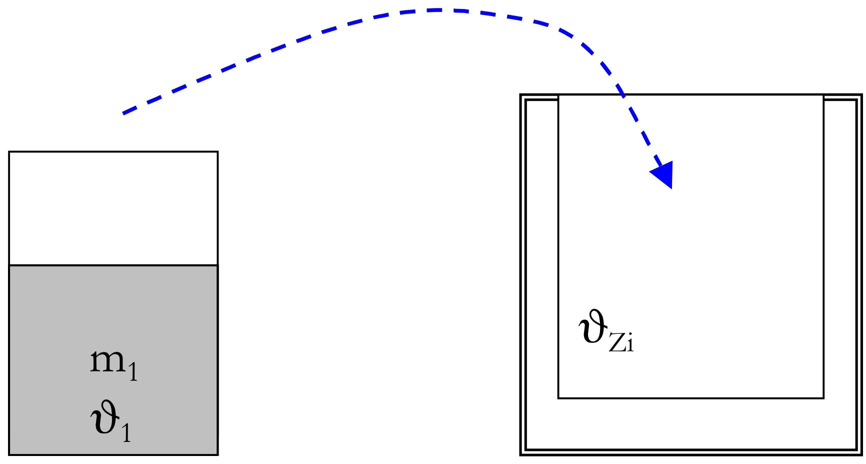
Zur Spezifischen Wärmekapazität fester Körper

1. Wärmekapazität des Kalorimeters:

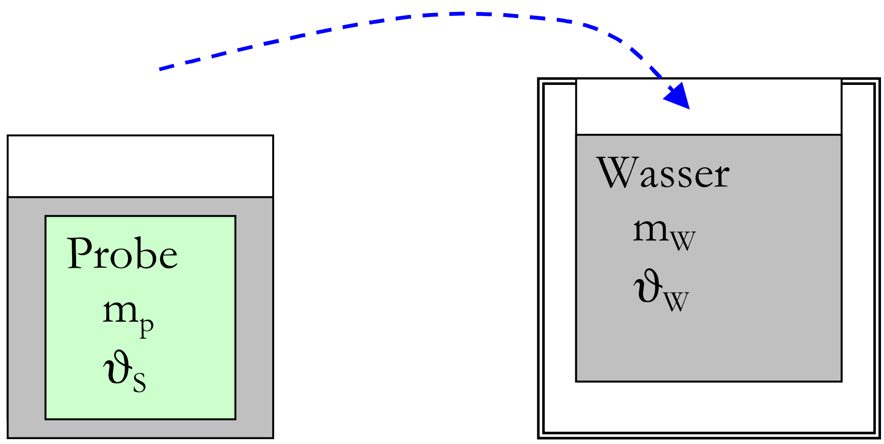


Wasser **Kalorimeter trocken**

In das trockene Kalorimeter mit der Zimmertemperatur ϑ_{Zi} wird eine Wassermenge m_1 mit der spez.Wärmekapazität c_W = 4182 J/kgK und der Temperatur ϑ_1 (ca.40°C) eingewogen und die Mischungstemperatur ϑ_{mW} bestimmt. Aus „abgegebener Wärmemenge des Wassers = aufgenommener Wärmemenge des Kalorimeters" erhält man die Wärmekapazität C_{Kal} des Kalorimeters.

$$m_1 \cdot c_W \cdot \left(\vartheta_1 - \vartheta_{mW}\right) = \overbrace{C_{Kal}}^{m_{Kal} \cdot c_{Kal}} \cdot \left(\vartheta_{mW} - \vartheta_{Zi}\right) \qquad (1)$$

2. Wärmekapazität von Proben:



Siedetemperatur von Wasser **Kalorimeter mit Wasser**

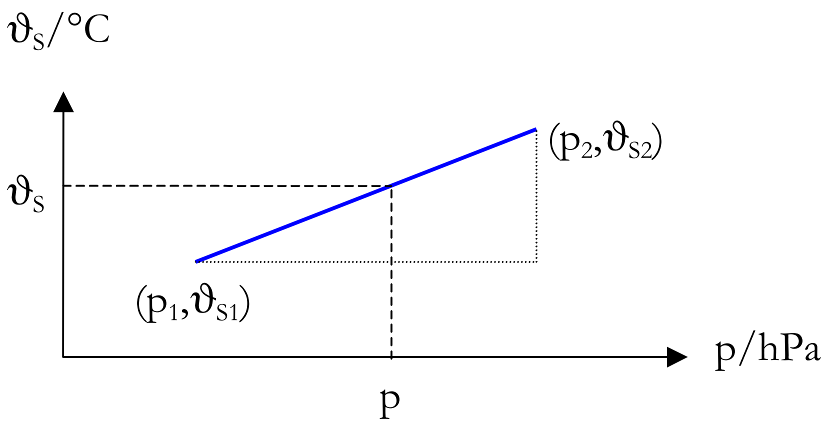
Eine Probe der Masse m_P und der Siedetemperatur des Wassers ϑ_S wird in das Kalorimeter mit der Wassermenge m_W und der Temperatur ϑ_W getaucht und die Mischungstemperatur ϑ_m bestimmt. Aus „abgegebener Wärmemenge der Probe = aufgenommener Wärmemenge des Kalorimeters mit Wasser“ erhält man die spezifische Wärmekapazität c_P der Probe:

$$m_P \cdot c_P \cdot (\vartheta_S - \vartheta_m) = m_W \cdot c_W \cdot (\vartheta_m - \vartheta_W) + C_{Kal} \cdot (\vartheta_m - \vartheta_W)$$

$$C_{Kal} = c_{Kal} \cdot m_{Kal} = m_0 \cdot c_W \; ; \quad m_0 = Wasserwert \qquad (2)$$

