

NATEX-Aufgabe „Sonne tanken“

Informationen zu den Ersatz-Versuchen mit Lampen zur Aufgabe „Solarthermie“ (Die Experimente)

„Falls das Wetter länger keine Versuche mit Sonnenlicht zulässt, kannst du die Versuche ersatzweise auch mit einer starken Lampe durchführen.“

-) Verwende als Lampe eine **klassische Glühlampe** mit Glühfaden (die mittlerweile nicht mehr verkauft werden dürfen) oder eine **Halogenlampe** (wie man sie oft in Strahlern findet). Du erkennst die Lampen daran, dass sie im Betrieb heiß werden. Moderne LED-Lampen, Leuchtstoffröhren oder Kompaktleuchtstofflampen sind für die Versuche nicht geeignet.
-) Halte bei deinen Versuchen ausreichenden Abstand zur Lampe (mindestens 20cm), damit du dein Gefäß nicht direkt durch die Wärme der Lampe erwärmst, sondern durch das Licht der Lampe (so wie das bei der Sonne auch ist).

Informationen zur quantitativen Auswertung (Aufgabe 9/10):

Mithilfe der folgenden Informationen sollte es dir möglich sein, die Versuche zur Wärmespeicherung quantitativ auszuwerten.

) **Spezifische Wärmekapazität:**

Die spezifische Wärmekapazität c gibt an, wie viel Wärmeenergie E man einem Stoff der Masse m zuführen (entziehen) muss, damit dessen Temperatur um ΔT steigt (sinkt):

$$c = \frac{E}{m \cdot \Delta T} \quad (1)$$

Wasser hat z.B. eine spezifische Wärmekapazität von $c_{\text{Wasser}} = 4,18 \text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$. Das bedeutet, dass die Energie 4,18 J aufgebracht werden muss, um 1g Wasser um 1°C zu erwärmen. Die spezifische Wärmekapazität ist eine stoffabhängige Konstante.

) **Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität:**

Bringt man zwei unterschiedlich warme Körper in Kontakt, so erfolgt ein Temperaturausgleich und nach einiger Zeit besitzen beide Körper die gleiche Temperatur \bar{T} . Dabei ist die vom wärmeren Körper abgegebene Wärmeenergie E_{ab} gleich der vom kälteren Körper aufgenommenen Wärmeenergie E_{auf} (sofern keine Wärmeverluste nach außen auftreten):

$$E_{\text{ab}} = E_{\text{auf}}$$

Mit Gleichung (1) folgt:

$$c_1 \cdot m_1 \cdot (\bar{T} - T_1) = c_2 \cdot m_2 \cdot (\bar{T} - T_2) \quad (2)$$

Hier sind: c_1, c_2 : spezifische Wärmekapazität des wärmeren/kälteren Körpers
 m_1, m_2 : Masse des wärmeren/kälteren Körpers

T_1, T_2 : Temperatur des wärmeren/kälteren Körpers vorher

\bar{T} : gemeinsame Endtemperatur

Mithilfe von Gleichung (2) kann die spezifische Wärmekapazität eines Stoffes berechnet werden, wenn man die spezifische Wärmekapazität des anderen Stoffes kennt und alle übrigen Größen misst. Das ist beim NATEX-Versuch „Wärmespeicherung“ möglich, denn die spezifische Wärmekapazität von Wasser ist bekannt.

) Einfluss des Gefäßes:

Bei dem Versuch „Wärmespeicherung“ gibt nicht nur der erwärmte Stoff Wärmeenergie an das Wasser ab, sondern auch das Gefäß, in dem sich der Stoff befindet. Das Gefäß besitzt eine eigene Wärmekapazität $C_{\text{Gefäß}}$, die bei einer genaueren Bestimmung berücksichtigt werden muss. Die Gleichung (2) ändert sich dann wie folgt:

$$c_1 m_1 \int_{T_1}^{\bar{T}} \Delta T C_{\text{Gefäß}} \int_{T_1}^{\bar{T}} \Delta T \times c_2 m_2 \int_{T_2}^{\bar{T}} \Delta T \quad (2^*)$$

Zur **Bestimmung der Wärmekapazität $C_{\text{Gefäß}}$** führt man den Versuch „Wärmespeicherung“ mit dem erwärmten leeren Gefäß erneut durch, bestimmt die Endtemperatur \bar{T}^* und nutzt zur Berechnung die Gleichung:

$$C_{\text{Gefäß}} T_1 Z \bar{T}^* \times c_2 m_2 \bar{T}^* Z T_2 \quad (3)$$

) Einfluss des Wasserbehälters: (für Experten!)

Wenn man es ganz genau nimmt, hat beim Versuch „Wärmespeicherung“ auch der Wasserbehälter einen Einfluss: Nicht nur das Wasser, sondern auch der *Wasserbehälter* erwärmt sich und nimmt einen Teil der Wärmeenergie auf. Der Wasserbehälter hat somit eine Wärmekapazität $C_{\text{Wasserbehälter}}$ und die Gleichung (2) bzw. (2*) erhält eine weitere Korrektur:

$$c_1 m_1 \int_{T_1}^{\bar{T}} \Delta T C_{\text{Gefäß}} \int_{T_1}^{\bar{T}} \Delta T \times c_2 m_2 \int_{T_2}^{\bar{T}} \Delta T C_{\text{Wasserbehälter}} \int_{T_2}^{\bar{T}} \Delta T \quad (2^{**})$$

Zur **Bestimmung der Wärmekapazität $C_{\text{Wasserbehälter}}$** misst man zunächst die Temperatur des *leeren* Behälters (meist Zimmertemperatur). Dann füllt man in den Behälter so viel warmes Wasser (Temperatur wie in den vorherigen Versuchen, also etwa 50°C), dass die gleiche Füllhöhe wie in den vorherigen Versuchen erreicht wird, und bestimmt die Endtemperatur \bar{T}^{**} . Die Berechnung erfolgt mit der Gleichung:

$$C_{\text{Wasser}} m_{\text{Wasser}} T_1 Z \bar{T}^{**} \times C_{\text{Wasserbehälter}} \bar{T}^{**} Z T_2 \quad (4)$$

Bemerkungen:

- (1) In der Literatur wird als Einheit bei der spezifischen Wärmekapazität anstelle des „°C“ das „K“ (Kelvin) verwendet, weil Temperaturdifferenzen in der Fachwissenschaft in Kelvin gemessen werden. Ihr könnt beides verwenden.
- (2) Literaturwerte für die spezifischen Wärmekapazität von Stoffen findest du in Tafelwerken, Büchern und im Internet.
- (3) Die o.g. Formeln für die Bestimmung der spezifischen Wärmekapazitäten gelten nur, wenn während der Versuchsdurchführung *kein* Phasenübergang stattfindet (also z.B. von *flüssig* nach *fest*).