

Spezifische Wärmekapazität

14.12.2020

1 Die spezifische Wärmekapazität von Wasser

1.1 Vorwissen

Wärme ist eine Energieform. Der Energieinhalt einer bestimmten Wassermenge hängt von ihrer Temperatur ab.

1.2 Vorbereitung

Benötigt wird ein Wassergefäß, am besten ein Kalorimeter mit Niederspannungsheizung (Tauchsieder) oder alternativ ein Tauchsieder mit 300 W Leistung, ein Messzylinder und ein Temperatursensor.

1.3 Durchführung

Eine bestimmte Wassermenge (Masse) wird erhitzt und die Temperatur in Abhängigkeit von der Zeit gemessen. Die Energiezufuhr wird aus dem Produkt der Leistung des Tauchsieders und der Zeit bestimmt. Es empfiehlt sich, mindestens eine Messkurve von Hand aufzunehmen und auszuwerten.

Der Datenlogger misst nur die Temperatur und die Zeit. Die aufgenommene Wärmemenge Q wird als Produkt aus der Leistung des Tauchsieders und der Zeit berechnet. Diese Beziehung muss einprogrammiert und zur Ausgabe im Diagramm eingerichtet werden.

Der Versuch ist mit verschiedenen Wassermengen durchzuführen. Sollte man die Möglichkeit haben, den Versuch als Schülerversuch durchzuführen, könnten verschiedene Gruppen unterschiedliche Wassermengen untersuchen, so dass in der Zusammenarbeit das endgültige Ergebnis abgeleitet werden kann. Da der Versuch relativ langsam abläuft, kann man beobachten, wie die Kurve sich aufbaut bzw., wie Punkt für Punkt in der Grafik erscheint.

1.4 Auswertung

Alle Ergebnisse werden in ein Q - ΔT -Diagramm (Bild 1.1) eingetragen. Die Punkte gleicher Wassermenge liegen mit großer Genauigkeit auf einer Geraden. Je größer die Masse erwärmten Wassers, umso größer die Steigung der Geraden. Durch lineares Fitten werden die Mittelwerte der Steigungen bestimmt. Meine Ergebnisse sind in Tabelle 1.1 aufgeführt:

Masse m /Kg	Steigung $Q/\Delta T$ / KJ/K
0	0
150	0,664
200	0,902
250	1,08
300	1,22

Tabelle 1.1

Diese Werte werden in einem zweiten Diagramm gegeneinander aufgetragen (Bild 1.2). Auch diese Punkte liegen mit guter Genauigkeit auf einer Geraden. Es gilt also: $\frac{Q}{\Delta T} \sim m$. Der Proportionalitätsfaktor, also die Steigung der Geraden ist die spezifische Wärmekapazität des Wassers. Als Ergebnis meines Versuchs ergibt sich: $c_W = 4,15 \pm 0,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$.

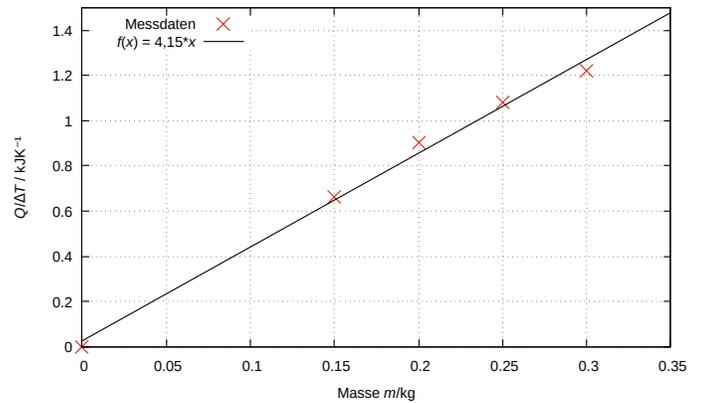
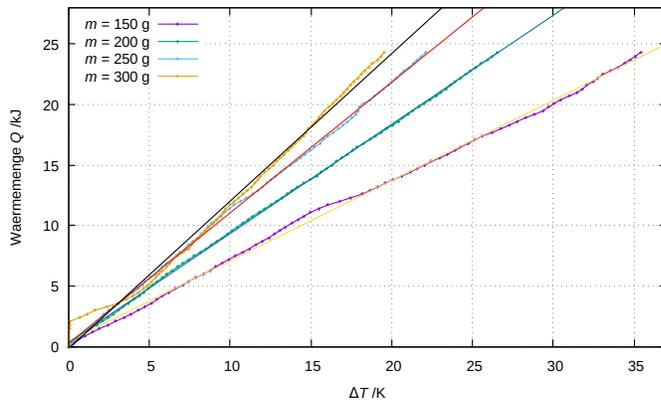


