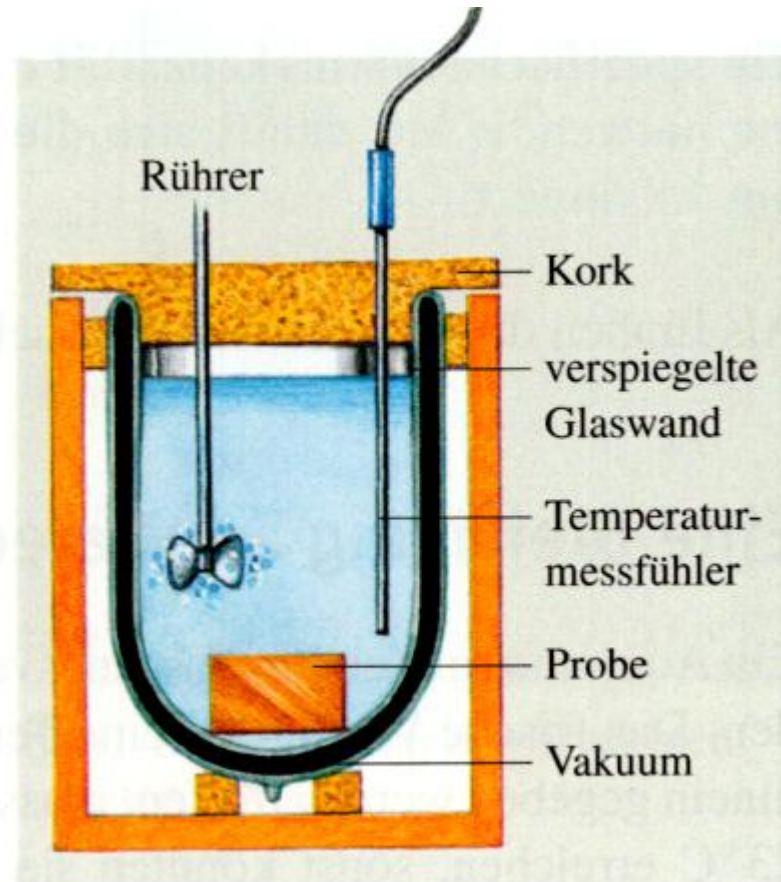


Das Erwärmungsgesetz – Die Grundgleichung zur Berechnung der Wärmemenge



Tägliche Übung:

1 Die wichtigsten Begriffe

Schmelzen ist der Übergang vom **fest** in den **flüssigen** Aggregatzustand.

Erstarren

..... ist der Übergang vom flüssigen in den festen Aggregatzustand.

Die Schmelztemperatur ist gleich der **Erstarrungstemperatur** eines Stoffes.

Kondensieren ist der Übergang vom **gasförmigen** in den

flüssigen

..... Aggregatzustand. **Verdampfen/Sieden**

ist der Übergang vom flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand. Die Siedetemperatur ist gleich der

Kondensationstemperatur

..... eines Stoffes.

Tägliche Übung:

2 Die Verwandlung von Wasser

Ergänze die Übersicht!

Schmelzen
bei 0°C

Sieden
bei 100 °C



Erstarren

bei 0 °C

Kondensieren

bei 100°C

Tägliche Übung: TW S. 84/85

3 Schmelzen von Metallen

Ordne die folgenden Metalle nach ihrer Schmelztemperatur!

a) Eisen, b) Kupfer, c) Blei, d) Gold, e) Silber, f) Wolfram, g) Aluminium

Blei, Alu, Silber, Gold, Kupfer,

Eisen, Wolfram

Hiervon ist **Blei** das Metall mit der niedrigsten Schmelztemperatur.

Wo wird ausgenutzt, dass dieses Metall schon bei **327°C** schmilzt? **Bleirohre, Munition,**

Wolfram **Bleiverglasung**
..... ist das Metall mit der höchsten Schmelztemperatur.

