

# Pendel

Milena Mensching, Justus Weyers

2022-12-13

## Versuch 1

### Thema

Bestimmung der Wärmekapazität eines Kalorimeters. Dieses soll in Versuch 2 dafür verwendet werden, die spezifische Wärmekapazität zweier Metalle zu bestimmen.

### Versuchsaufbau und Durchführung

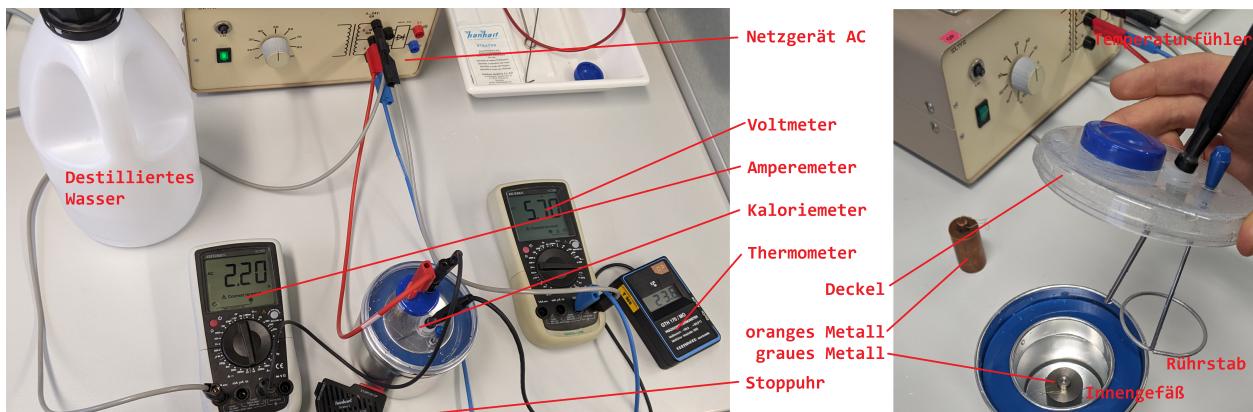


Abbildung 1: Versuchsaufbau

Zu Beginn des eigentlichen Versuches wird die Raumtemperatur gemessen.

Im Messzylinder werden 100ml und 70 ml Wasser abgemessen und anschließend in das Kalorimeter gefüllt. In diesem Zustand wird dessen Masse gemessen. Der Deckel des Kalorimeters mit Heizspirale, Thermometer und Rührstab wird geschlossen. Die Heizspirale wird über Bananenstecker mit dem AC Netzgerät verbunden. Ein Amperemeter wird in Reihe und ein Voltmeter parallel geschaltet.

Am Netzgerät wird eine mittlere Leistung eingestellt (50%) und über den Zeitraum von sieben Minuten eine Temperatur-Zeit Messreihe aufgenommen. Während dieser Zeit wird zudem immer wieder die Spannung und die Stromstärke kontrolliert, die das Kalorimeter durchfließt beziehungsweise die an der Heizspirale anliegt.

### Fehlerbetrachtung

### Beobachtungen

Die Erhitzung im Kalorimeter zeigt folgenden Temperaturverlauf:

```
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): nicht implementierter
## Wert '26' für pch
```

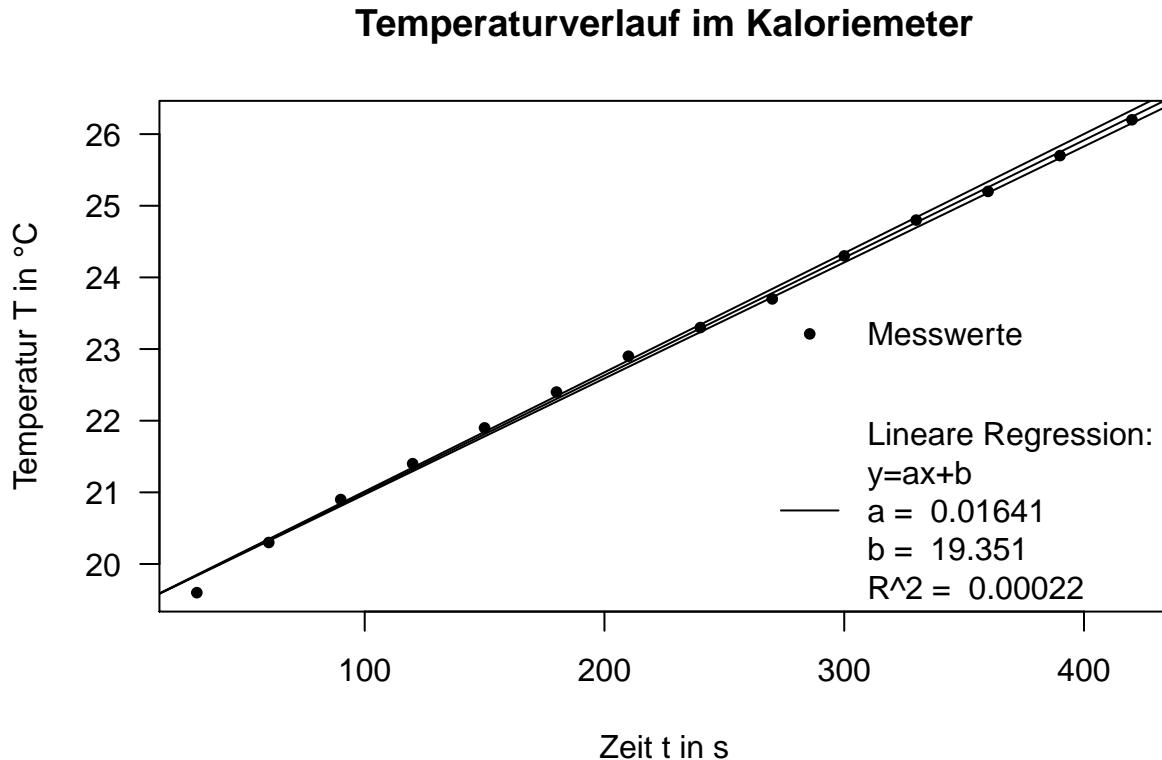


Abbildung 2: Testi

Abb. 1: Für sieben Minuten wurde der Temperaturverlauf der Erhitzung des Wassers im Kalorimeter gemessen

