

## Versuch 31: Mischungsmethode in der Kalorimetrie

(durchgeführt am 12.09.2018 bei Nico Strauß)  
Andréz Gockel, Patrick Münnich  
13. 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 - Bestimmung von der Wärmekapazität des Kalorimeters: $C_{kal}$

In diesem experiment wurden die Zeiten, Temperaturen und Massen gemessen. Zur kalibrierung haben wir die Temperatur von Eiswasser und kochendem Wasser gemessen.

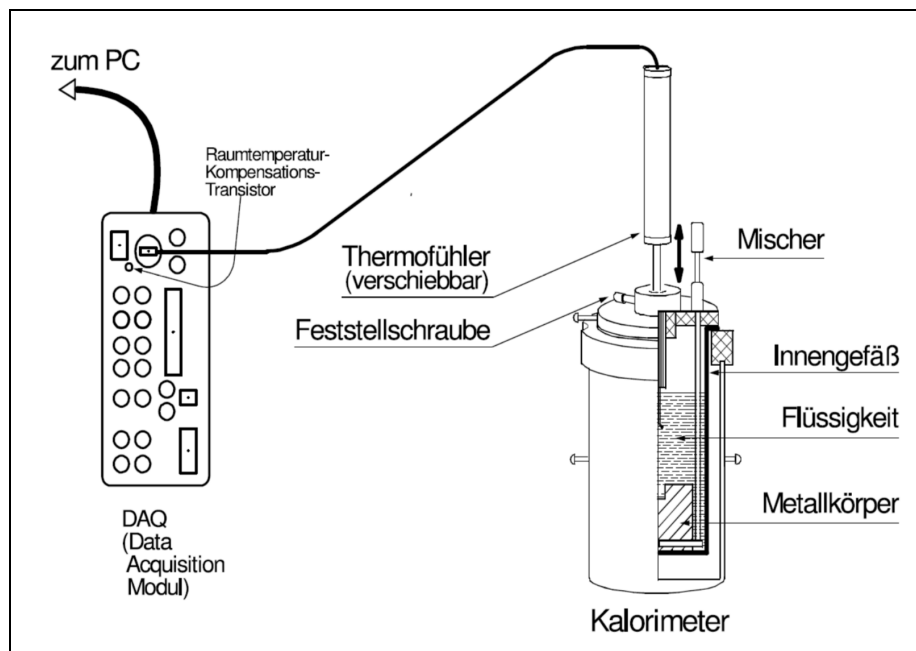


Abbildung B1: Der Aufbau

##### 2.1.1 Aufgabenstellung

##### 2.1.2 Auswertung

Die Messung wurde zweimal durchgeführt. Bei der ersten Durchführung wurde die Temperaturänderung über 50 Drehungen jeweils im Abstand von 10 Drehungen gemessen. Die zweite Durchführung

Messwerte zur Bestimmung von $C_{kal}$	
Wasser Masse	0 g
Temperatur Wasser 1	0 °C
Temperatur Wasser 2	100 °C
Temperatur nach Mischen	50 °C

Tabelle T1: Messwerte für Teil A

wurde mit 100 Drehungen durchgeführt und die Temperatur alle 5 Drehungen notiert. Die genauen Messwerte befinden sich im Anhang. **T1**, **T2**.

Die restlichen Messungen ergaben:

$$m_W = 79.18(3)\text{g}, \quad m_{kal} = 98.05(3)\text{g}, \quad d = 4.765(3)\text{cm}$$

Für die Wärmekapazität gilt:

$$C = C_{Kal} + C_T + m_w c_w, \quad (1)$$

was umgestellt werden kann zu:

$$c_w = \frac{C - C_{Kal} - C_T}{m_w}. \quad (2)$$

$C$  wird hier mittels der folgenden Gleichungen bestimmt:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad (3)$$

$$W_R = mgn\pi d = Q \quad (4)$$

Mit unseren Messwerten und dem *uncertainties* Paket in Python berechnen wir damit:

Messung	1	2	Mittelwert	Gewichtet
Wärmekapazität [J/kgK]	$8300 \pm 1400$	$3500 \pm 600$	$5900 \pm 800$	$4187 \pm 554$

Diese Rechnungen wurden mit dem *uncertainties* Paket in Python durchgeführt. Diese Rechnungen können im Anhang gefunden werden..