Wo wird ausgenutzt, dass dieses Metall erst bei **3380°C** schmilzt? **Glühwendel**

in Glühlampen, Turbinenschaufeln von Düsentriebwerken

Ein warmes Zuhause

In der kalten Jahreszeit müssen wir heizen, um angenehme Raumtemperaturen zu erreichen.

Dem Zimmer wird thermische Energie in Form von Wärme zugeführt.



Wie kann man die Wärme
bestimmen, die erforderlich ist,
um eine bestimmte
Raumtemperatur zu erreichen?

Wärme berechnen?



Wovon ist die Menge der zuzuführenden Wärme abhängig?

- **Zimmergröße**
- **Temperaturdifferenz**
- **Einrichtung (Möbel, ...)?**

Wärme berechnen?

LB S. 176

Wie viel Wärme ist für eine Temperaturerhöhung notwendig?



Warum wird der Sand stärker aufgeheizt als das Wasser?

Die physikalische Größe Wärme

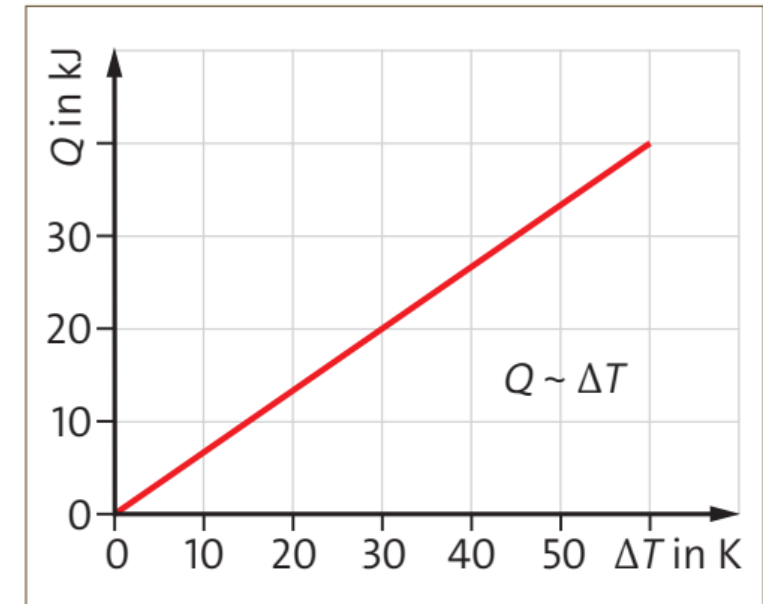


Marc hat vorgeschlagen, dass die Gruppe am Projekttag gemeinsam Nudeln kochen könnte. Er hat auch einen großen Topf mitgebracht. Aber nach 3 min siedet das Nudelwasser noch nicht. Ist die Kochplatte kaputt? Ist der Strom ausgefallen? Oder benötigen größere Mengen auch mehr Energie? Geht es schneller, wenn das Wasser gesalzen wird? Oder ...?

Das $Q(\Delta T)$ -Diagramm zeigt eine Gerade und die Quotienten $\frac{Q}{\Delta T}$ sind für alle Wertepaare gleich. ► 2

Die dem Körper (hier: dem Wasser) zugeführte Wärmemenge Q ist direkt proportional zur Temperaturdifferenz ΔT . Es gilt: $Q \sim \Delta T$.

Wir vermuten, dass die benötigte Wärme nicht nur von der Temperaturerhöhung abhängt, sondern auch von der Masse und Art des Stoffs. Man kann ihren Einfluss auf die Wärmemenge nur untersuchen, wenn man alle anderen Größen unverändert lässt und jeweils nur die eine Größe verändert.



2 $Q(\Delta T)$ -Diagramm

Wärme berechnen?

Je mehr Wärme zugeführt wird ...

... umso größer ist die Temperaturänderung.