Der Temperaturverlauf macht im betrachteten Zeitraum einen linearen Eindruck. Eine Regressionsgerade hat die Steigung  $a = (1641 \pm 22) \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C s}^{-1}$

Es gilt: (Eventuell noch Herkunft erklären)

$$T(t) = \frac{U \cdot I}{C_K + C_W} \cdot t + T_A$$

Wird diese Gleichung nach  $C_K$  umgestellt erhält man für  $C_K$ :

$$C_K = \frac{U \cdot I}{A} - C_W$$

Mit:

- $C_K$ : Wärmekapazität Kalorimeter ohne Wasser
- $C_W$ : Wärmekapazität des Wassers
- $U$ : Angelegte Spannung

- $I$ : Stromstärke
- $T(t)$ : Temperatur zum Zeitpunkt  $t$
- $A$ : Steigung der Regressionsgeraden
- $T_A$ : Anfangstemperatur
- $t$ : Zeit

Formel

$$\begin{aligned}
 u_{c_F} &= \sqrt{\left(\frac{\partial c_F}{\partial T_B} * u_{T_B}\right)^2 + \left(\frac{\partial c_F}{\partial m_w} * u_{m_w}\right)^2 + \left(\frac{\partial c_F}{\partial T_M} * u_{T_M}\right)^2 + \left(\frac{\partial c_F}{\partial c_w} * u_{c_w}\right)^2 + \left(\frac{\partial c_F}{\partial C_K} * u_{C_K}\right)^2 + \left(\frac{\partial c_F}{\partial m_F} * u_{m_F}\right)^2 + \left(\frac{\partial c_F}{\partial T_A} * u_{T_A}\right)^2} \\
 &= \sqrt{(0 * u_{T_B})^2 + (0 * u_{m_w})^2 + (0 * u_{T_M})^2 + (0 * u_{c_w})^2 + (0 * u_{C_K})^2 + (0 * u_{m_F})^2 + (0 * u_{T_A})^2} \\
 &= \sqrt{(0 * u_{T_B})^2 + (0 * u_{m_w})^2 + (0 * u_{T_M})^2 + (0 * u_{c_w})^2 + (0 * u_{C_K})^2 + (0 * u_{m_F})^2 + (0 * u_{T_A})^2}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

## Auswertung

### Interpretation

## Versuch 2

### Thema

### Versuchsaufbau

### Fehlerbetrachtung

### Durchführung

Im Becherglas wurden für den Versuch ca. 150ml Wasser abgemessen. Die Bestimmung der verwendeten Wassermasse erfolgte dann durch Abwiegen des vollen und des leeren Becherglases und durch anschließendes Subtrahieren der beiden Werte. Die Messunsicherheit der Wassermasse beträgt zweimal die Skalenunsicherheit der verwendeten digitalen Waage, also  $u_{m_w} = 2 * \frac{0.1g}{2\sqrt{3}} = 0.058g$ .

Die Volumenbestimmung der Metallzylinder erfolgte über die Bestimmung der Wasserverdrängung in einem Standzylinder. Die Skalenunsicherheit des Messbechers lag bei  $u_{Skala} = \frac{1ml}{2\sqrt{6}} = 0,20ml$ .

Nach der Bestimmung des Metallvolumensvolumens und der Größen wurde das Wasser im Becherglas auf etwa 50°C erwärmt, die genaue Anfangstemperatur wurde im Kalorimeter gemessen. Die Skalenunsicherheit des digitalen Thermometers lag bei  $u_T = \frac{0.1^\circ C}{2\sqrt{3}} = 0.029^\circ C$ . Die gemessene Anfangstemperatur im Kalorimeter betrug  $T_A = (50,000 \pm 0,029)^\circ C$ .

### Beobachtungen

Folgendes wurde für das orangene Metall bestimmt: (T\_B (Mischttemp): (vorläufig 46,1°C) (dann 44,9) (eigeloggt: 44,2))

Tabelle 1: Aufgenommene Messwerte samt Unsicherheiten für das untersuchte orangene Metall

	Messwert	Geräteart	Unsicherheit
Becherglas mit Wasser [g]	235.5	digital	0.029
Masse Becherglas [g]	97.4	digital	0.029
Wassermasse [g]	138.1	-	0.058
Metallvolumen [cm <sup>3</sup> ]	23.0	analog	0.200
Anfangstemperatur [°C]	50.0	digital	0.029
Mischtemperatur [°C]	44.2	digital	0.029

Folgendes wurde für das graue Metall bestimmt: (T\_B (Mischtemp): (vorläufig 44,1°C) (dann 43,4) (eigeloggt 42,8))

Tabelle 2: Aufgenommene Messwerte samt Unsicherheiten für das untersuchte graue Metall

	Messwert	Geräteart	Unsicherheit
Becherglas mit Wasser [g]	241.3	digital	0.029
Masse Becherglas [g]	97.4	digital	0.029
Wassermasse [g]	143.9	-	0.058
Metallvolumen [cm <sup>3</sup> ]	22.0	analog	0.200
Anfangstemperatur [°C]	49.1	digital	0.029
Mischtemperatur [°C]	42.8	digital	0.029

## Auswertung

### Interpretation