

Einleitung:

Wenn man einem Körper Wärme oder Reibungsarbeit zuführt, nimmt seine innere Energie, und somit auch seine Temperatur zu. Diese Temperaturzunahme ist aber nicht bei allen Materialien gleich gross.

Die spezifische Wärmekapazität ist die Wärmemenge, die es braucht, um ein kg eines bestimmten Stoffs um ein K zu erwärmen.

Wir untersuchen folgendes:

- Zusammenhang zwischen zugeführter Wärmemenge Q (in J) und Zunahme der Temperatur ΔT (in K) bei Wasser
- Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität eines Metalls. Heisse Nieten werden zu kühlerem Wasser geschüttet, das sich in einem Kalorimeter (isolierter Metallbecher) befindet. Aus den beobachteten Temperaturänderungen und weiteren Daten lässt sich die spezifische Wärmekapazität des Nietenmaterials ableiten.

Messungen:**1) Wärmezufuhr und Temperaturzunahme bei Wasser**

Eine bestimmte Menge Wasser wird mit einem Tauchsieder erhitzt. Aus der zugeführten elektrischen Leistung und der Zeit wird die zugeführte Wärmemenge bestimmt. Gleichzeitig wird die Zunahme der Temperatur gemessen.

1. Bereiten Sie eine Tabelle vor, in der Sie Ihre Messwerte eintragen können. Die Tabelle enthält zwei Spalten: Zeit t [s], Temperatur ϑ [°C]. Fehlerschranken nicht vergessen!
2. Füllen Sie kaltes Hahnenwasser in den Behälter. Wägen Sie die Masse des Wassers möglichst genau und notieren Sie den Wert mit Fehlerschranke.
3. Tauchen Sie den Tauchsieder ins Wasser, bis der Heizwendel völlig unter Wasser getaucht ist.
4. Geben Sie das Thermometer ins Wasser und rühren Sie, bis sich die Temperaturanzeige nicht mehr ändert. Lesen Sie die Anfangstemperatur ϑ_0 ab und tragen Sie den Wert (mit Fehlerschranke) in die Tabelle ein; in die Spalte für die Zeit t [s] tragen Sie ein «0» ein.
5. Schalten Sie den Tauchsieder ein und starten Sie gleichzeitig die Stoppuhr. Rühren Sie weiterhin vorsichtig mit dem Thermometer das Wasser um. Notieren Sie in regelmässigen Zeitabständen (ca. alle 30 Sekunden) die Zeit und die Temperatur (mit Fehlerschranken).
6. Notieren Sie die Leistung des Tauchsieders (mit Fehlerschranke).
7. Wenn die Temperatur des Wassers ca. 50 °C erreicht hat, beenden Sie die Messung.

2) Spezifische Wärmekapazität von Nieten

Heisse Nieten werden zu kühlerem Wasser geschüttet, das sich in einem Kalorimeter (isolierter Metallbecher) befindet. Die Nieten geben Wärme ab, bis die Nieten und das Wasser die gleiche Temperatur haben. Diese von den Nieten abgegebene Wärme wird vom Wasser (und dem Kalorimeter) aufgenommen.

Aus der ausgetauschten Wärme, der Temperaturänderung der Nieten und deren Masse lässt sich ihre Wärmekapazität bestimmen.

1. Nehmen Sie den Kupfer-Innenbecher aus dem Kalorimeter und wägen Sie ihn. Notieren Sie den Wert für die Masse m_{Becher} mit Fehlerschranke.
2. Füllen Sie den Kupferbecher zu etwa zwei Dritteln mit kühlem Leitungswasser (die Nieten müssen nachher noch Platz haben!) und wägen Sie nochmals. Notieren Sie den Wert für die Masse von Wasser und Becher $m_{\text{W+B}}$ mit Fehlerschranke.
3. Messen Sie die Temperatur des Wassers im Kalorimeter. Notieren Sie den Wert für die Anfangstemperatur des Wassers $\vartheta_{\text{Anfang, Wasser}}$ mit Fehlerschranke.
4. Wenn die Metallstücke im Wasserbad etwa die Siedetemperatur des Wassers erreicht haben, schütten Sie diese schnell ins Kalorimeter und messen unter ständigem Rühren die Temperatur, bis sie nicht mehr steigt. Notieren Sie die Anfangstemperatur der Nieten $\vartheta_{\text{Anfang, Nieten}}$ sowie die Endtemperatur von Nieten und Wasser ϑ_{End} (mit Fehlerschranken).
5. Nehmen Sie den Kupfer-Innenbecher aus dem Kalorimeter und wägen Sie ihn mitsamt Wasser und Nieten. Notieren Sie den Wert für die Masse von Wasser, Becher und Nieten $m_{\text{W+B+N}}$ (mit Fehlerschranke).
6. Trocknen Sie Kalorimeter und Nieten. Räumen Sie den Platz auf.
7. Lassen Sie Ihre Datenblätter von der Lehrperson signieren.

