \cdot 3,5 \cdot 85 \cdot \frac{\text{kJ} \cdot \text{kg} \cdot \text{K}}{\text{kg} \cdot \text{K}} = \underline{\underline{1249,5\text{kJ}}}$$

**Energieumsatz bei Phasenübergängen.****Schmelzen – Erstarren**

$$Q_s = c_s \cdot m \quad c_s : \text{Schmelzwärme in } \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad \text{Das bedeutet, um 1 kg Eis von } 0^\circ\text{C in Wasser von } 0^\circ\text{C zu verwandeln (oder umgekehrt), ist ein Energieumsatz von 333 kJ erforderlich.}$$

speziell:  $c_{\text{SWasser}} = 333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

**Beispiel:** Ein 4,5 kg Eisblock soll aufgetaut werden. Welche Energie ist zuzuführen?

$$Q = c_s \cdot m = 333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 4,5\text{kg} = 333 \cdot 4,5 \cdot \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot \text{kg} = \underline{\underline{1498,5\text{kJ}}}$$

**Verdampfen – kondensieren**

$$Q_v = c_v \cdot m \quad c_v : \text{Verdampfungswärme in } \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad \text{Das bedeutet, um 1 kg Wasser von } 100^\circ\text{C vollständig in Dampf von } 100^\circ\text{C zu verwandeln (oder umgekehrt), ist ein Energieumsatz von 2256 kJ erforderlich.}$$

speziell:  $c_{\text{VWasser}} = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

**Beispiel:** 1,5 Liter Wasser von  $100^\circ\text{C}$  soll verdampft werden. Welche Energie ist zuzuführen?

$$Q_v = c_v \cdot m = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 1,5\text{kg} = 2256 \cdot 1,5 \cdot \frac{\text{kJ} \cdot \text{kg}}{\text{kg}} = \underline{\underline{3384\text{kJ}}}$$

**Bemerkung zu den Phasenübergängen:**

1. Wird ein Gemisch aus Wasser und Eis erwärmt, beträgt die Temperatur  $0^\circ\text{C}$ . Eine Temperaturerhöhung findet erst statt, wenn alles Eis geschmolzen ist. Gleiches gilt, wenn das Gemisch gekühlt wird.

2. Wasser kocht bei  $100^\circ\text{C}$ . Solange sich Wasser in dem Topf befindet, hat auch der die gleiche Temperatur. Sie erhöht sich erst, wenn alles Wasser verdampft wurde.

**Aufgabe:** Für ein Wannenbad benötigt man ca. 150 Liter Wasser. Beim Duschen ist der Wasserbedarf 15 Liter pro Minute.

Wie teuer ist das Wannenbad ?

Ab welcher Duschzeit wird das Baden in der Wanne billiger?

Daten:	Wasserzulauf:	$15^\circ\text{C}$
	Dusch – bzw. Badetemperatur:	$40^\circ\text{C}$
	Energiekosten:	0,15 € / kWh
	Wasserkosten:	3,50 € / m <sup>3</sup>