Bild 1.2 Zunahme der inneren Energie pro K Temperaturerhöhung in Abhängigkeit von der Wassermenge Bild 1.1 Zusammenhang zwischen zugeführter innerer Energie und Temperaturerhöhung für verschiedene Wassermengen

2 Die spezifische Wärmekapazität von Aluminium

2.1 Vorwissen

Die Schüler kennen das Messverfahren zur Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität des Wassers und den Zahlenwert und die Bedeutung von c_W .

2.2 Vorbereitung

Behälter mit siedendem Wasser, möglichst nahe bei 100 °C, Behälter mit Wasser bei Zimmertemperatur, Aluminiumvollkörper mit Bohrung von 4 mm Durchmesser und ca. 20 mm Tiefe (optimal ist ein Zylinder mit axialer Bohrung). Des Weiteren werden zwei Temperatursensoren benötigt. Die Wassermengen sind so zu bemessen, dass der Aluminiumkörper nach Eintauchen vollständig von Wasser umgeben ist.

2.3 Durchführung

Zunächst sind die Massen des Aluminiumkörpers und des kalten Wassers (Zimmertemperatur) zu bestimmen. Anschließend wird einer der beiden Temperatursensoren in die Bohrung des Al-Körpers eingeführt und so befestigt, dass er so fest sitzt, dass man den Al-Körper mit dem Sensor heben kann (siehe Bild 2.3). Der zweite Temperatursensor wird in das kalte Wasser gebracht.

Nun wird das Messsystem gestartet.

Zunächst taucht man den Al-Körper vollständig in das heiße Wasser und beobachtet den Temperaturanstieg, bis er seinen Maximalwert erreicht hat und konstant bleibt. Dann ist sicher, dass die Temperatur im gesamten Al-Körper gleich ist und dem vom Thermosensor angezeigten Wert ist. Der nächste Schritt besteht darin, den Al-Körper schnell aus dem heißen Wasser heranzuziehen und in das kalte Wasser vollständig einzutauchen.

2.4 Auswertung

Versuchsdaten:

Masse des kalten Wassers: $m_W = 250$ g

Masse des Al-Körpers $m_{Al} = 320$ g

Temperatur des kalten Wassers vor dem Einbringen des Al-Körpers: $T_{K0} = 22$ °C

Temperatur des Al-Körpers vor dem Eintauchen in kalte Wasser: $T_{Al0} = 96$ °C

Temperatur von Kaltem Wasser und Al-Körper nach Temperaturengleich: $T_E = 37$ °C

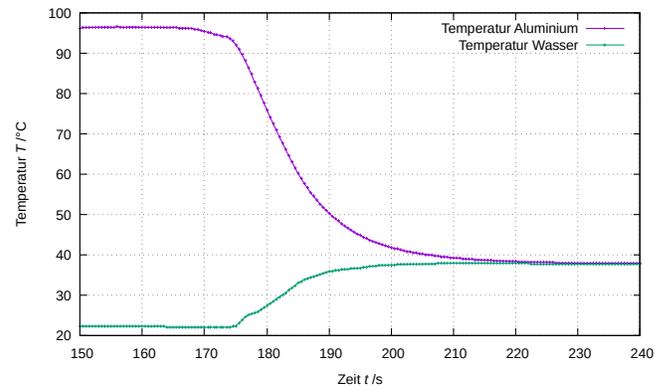
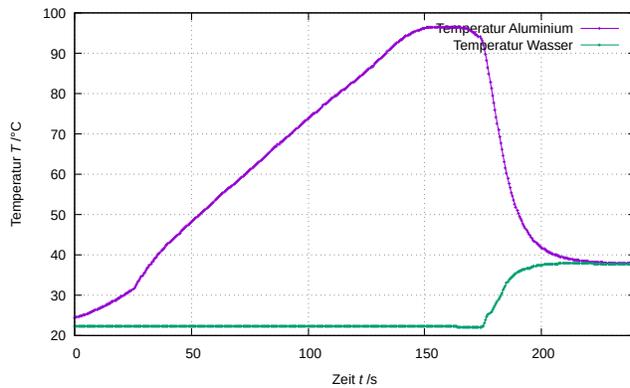