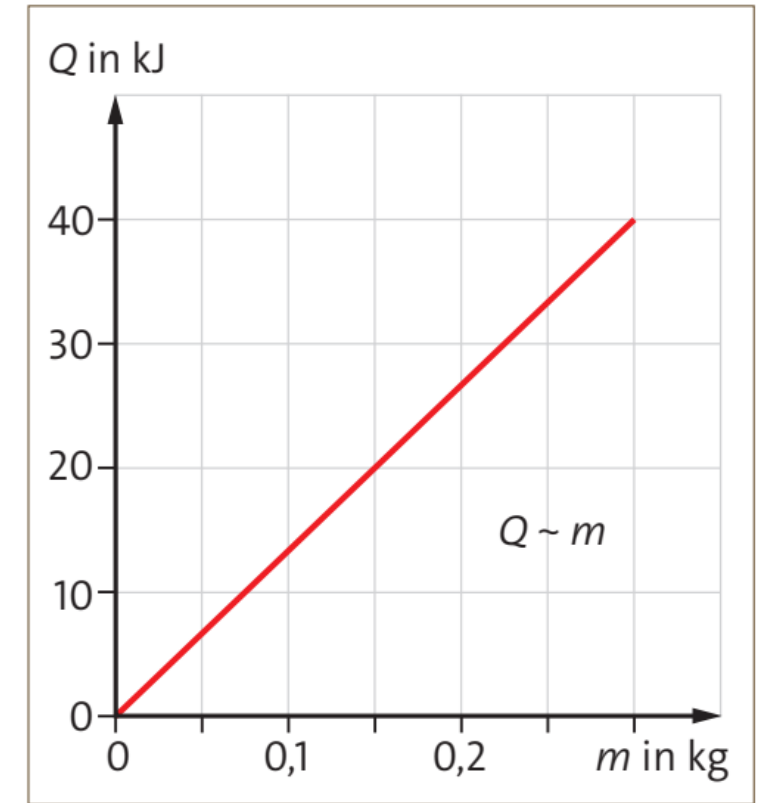
$$Q \sim \Delta T$$

Um eine größere Masse um dieselbe Temperaturdifferenz zu erwärmen, braucht man auch eine größere Wärmemenge. Verdoppelt man die Masse, so muss man auch doppelt so viel Wärme zuführen. Verdreifacht man die Masse, so wird auch die dreifache Wärmemenge benötigt.

Im $Q(m)$ -Diagramm zeigen die Messwerte eine Gerade durch den Koordinatenursprung. ► 4

Die für eine bestimmte Temperaturdifferenz ΔT erforderliche Wärmemenge Q ist der Masse m des zu erwärmenden Körpers direkt proportional. Es gilt: $Q \sim m$.

Marc hat zum Kochen der Nudeln den größten Topf genommen. Nach diesem Experiment weiß er, dass die darin enthaltene sehr große Menge Wasser sehr lange braucht, bis sie zu sieden beginnt.



4 $Q(m)$ -Diagramm

Wärme berechnen?

Je größer die Masse des zu erwärmenden Körpers ist ...

... desto mehr Wärme muss zugeführt werden, um eine bestimmte Temperaturänderung zu bewirken.

$$Q \sim m$$

Die benötigte Wärmemenge ist bei verschiedenen Stoffen unterschiedlich. Wasser braucht von den untersuchten Stoffen die meiste Wärme.

Die für eine bestimmte Temperaturdifferenz ΔT erforderliche Wärmemenge Q ist vom Stoff abhängig.

Unter Laborbedingungen hat man in ähnlichen Experimenten untersucht, wie viel Wärme erforderlich ist, um die Temperatur von 1 kg eines Stoffs jeweils um 1 K zu erhöhen. Bei Wasser hat man den Wert 4,19 kJ ermittelt. Für Aluminium benötigt man nur 0,90 kJ. Die Werte für andere Stoffe kannst du der ► Tabelle rechts entnehmen. Sie sind eine für den Stoff charakteristische Größe. Man bezeichnet sie als *spezifische Wärmekapazität c* .

Sie hat die Einheit: $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$.

