

## Versuch 31: Mischungsmethode in der Kalorimetrie

(durchgeführt am 12.09.2018 bei Nico Strauß)  
Andréz Gockel, Patrick Münnich  
15. 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.

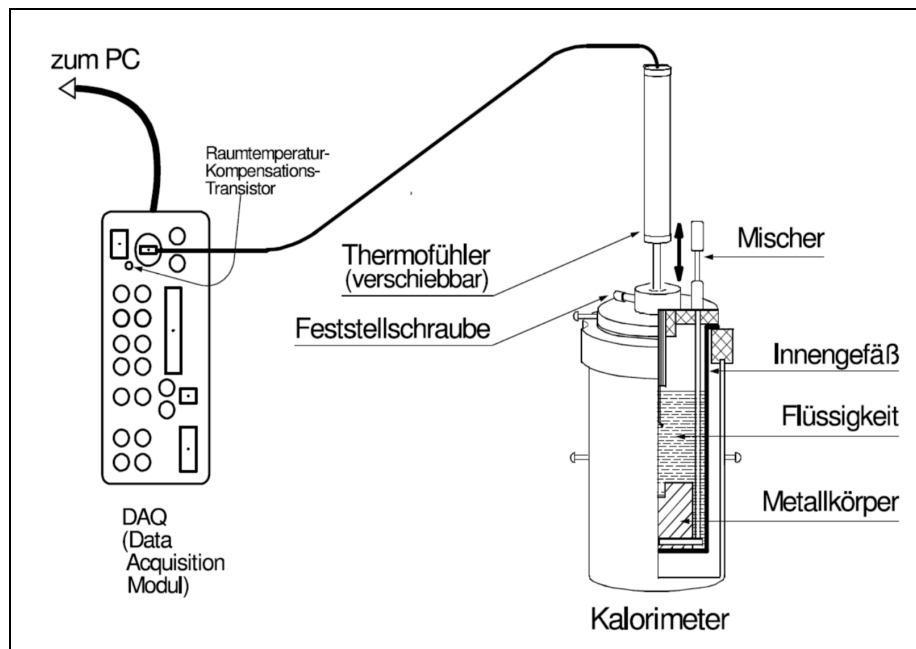


Abbildung B1: Der Aufbau

##### 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  $100^{\circ}\text{C}$  und  $0^{\circ}\text{C}$  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 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  $x_1 = -2.7630$ . Die Schnittstelle von  $f_M$  und  $f_K$  ist  $x_2 = 10.3248$ .

$$\int_D^{x_2} f_M dt - \int_D^{x_2} f_K dt = \int_{x_1}^D f_H dt - \int_{x_1}^D f_M dt$$

Aus dieser Gleichung bestimmen wir den wert  $D$  und setzen ihn in  $f_M$  ein. Wir bekommen den wert  $D = 36.8598$  (B3)

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

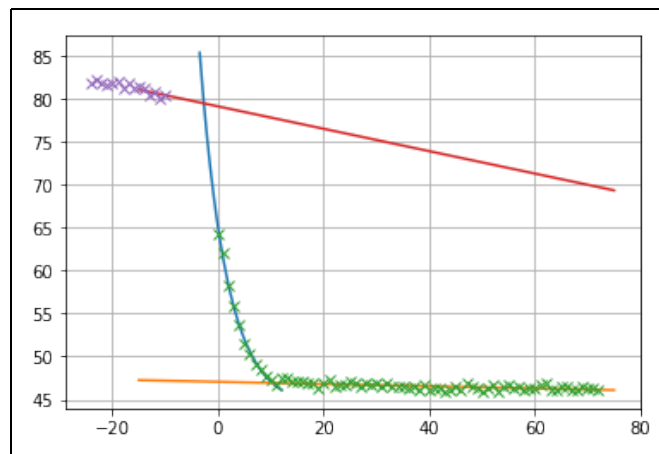


Abbildung B2: Extrapolation

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 $^{\circ}\text{C}/\text{s}$	$u_b$ in $^{\circ}\text{C}/\text{s}$
1	26.5	0.037	-33.579	$2.105 \times 10^{-5}$
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 Ergebniss 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