

Versuch 31: Mischungsmethode in der Kalorimetrie

(durchgeführt am 12.09.2018 bei Nico Strauß)
Andréz Gockel, Patrick Münnich
16. September 2018

1 Ziel des Versuchs

Der Versuch ist in zwei Teile geteilt, welche dazu dienen, mit Hilfe einer geeigneten Wärmeenergiebilanz die Wärmekapazität zu bestimmen. Im Teil A kalibriert man das Messgerät und bestimmt mittels extrapolationsverfahren die Wärmekapazität des Kalorimeters. Für die Messungen wurde ein Temperaturmessfühler, der durch einen DAQ zu einem Computer verbunden wurde verwendet, dadurch konnten die Messdaten mittels dem Programm LabVIEW gespeichert werden. Im Teil B wurde die Wärmekapazität von zwei Festkörpern bestimmt.

2 Auswertung und Fehleranalyse

2.1 Teil A - Kalibrierung des Messfühlers

2.1.1 Aufgabenstellung

Das Messprogramm, LabVIEW, soll vervollständigt werden und der Messfühler kalibriert.

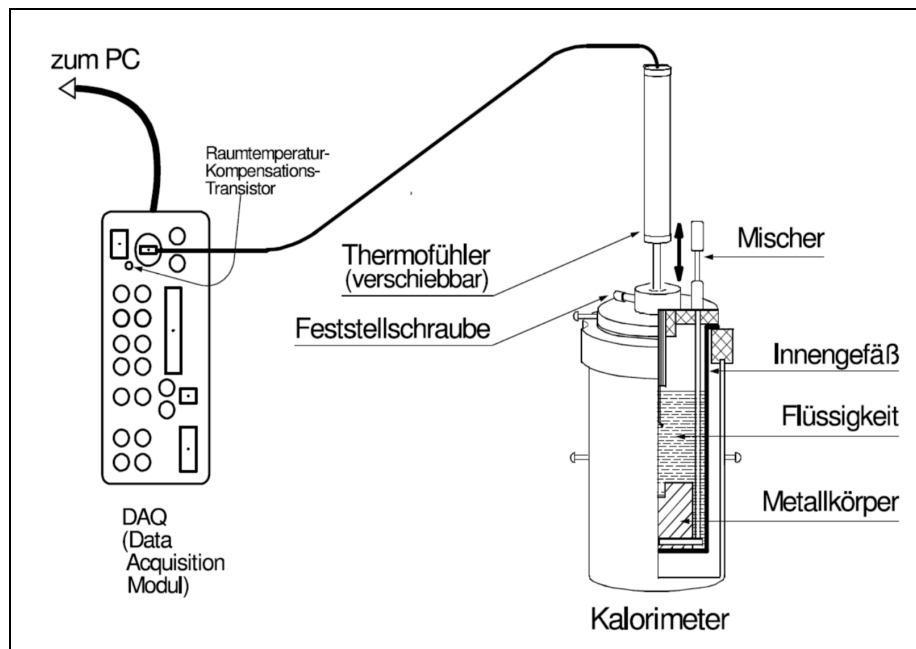


Abbildung B1: Der Aufbau

2.1.2 Ergebnisse

Zur Kalibrierung haben wir die Temperatur von Eiswasser und kochendem Wasser gemessen.

Nach der Vervollständigung des Programms wurden die Temperaturen von kochendem Wasser und Eiswasser gemessen. Diese wurden so angepasst, dass sie jeweils circa 100°C und 0°C waren. Große

Schwankungen waren jedoch auffällig. Bei dem kochenden Wasser waren diese eher klein, bei etwa 0.5°C. Bei dem Eiswasser waren Schwankungen von 2°C zu beobachten, vermutlich aufgrund dem Aufwärmen des Wassers. Man sollte also bei den folgenden Messungen die Temperaturen kurz vor dem Mischen messen, da diese sich leicht ändern können.

2.2 Teil B - Bestimmung von der Wärmekapazität des Kalorimeters: C_{kal}

2.2.1 Aufgabenstellung

Mithilfe der Mischungsmethode ist die Wärmekapazität des Kalorimeters zu bestimmen. In diesem experiment wurden die Zeiten, Temperaturen und Massen gemessen.

Zur bestimmung von C_{kal} benutzen wir die Extrapolationsfunktionen (B2) und bestimmen daraus die Mischtemperatur. Die Funktion für das heiße Wasser wird mit f_H bezeichnet, das kalte Wasser mit f_K und für die Temperaturänderung während der Mischung mit f_M :

$$f_H = -0.1305t + 79.1561, \quad f_M = 4.049 + 20.866e^{-0.192t}, \quad f_K = -0.01288t + 47.0561$$

Die Schnittstelle von f_H und f_M ist $t_1 = -2.7630$. Die Schnittstelle von f_M und f_K ist $t_2 = 10.3248$.

$$\int_{t_{ges}}^{t_2} f_M dt - \int_{t_{ges}}^{t_2} f_K dt = \int_{t_1}^{t_{ges}} f_H dt - \int_{t_1}^{t_{ges}} f_M dt$$

