

# AUSWERTUNG: SPEZIFISCHE WÄRMEKAPAZITÄT FESTER KÖRPER

TOBIAS FREY, FREYA GNAM

## 1. SPEZIFISCHE WÄRMEKAPAZITÄT VON METALLEN

Bei diesem Versuch haben wir die spezifische Wärmekapazität verschiedener Metalle bestimmt. Dazu wurden diese bei erhöhter Temperatur in ein kühleres Wasserbad getaucht.

Im Vorfeld musste die spezifische Wärmekapazität des verwendeten Kalorimeters bestimmt werden. Dazu haben wir es mit kaltem Wasser der Temperatur  $T_W = 25^\circ\text{C}$  befüllt. Anschließend wurde dem Kalorimeter warmes Wasser der Temperatur  $T_{Wh} = 65^\circ\text{C}$  zugeführt. Die Masse des kaltes Wassers betrug  $m_W = 94\text{ g}$  und die des warmen Wassers  $m_{Wh} = 91,2\text{ g}$ . Die resultierende Mischtemperatur ist  $T_{Misch} = 42,9^\circ\text{C}$ . Die spezifische Wärmekapazität von Wasser ist  $c_W = 4,180 \frac{\text{J}}{\text{gK}}$ . Damit erhalten wir für die spezifische Wärmekapazität des Kalorimeter-Materials multipliziert mit der Masse des Kalorimeters:

$$K_{Kal} = \frac{c_W(m_{Wh}(T_{Wh} - T_{Misch}) - m_W(T_{Misch} - T_W))}{T_{Misch} - T_W} = 77.74 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

Um die spezifische Wärmekapazität eines Metalls berechnen zu können, benötigen wir die Temperatur des Wassers  $T_W$ , die Temperatur des Metalls  $T_M$ , die resultierende Mischtemperatur  $T_{Misch}$ , die Wassermasse  $m_W$  und die Metallmasse  $m_M$ . Die spezifische Wärmekapazität des Kalorimeters haben wir bei unserer Rechnung berücksichtigt:

$$c_M \cdot m_M \cdot (T_M - T_{misch}) = c_W \cdot m_W \cdot (T_{misch} - T_W) + K_{Kal}(T_{misch} - T_W)$$

Aus dieser Energiebilanz folgt:

$$c_M = \frac{c_W \cdot m_W + K_{Kal}}{m_M} \cdot \frac{T_{misch} - T_W}{T_M - T_{misch}}$$

Wir erhalten mit dieser Formel aus unseren gemessenen Werten (s. Messprotokoll):

Die Abweichungen vom Literaturwert erklären sich wahrscheinlich in der Hauptsache durch die Ungenauigkeit in der Bestimmung der Temperatur der Materialien.

Die Differenz zwischen dem für das Aluminium Granulat gemessenen Wert und dem Wert für den Aluminium Klotz rührt daher, dass der Klotz im Vergleich zum Granulat weniger Wärme abgibt, da seine Oberfläche geringer ist.

TABELLE 1. Spezifische Wärmekapazität von Metallen

Material	$c_M [\frac{\text{J}}{\text{gK}}]$	Literaturwert	Abweichung [%]
Aluminium Granulat	1,17	0,90	23
Aluminium Klotz	0,63	0,90	-30
Zinn Granulat	0,21	0,23	-9

Unsere zweiter Messung mit Zinn Granulat ergibt mit  $c_M = 0,75 \frac{\text{J}}{\text{gK}}$  einen deutlich zu hohen Wert für die spezifische Wärmekapazität. Wir nehmen an, dass die von uns gemessene Mischungstemperatur zu hoch war, weil wir nicht gewartet haben, bis das Kalorimeter sich wieder abgekühlt hat, sondern die Messung gleich im Anschluss an die vorangegangene durchgeführt haben.

## 2. BESTIMMUNG DER TEMPERATURABHÄNGIGEN SPEZIFISCHEN WÄRMEKAPAZITÄT VON ALUMINIUM

In diesem Versuch haben wir die temperaturabhängige spezifischen Wärmekapazität von Aluminium untersucht. Mit flüssigem Stickstoff kühlten wir einen Aluminiumzylinder auf 100 K ab. Anschließend wurde der Zylinder durch Styropor isoliert, um äußere Einflüsse gering zu halten. Wir führten nun bei konstanter Leistung Energie zu und beobachten den Temperaturanstieg. Ein x-y-Schreiber zeichnete den zeitlichen Spannungsverlauf während der Aufwärmphase auf (siehe Anhang).

Daraus lässt sich die temperaturabhängige spezifische Wärmekapazität  $c(T)$  von Aluminium bestimmen. Die Temperaturabhängigkeit steckt in der Temperaturveränderung, die wir aus der momentanen Steigung des T-t-Diagramms ablesen können.

$$\Delta Q = c(T) \cdot m \cdot \Delta T = P_H \cdot \Delta t$$

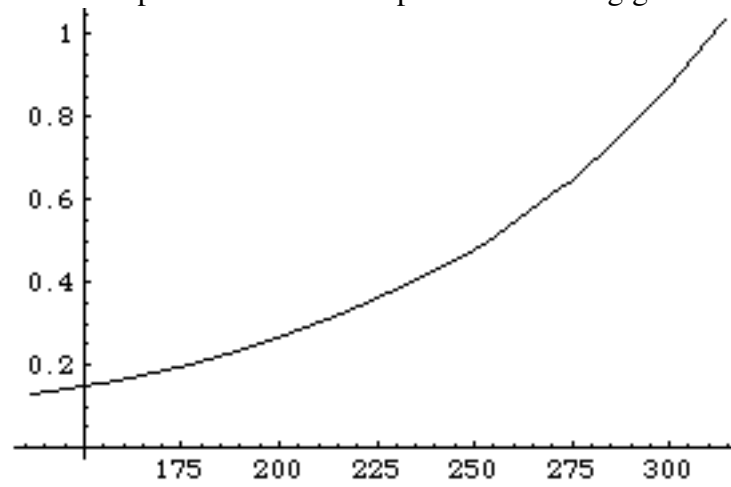
Der Zylinder ist während des Versuches an einem Thermoelement mit  $I = 2,6 \text{ A}$  und einer Heizspannung  $U_H = 15,5 \text{ V}$  angeschlossen. Also ist  $P_H = 40,3 \text{ VA}$  Als Referenztemperatur des Thermoelementes haben wir Eiswasser verwendet.

Die Gesamtleistung ist nicht konstant, da die Umgebung Energie an das System abgibt. Diese äußere Leistung können wir aus einer uns vorliegenden Messung ohne Heizung bestimmen.

Damit ergibt sich die temperaturabhängige spezifische Wärmekapazität (siehe Abbildung 1):

$$c(T) = \frac{P_H + P_A}{m \cdot \frac{\Delta T}{\Delta t}} = \frac{P_H}{m} \cdot \frac{1}{\frac{\Delta T}{\Delta t} - \frac{\Delta T_A}{\Delta t_A}}$$

ABBILDUNG 1. Spezifische Wärmekapazität in Abhängigkeit von der Zeit



Man erkennt die Temperaturabhängigkeit der spezifische Wärmekapazität des Aluminiums. Der qualitativen Verlauf der temperaturabhängigen spezifischen Wärmekapazität von Aluminium lässt sich erkennen.

Die Auswertung von Aufgabe 3 erfolgte mit Mathematica. Das Mathematica-Notebook befindet sich im Anhang.