Bild 2.1 Diagramm des gesamten Versuchsablaufs Bild 2.1 Diagramm des Temperatenausgleichs

In Bild 2.1 ist der Aufheizvorgang des Al-Körpers mit dargestellt. Zum Zeitpunkt $t = 0$ beginnt die Messung mit dem Messsystem. Im Bild ist deutlich zu erkennen, dass bei der Aufheizung des Al-Körpers ein Plateau erreicht wird, das die Maximaltemperatur des Al-Körpers darstellt, die sich damit auch im Innern eingestellt hat.

In Bild 2.2 wird der Ausschnitt des Temperatenausgleichs gezeigt, der als eigentliche Berechnungsgrundlage des c_{Al} -Wertes dient.

Im Falle meines Versuches ergibt sich: $c_{Al} = 0,83 \text{ Jg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

2.5 Zusatzbemerkungen

1. Der Temperatenausgleich zwischen den beiden Materialien ist in seiner Entstehung zu beobachten. Dies ist ein erwartetes Phänomen, das mit unserem Erfahrungsschatz übereinstimmt. Für die Schüler birgt aber der Verlauf und die Darstellung des Phänomens trotzdem eine gewisse Überraschung. Natürlich lässt sich das Verfahren auch auf andere, nicht wasserlösliche Festkörper übertragen.
2. Die Anfangstemperatur des Aluminiumkörpers muss in diesem Experiment keinen bestimmten Wert haben, sollte aber deutlich höher liegen, als die Temperatur des kalten Wassers.
3. Der didaktische Vorteil dieser Methode besteht in der evidenten Zuordnung von Temperatur und Material.
4. Am Verlauf der Temperaturkurve des Aluminiumkörpers lässt sich die Verwandtschaft zur Exponentialfunktion sehr gut nachvollziehen.

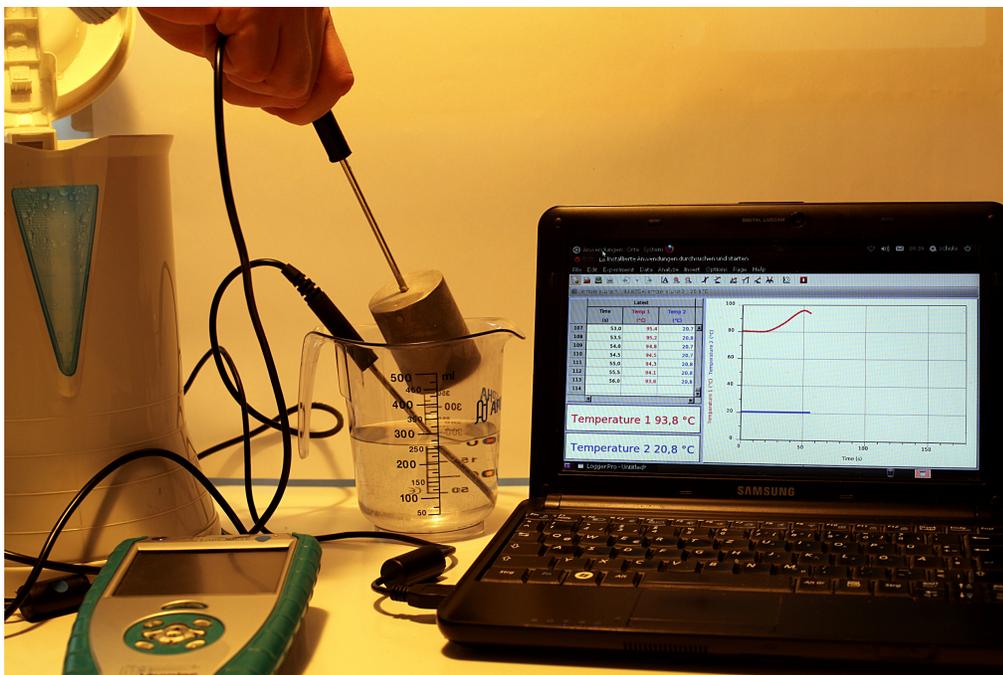


Bild 2.3 Versuchsabau / Durchführung