Aus dieser Gleichung wird die gesuchte Zeit t_{ges} bestimmt und in f_M eingesetzt. Der berechnete wert ist $t_{ges} = 36.8598$ (B3)

$$4.049 + 20.866e^{-0.192 \times 36.8598} = 44.07$$

Dieser wert wird als die Mischtemperatur T_M verwendet. Für die spezifische Wärmekapazität von Wasser verwenden wir $c_W = 4.182 \text{ kJ/kgK}$. Mit der Formel

$$C_{kal} = c_W(m_k\beta - m_h), \quad \beta = \frac{T_M - T_K}{T_H - T_M} \quad (1)$$

Wobei die masse des kalten Wassers $m_k = 50.44(5) \text{ g}$ ist und die Masse des heißen Wassers $m_h = 103.59(5) \text{ g}$ ist. Mit diesen Werten ergibt die Formel 1 den wert C_{kal} für die Wärmekapazität des Kalorimeters.

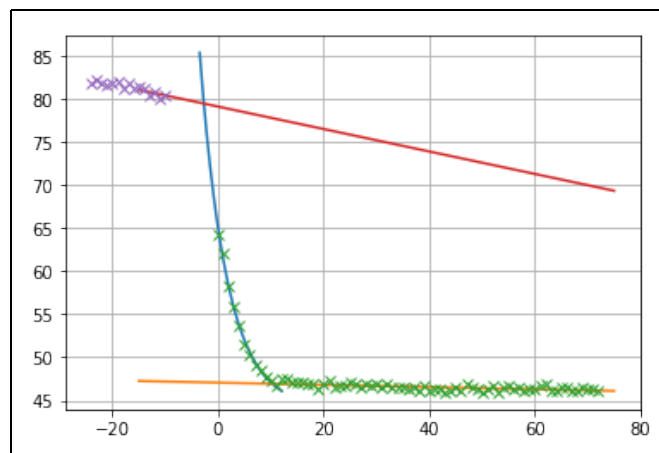


Abbildung B2: Extrapolation

Es wurden zwei Messungen durchgeführt mit jeweils 116.94 g und 113.42 g Wasser. Die Wassermenge wurde so gewählt, damit der Widerstand und das Thermometer in dem Wasser eingetaucht sind. Die Dauern der Messungen waren 38 und 20 Minuten. Diese wurden so gewählt, dass sie möglichst kurz ausfallen sollten. Temperaturänderungen wurden im Abstand von 60 Sekunden gemessen, da diese sonst nicht auffällig genug wären, um etwas zu erkennen. Die Messwerte hierzu sind aufgrund ihrer Länge im Anhang.

Das Extrapolationsverfahren der 1. Messreihe ergibt $T_{max} = 26.5^{\circ}\text{C}$ da der Temperaturabfall erst nach 30 begann. Für die 2. Messreihe ergibt das Extrapolationsverfahren $T_{max} = 41.45^{\circ}\text{C}$??, T3

Extrapolationsverfahren				
Messreihe	a in $^{\circ}\text{C}$	u_a in $^{\circ}\text{C}$	b in $^{\circ}\text{C/s}$	u_b in $^{\circ}\text{C/s}$
1	26.5	0.037	-33.579	2.105×10^{-5}
2	42.65	1.605	-0.0025	0.001443

Tabelle T3: Wertetabelle für die Extrapolation

2.3 Teil C - Bestimmung von der Spezifischen Wärmekapazität von Festkörpern

2.3.1 Aufgabenstellung

Ein Festkörper soll in einem Wasserbad erhitzt und anschließend in eine Flüssigkeit im Kalorimeter gesteckt werden. Hierbei sollen die Massen, Temperaturen und Zeiten festgehalten werden, damit die Wärmekapazität berechnet werden kann. Nach erfolgreicher Messung und Auswertung soll das Ergebnis mit dem Dulong-Petit-Gesetz verglichen werden.

2.3.2 Auswertung

```

In[13]:= Integrate[4.049 + 20.866 * E ^ (-0.192 * x), {x, D, 10.3248}] -
Integrate[-0.0128833450 x + 47.05617360, {x, D, 10.3248}]

Out[13]= 26.8355 - 47.0562 (10.3248 - D) - 4.049 D + 0.0128833  $\left(53.3007 - \frac{D^2}{2}\right) + 108.677 e^{-0.192 D}$ 

In[22]:= Integrate[-0.13050189366 x + 79.1561022996, {x, -2.7630, D}] -
Integrate[44.049 + 20.866 * E ^ (-0.192 * x), {x, -2.7630, D}]

Out[22]= -306.434 - 44.049 D + 79.1561 (2.763 + D) - 0.130502  $\left(-3.81708 + \frac{D^2}{2}\right) + 108.677 e^{-0.192 D}$ 

In[23]:= Solve[26.8355 - 47.0562 (10.3248 - D) - 4.049 D + 0.0128833  $\left(53.3007 - \frac{D^2}{2}\right) + 108.677 e^{-0.192 D} ==$ 
-306.434 - 44.049 D + 79.1561 (2.763 + D) - 0.130502  $\left(-3.81708 + \frac{D^2}{2}\right) + 108.677 e^{-0.192 D}, D]$ 

Out[23]= {{D -> -171.194}, {D -> 36.8598}}

```

Abbildung B3: Rechnung mit Mathematica

3 Anhang