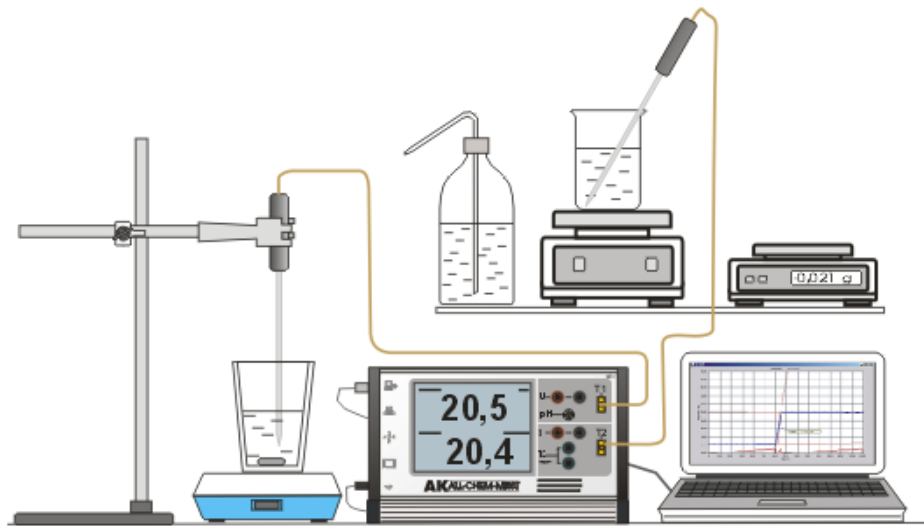


**Prinzip**

Die Temperaturänderung beim Zusammengeben zweier Wassermengen mit unterschiedlicher Temperatur wird gemessen und so der "Wasserwert", ein Kalibrierwert für das Kalorimeter, ermittelt.

**Aufbau  
und  
Vorbe-  
reitung**



**Benötigte Geräte**

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> ALL-CHEM-MISST II         | <input type="checkbox"/> 1 Muffe                         |
| <input type="checkbox"/> USB- oder serielles Kabel | <input type="checkbox"/> 1 Greifklemme, klein            |
| <input type="checkbox"/> Computer                  | <input type="checkbox"/> 1 Magnetprüher                  |
| <input type="checkbox"/> 2 Temperaturfühler        | <input type="checkbox"/> 1 Rührmagnet (stark)            |
| <input type="checkbox"/> 1 Styroporbecher, 250 mL  | <input type="checkbox"/> 1 AK SÜS heizbarer Magnetprüher |
| <input type="checkbox"/> 1 Stativ                  | <input type="checkbox"/> 1 Waage (mind. 200g/0,01g)      |
| <input type="checkbox"/> 1 Becherglas, 200 mL      |  |

**Verwendete Chemikalien**

- destilliertes Wasser
- evtl. Eis

**Vorbereitung des Versuchs**

- ▶ Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen und aufbauen.
- ▶ Den Computer über das serielle oder USB- Kabel mit dem "ALL-CHEM-MISST II" verbinden.
- ▶ Den Styroporbecher auf die Waage stellen, den Rührmagnet zugeben und austarieren.
- ▶ Ca. 80 g kaltes Wasser von etwa 5-10 °C in den Becher füllen und die Masse ( $m_{KW}$ ) notieren.
- ▶ Den Becher auf den Magnetprüher stellen und den Temperaturfühler (T1) eintauchen.
- ▶ Parallel dazu etwa 100 mL Wasser auf dem Dreifuß mit dem heizbarer Magnetprüher auf etwa 35 °C - 40 °C erhitzen.

**Vorbereitung am Computer**

- ▶ **AK Analytik 11** starten; **Messen** mit **Geräte-Schnellstarter App** **ALL-CHEM-MISST II**
- ▶ Anweisungen befolgen und 'abhaken' **Weiter**
- ▶ **Auswahl des Messkanals: (Buchse im Bild oben) T1** **Weiter**
- ▶ **Auf welche Weise möchten Sie messen: Auf Zeit**  
 Zeitintervall: **2** s, Gesamtzeit (Grafik): **140** s, x-Komma **1**
- ▶ **Darstellung der Kanäle im Graphen: Temperatur T1** y-Untergrenze im Graphen **10,00** °C  
 y-Obergrenze **30,00** °C y-Nachkomma **2** – Bestätigen mit **Akzeptieren** dann **Weiter**