Die spezifische Wärmekapazität c eines Stoffs gibt an, wie viel Wärme notwendig ist, damit sich die Temperatur von 1 kg dieses Stoffs um 1 K ändert.

Wasser hat von allen in der Natur vorkommenden Stoffen die größte Wärmekapazität.

Stoff	c in $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$
Wasser	4,19
Aluminium	0,90
Blei	0,13
Fensterglas	0,17
Gold	0,13
Holz (Eiche)	2,39
Kupfer	0,39
Mauerwerk	0,86
Silber	0,23
Stahl	$\approx 0,47$
Petroleum	2,00
Olivenöl	1,97

LB S. 178

Wärme berechnen?

Die erforderliche Wärme ist außerdem vom Stoff abhängig.

spezifische Wärmekapazität

c

Grundgleichung zur Berechnung der Wärmemenge

Die vorangegangenen Experimente haben gezeigt:

**Q ist vom Stoff abhängig
(spezifische Wärmekapazität c). $Q \sim c$**

ΔT und m konstant

**Q ist proportional zu m .
 $Q \sim m$**

ΔT und c konstant

**Q ist proportional zur
Temperaturerhöhung ΔT .
 $Q \sim \Delta T$**

m und c konstant

Beispiel:

Für Wasser mit $c = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ ergibt sich:

für
 $\Delta T = 1 \text{ K}$ und
 $m = 1 \text{ kg}$

$Q = 4,19 \text{ kJ}$

Um 1 kg Wasser um 1 K zu erwärmen, benötigt man 4,19 kJ.

Die Masse wird verdoppelt:
 $\Delta T = 1 \text{ K}$
 $m = 2 \text{ kg}$

$Q = 4,19 \text{ kJ} \cdot 2$

Um 2 kg Wasser um 1 K zu erwärmen, benötigt man die doppelte Energie.

Zusätzlich wird die Temperaturerhöhung verzehnfacht:
 $\Delta T = 10 \text{ K}$
 $m = 2 \text{ kg}$

$Q = 4,19 \text{ kJ} \cdot 2 \cdot 10$

Um 2 kg Wasser um 10 K zu erwärmen, benötigt man die 20-fache Energie.

Die zum Erwärmen einer bestimmten Menge eines Stoffs notwendige Wärme kann man also mit folgender Gleichung berechnen:

■ $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$

Diese Gleichung gilt nur, solange der Körper nicht schmilzt, erstarrt, verdampft, kondensiert oder ähnliches.

Übrigens

In der Gleichung sind auch folgende Beziehungen enthalten:
Je größer die Masse eines Körpers ist, desto größer ist die Wärmemenge, die er beim Abkühlen abgeben kann.
Je höher die Temperatur eines Körpers ist, desto mehr Wärme kann er abgeben.

Die Gleichung für die Wärme

MH

Die Wärme, die einem Körper für eine Temperaturänderung zugeführt werden muss oder die ein Körper bei einer Temperaturänderung abgeben kann, hängt ab von:

- der Masse m
- der Temperaturänderung ΔT
- dem Stoff des Körpers.

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

Die spezifische Wärmekapazität c eines Stoffes gibt an, wie viel Wärme notwendig ist, damit sich die Temperatur von 1 kg dieses Stoffes um 1 K ändert.

Einheit:

$$\frac{kJ}{kg \cdot K}$$

Berechnung mit der Wärmegleichung

MH

Wie viel Joule werden für das Erwärmen von 1 kg Sand und 1 kg (1 Liter) Wasser um 10 Kelvin benötigt?

Gegeben:

$$m = 1 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 10 \text{ K}$$

$$c_{\text{Wasser}} = 4,19 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$c_{\text{Sand}} = 0,8 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

Gesucht:

Q in J

Lösung:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

Wasser →

$$Q = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ K} \underline{\underline{= 41,9 \text{ kJ}}}$$

Sand →

$$Q = 0,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ K} \underline{\underline{= 8 \text{ kJ}}}$$

Für das Erwärmen von Sand wird im Vergleich zu Wasser viel weniger Energie benötigt.