Der Fehler der Messung mit dem Schürholz Apparat ist aufgrund der großen Ungenauigkeit der Temperatur und der Anzahl Drehungen sehr groß. Außerdem ist es recht wahrscheinlich, dass  $F_R$  und  $F_G$  sich nicht ständig ganz ausgleichen, also dadurch auch eine Unsicherheit entsteht. Dies ist einflussreich, da die Wärme,  $Q$ , von  $F_R$  via  $W_R = \int F_R ds$  abhängig ist. Da  $F_R$  über  $F_G$  bestimmt wird und dies bei nicht korrekter Ausgleichung der Beiden nicht akkurat ist, ist also auch  $Q$  und dadurch  $c_w$  ungenau. Der Literaturwert hierzu ist 4182 J/kgK. Der Unterschied ist aufgrund der Messungenauigkeiten und niedrigen Anzahl Messungen sehr groß.

## 2.2 Teil B - Umwandlung von elektrischer Arbeit in Wärme

### 2.2.1 Aufgabenstellung

Zur Bestimmung der Wärmekapazität durch Umwandlung von elektrischer Arbeit in Wärme nutzt man ein Kalorimeter mit einem Widerstand und Thermometer. Zum Aufwärmen des Wassers wird der Widerstand an eine Spannungsquelle angeschlossen. Die Temperaturänderung wird dann bis zu einem beliebigen Punkt abschnittsweise gemessen. Danach wird gemessen, ab welchem Zeitpunkt die Temperatur wieder abfällt.

### 2.2.2 Auswertung

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  $T_{max} = 41.45^{\circ}\text{C}$   
**A1, 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	$2.105 \times 10^{-5}$
2	42.65	1.605	-0.0025	0.001443

Tabelle T3: Wertetabelle für die Extrapolation

## 3 Anhang

□

Abbildung A1: Extrapolation 2. Messreihe

Messreihe 1

Rotationen $n \pm 0.3$	Temperatur $T \pm 0.05^\circ\text{C}$
0	24
10	24.1
20	24.3
30	24.5
40	24.6
50	24.8

Tabelle T1: Messreihe 1 für den ersten Versuchsteil

Messreihe 2

Rotationen $n \pm 0.3$	Temperatur $T \pm 0.05^\circ\text{C}$
0	24.3
5	24.3
10	24.4
15	24.5
20	24.6
25	24.7
30	24.8
35	24.9
40	25
45	25.1
50	25.2
55	25.2
60	25.4
65	25.5
70	25.5
75	25.6
80	25.6
85	25.7
90	25.8
95	26
100	26

Tabelle T2: Messreihe 2 für den ersten Versuchsteil

Wasser 116.94(3) g

	$t$ in s	$T$ in $^\circ\text{C}$	$I$ in A	$U$ in V
	0	22	1.5	14.9
	60	22	1.5	14.9
	120	23	1.5	14.9
	180	24.5	0	0
	240	26.3	0	0
	300	26.5	0	0
	360	26.5	0	0
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	2280	26.4	0	0

Unsicherheiten:

Zeit:  $\pm 0.03\text{s}$

Temperatur:  $\pm 0.02^\circ\text{C}$

Strom:  $\pm 0.03\text{A}$

Spannung:  $\pm 0.02\text{V}$

Tabelle T4: 1. Messwerte für Teil B

Wasser 113.42(3) g

Unsicherheiten:

Zeit:  $\pm 0.03\text{s}$   
 Temperatur:  $\pm 0.02^\circ\text{C}$   
 Strom:  $\pm 0.03\text{A}$   
 Spannung:  $\pm 0.02\text{V}$

$t$ in s	$T$ in $^\circ\text{C}$	$I$ in A	$U$ in V
0	22	1.5	14.9
60	22	1.5	14.9
120	23	1.5	14.9
180	24	1.5	14.9
240	26	1.5	14.9
300	27	1.5	14.9
360	28	1.5	14.9
420	29.2	1.5	14.9
480	30.3	1.5	14.9
540	31.9	1.5	14.9
600	33	1.5	14.9
660	33.7	1.5	14.9
720	35	1.5	14.9
780	35	1.5	14.9
840	36	1.5	14.9
900	37	1.5	14.9
960	38.2	0	0
1020	39.5	0	0
1080	40	0	0
1140	40	0	0
1200	39.5	0	0

Tabelle T5: 2. Messwerte für Teil B