

## Versuch 38: Wärmekapazität

(durchgeführt am 07.09.2018 bei Nico Strauß)  
Andréz Gockel, Patrick Münnich  
12. September 2018

### 1 Ziel des Versuchs

Der Versuch ist in zwei Teile geteilt, welche dazu dienen, die Wärmekapazität von Wasser zu bestimmen. Im Teil A bestimmt man die Temperatur Differenz von Wasser während der Umwandlung von mechanischer Energie zu thermischer Energie durch Reibkräfte mit Hilfe des Schürholz-Apparates. Im Teil B verwendet man einen elektrischen Widerstand um elektrische Leistung über ein bestimmten Zeitraum in thermische Energie zu wandeln.

### 2 Auswertung und Fehleranalyse

#### 2.1 Teil A - Umwandlung von mechanischer Arbeit in Wärme

Zu Bestimmende Werte		Bekannte Werte (Fehler nicht-beitragend)	
Masse Wasser	$m_W$	Spezifische Wärme-	$c_{Cu} = 0.38 \text{ kJ}/(\text{kgK})$
Masse Kalorimeter	$m_{kal}$	kapazität Kupfer	
Umdrehung	$n$	Wärmekapazität	$C_T = 5 \text{ J/K}$
Temperatur	$\Delta T$	vom Nylonseil	
Durchmesser Kalorimeter	$d$	Masse Gewicht	$m = 5 \text{ kg}$

##### 2.1.1 Aufgabenstellung

Mit Hilfe von dem Schürholz Apparat ist die Wärmekapazität von Wasser zu bestimmen. Dies wird getan, indem man ein Nylonseil über ein mit 50 ml Wasser gefüllten Kalorimeter windet, ein Thermometer dranschraubt und am Ende des Nylonseils eine 5 kg Masse dranhängt. Das Kalorimeter wird gedreht, sodass die Feder vom Schürholz Apparat entspannt ist, also die Reibkraft  $F_R$  die Gewichtskraft  $F_G$  ausgleicht. Die Temperatur wird beim Drehen gemessen und notiert.

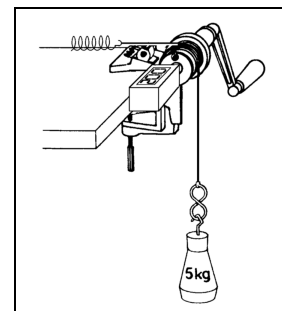


Abbildung B1: Schürholz Apparat

##### 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 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  $4182 \text{ J/kgK}$ . 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