3. Siedetemperatur:

Der Luftdruck p wird durch Vergleich mit dem Druck einer Quecksilbersäule bestimmt. Am Barometer liest man die Höhe h´ der Quecksilbersäule mit Nonius in mm ab. Die Standardunsicherheit s_h beträgt 0,1 mm/√3 . Da das Barometer für 0°C geeicht ist, muß der Barometerstand nach Tabelle um die Längenzunahme des Maßstabes infolge der Temperaturdifferenz zwischen Raum- und Eichtemperatur korrigiert werden, dh. $h_0 = h´ - \Delta h$. Der Luftdruck ergibt sich nach $p = \rho_0 \cdot g_{München} \cdot h_0$ (ρ_0 = Dichte des Quecksilbers bei 0°C und Normaldruck = 13595,1 kg/m³ , $g_{München}$ = 9,80733 m/s², h_0 in m, p in Pa) oder nach **p/hPa = 1,3333 · h_0/mm*** mit p in hPa und h_0 in mm.
Die Siedetemperatur ϑ_S beim Luftdruck p wird aus der Tabelle entnommen. Da in der Tabelle der Druck p als Zahlenwert i.a. nicht enthalten ist, entnimmt man für den nächst niedrigeren Druck p_1 , der in der Tabelle enthalten ist, die Siedetemperatur ϑ_{S1} ebenso für den nächst höheren Druck p_2 die Siedetemperatur ϑ_{S2}. Daraus wird durch Interpolation die Siedetemperatur ϑ_S beim Druck p berechnet.



$$\frac{\vartheta_{s2}-\vartheta_{s1}}{p_2-p_1}=\frac{\vartheta_s-\vartheta_{s1}}{p-p_1};\ \underline{\underline{\vartheta_s=\left(\frac{\vartheta_{s2}-\vartheta_{s1}}{p_2-p_1}\right)\cdot(p-p_1)+\vartheta_{s1}}}$$

4. Unsicherheiten:

Zunächst muß die Formel für C_P bzw. c_P als Funktion der tatsächlich gemessen Größen hingeschrieben werden, wobei C_{Kal} aus (1) in (2) eingesetzt wird.

$$c_P=\frac{c_W\cdot(\vartheta_m-\vartheta_W)\cdot\left\{m_W+\overbrace{m_1\cdot\frac{\vartheta_1-\vartheta_{mW}}{\vartheta_{mW}-\vartheta_{Zi}}}^{m_0=Wasserwert}\right\}}{m_P\cdot(\vartheta_S-\vartheta_m)}$$

Danach hat die Berechnung der Unsicherheiten zu erfolgen. Man wählt folgende Vereinfachungen:
Die Unsicherheit bei der Bestimmung der Massen wird gegenüber den Unsicherheiten bei der Messung der Temperaturen vernachlässigt. $s_{\vartheta m}$ = $s_{\vartheta w}$ = $s_{\vartheta zi}$ = $s_{\vartheta mw}$ = $s_{\vartheta 1}$ = Schritt der letzten Stelle am Thermometer/$\sqrt{3}$ oder höhere Werte, die man mit Begründung durchaus annehmen kann.

Die Standardunsicherheit der Siedetemperatur kann wegen der durch die Interpolation nach 3 erreichten Genauigkeit vernachlässigt werden.
Es treten nur Temperaturdifferenzen auf, deshalb können die Temperaturen in °C (=ϑ) oder in K (=T) angegeben werden, ohne daß sich am Ergebnis etwas ändert. Korrelationen werden vernachlässigt.

$$\boxed{s_{c_P}=\sqrt{\left(\frac{\partial c_P}{\partial\vartheta_m}\cdot s_{\vartheta_m}\right)^2+\left(\frac{\partial c_P}{\partial\vartheta_W}\cdot s_{\vartheta_W}\right)^2+\left(\frac{\partial c_P}{\partial\vartheta_1}\cdot s_{\vartheta_1}\right)^2+\left(\frac{\partial c_P}{\partial\vartheta_{mW}}\cdot s_{\vartheta_{mW}}\right)^2+\left(\frac{\partial c_P}{\partial\vartheta_{Zi}}\cdot s_{\vartheta_{Zi}}\right)^2}}$$

5. Molmasse von Messing :

Messing besteht i.a. zu 60 Massenprozente aus Kupfer und zu 40 Massenprozente aus Zn. Diese Gewichtsprozente müssen zur Bestimmung der Molmasse von Messing in Molprozente umgerechnet werden.

$$M_{Messing} = \frac{\nu_{Cu}}{\nu_{Cu} + \nu_{Zn}} \cdot M_{Cu} + \frac{\nu_{Zn}}{\nu_{Cu} + \nu_{Zn}} \cdot M_{Zn}; \nu = Molzahl;$$

$$Beispiel: 100g\ Messing; \nu_{Cu} = \frac{60g}{M_{Cu}}; \nu_{Zn} = \frac{40g}{M_{Zn}}$$

$$M_{Cu} = 63{,}546\ \frac{g}{mol}; M_{Zn} = 65{,}38\ \frac{g}{mol};$$

$$M_{Messing} = 64{,}267\ \frac{g}{mol}$$

$$allgemein: \quad M_{Messing} = \frac{M_{Cu} \cdot M_{Zn}}{0{,}6 \cdot M_{Zn} + 0{,}4 \cdot M_{Cu}}$$

Bei anderen Massenanteilen wird 0,6 und 0,4 entsprechend verändert.

* sog. zugeschnittene Größengleichung, bei der jede physikalische Größe durch ihre Dimension dividiert wird, sodaß unterschiedliche Dimensionen auf beiden Seiten der Gleichung nicht stören.