Auswertung:

1) Wärmezufuhr und Temperaturzunahme bei Wasser

Tippen Sie Ihre Messwerte in Excel ein. Schreiben Sie die Spalten korrekt (mit Einheiten) an. Fehlerschranken nicht vergessen!

Fügen Sie zwei weitere Spalte hinzu:

- für die Temperaturzunahme ΔT [K], wobei $\Delta T = \vartheta - \vartheta_0$ (Formel in Excel eingeben und ausrechnen)
- für die zugeführte Wärme Q [J], wobei $Q = P \cdot t$ (Formel in Excel eingeben und ausrechnen)

Die Messwerte werden in einem Diagramm dargestellt. ACHTUNG: Punkt-x-y-Diagramm wählen! Das Diagramm soll die Abhängigkeit der Temperaturzunahme ΔT von der zugeführte Wärme Q zeigen. Das bedeutet, dass ΔT auf die y-Achse (vertikale Achse) kommt und Q auf die x-Achse (horizontale Achse).

Zeigen Sie die Fehlerschranken als Fehlerindikatoren im Diagramm an (in x- und in y-Richtung). Achten Sie darauf, dass die Achsen korrekt beschriftet sind (mit Symbolen und Einheiten), und dass die Skala bei beiden Achsen bei Null beginnt.

Fitten Sie (mit Hilfe von *Trendlinie*) eine lineare Funktion über Ihre Messwerte. Wählen Sie unter *Optionen* «Formel im Diagramm darstellen».

Bestimmen Sie aus den Angaben in Ihrem Diagramm und der Masse des Wassers die spezifische Wärmekapazität von Wasser (mit Fehlerschranke).

2) Spezifische Wärmekapazität von Nieten

Berechnen Sie aus Ihren Messwerten die Masse des Wassers m_{Wasser} , sowie die Masse der Nieten m_{Nieten} .

Berechnen Sie die Temperaturänderung des Wassers ΔT_{Wasser} , des Bechers ΔT_{Becher} , sowie der Nieten ΔT_{Nieten} .

Berechnen Sie die Änderung der inneren Energie des Wassers ΔU_{Wasser} und somit die Wärme Q_{Wasser} , die vom Wasser aufgenommen wurde.

Berechnen Sie die Änderung der inneren Energie des Kupferbechers ΔU_{Becher} und somit die Wärme Q_{Becher} , die vom Kupferbecher aufgenommen wurde.

Berechnen Sie die Wärme Q_{Nieten} , die von den Nieten abgegeben wurde und somit die Änderung der inneren Energie der Nieten ΔU_{Nieten} .

Berechnen Sie die Wärmekapazität des Metalls (mit Fehlerschranke).

Interpretation:

1) Wärmezufuhr und Temperaturzunahme bei Wasser

Liegt die gefittete Gerade im Diagramm innerhalb der Fehlerindikatoren? Wenn ja/nein suchen Sie Gründe dafür.

Welche Bedeutung hat die Steigung der Geraden im Diagramm?

Wie verändert sich die Temperaturzunahme, wenn die zugeführte Wärme verdoppelt wird? Wie verändert sich die Temperaturzunahme, wenn die zugeführte Wärme verdreifacht wird?

Schauen Sie den Wert für die Wärmekapazität von Wasser in einer Tabelle nach (Quelle angeben nicht vergessen!). Vergleichen Sie mit Ihrem Messwert und erklären Sie allfällige Abweichungen.

2) Spezifische Wärmekapazität von Nieten

Suchen Sie in einer Tabelle nach einem Wert für die Wärmekapazität, der möglichst nahe bei Ihrem Messwert liegt (Quelle angeben nicht vergessen!). Um welches Material könnte es sich handeln?

Gibt es (unter Berücksichtigung der Fehlerschranke) mehrere Möglichkeiten?

Vergleichen Sie Messwert und Tabellenwert und erklären Sie allfällige Abweichungen.

Theorie:

- 1) Erläutern Sie die Begriffe *Wärme* und *innere Energie*.
- 2) Verwenden Sie die Begriffe *Wärme* und *innere Energie* in einer Beschreibung der beiden Experimente 1) und 2): Wann (in welcher Situation) und «von wem» wird Wärme abgegeben/aufgenommen? Beim «wem» (in welcher Situation) nimmt die innere Energie zu/ab? Wie wird diese Änderung der inneren Energie hervorgerufen?
- 3) Was versteht man unter dem Begriff *spezifische Wärmekapazität*?
- 4) Beschreiben Sie zwei Beispiele aus dem Alltag, wo die spezifische Wärmekapazität eines Materials eine Rolle spielt (weil sie z.B. besonders gross oder besonders klein ist).