Durchführung

- ▶ Mit **Aufzeichnen** oder mit der 's'-Taste die Messwertspeicherung starten.
- ▶ Das Becherglas mit dem warmen Wasser auf die Waage stellen, austarieren, die Temperatur des warmen Wassers mit dem zweiten Fühler des "ALL-CHEM-MISST" (T2) messen und ( $T_{WW}$ ) notieren.
- ▶ Das warme Wasser in den Styroporbecher gießen, das Becherglas zurückwiegen und die Massendifferenz in die Tabelle ( $m_{WW}$ ) eintragen (Vorzeichen nicht beachten).
- ▶ Nach ca. 140 s **Messung beenden** drücken.
- ▶ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel) **Mein erstes Projekt** und **Akzeptieren**

|                                |   |                                     |    |
|--------------------------------|---|-------------------------------------|----|
| Masse (kaltes Wasser) $m_{kW}$ | g | Temperatur (warmes Wasser) $T_{WW}$ | °C |
| Masse (warmes Wasser) $m_{wW}$ | g | Mischungstemperatur $T_M$           | °C |

Bestimmung der Temperaturdifferenz

Unter dem Wasserwert verstand man früher die Menge Wasser, die die gleiche Wärmemenge aufnehmen würde wie die Kalorimeterteile und die sie umgebende Luft. Inzwischen hat sich eingebürgert, die Wärmekapazität des Kalorimeters (Kalorimeterwert) als Wasserwert zu bezeichnen.

Das "warme" Wasser gibt eine bestimmte Wärmemenge an das kältere Wasser und an das Kalorimeter (Gefäß, Thermofühler, Magnetrührer etc.) ab. Dadurch erhöht sich deren Temperatur um  $\Delta T_1$ .

$$Q_{wW} = Q_{kW} + Q_{Kal}$$

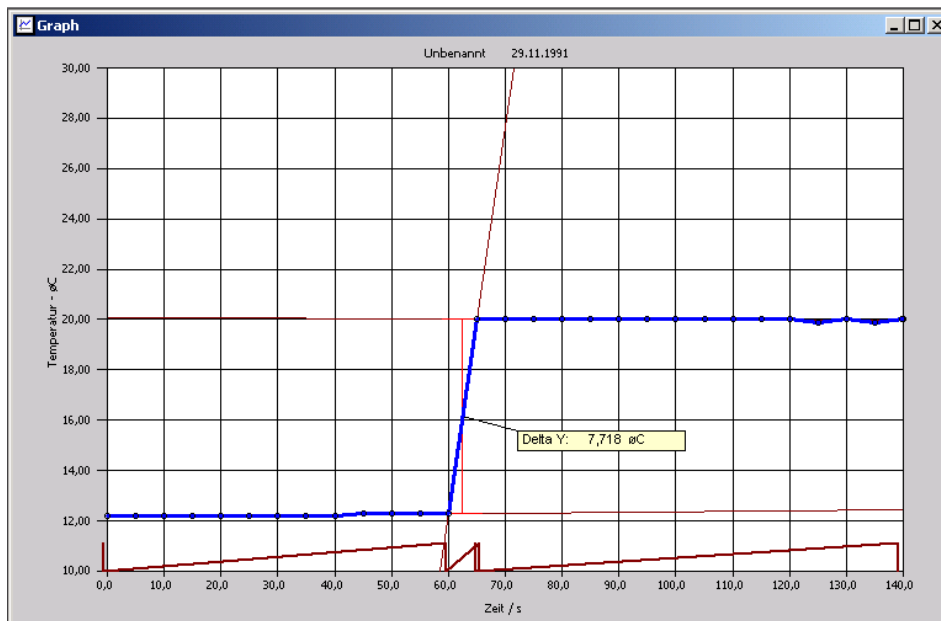
$$c_W \cdot m_{wW} \cdot (T_{wW} - T_M) = c_W \cdot m_{kW} \cdot \Delta T_1 + W_{Kal} \cdot \Delta T_1$$

$$W_{Kal} = c_W \cdot m_{wW} \cdot \frac{T_{wW} - T_M}{\Delta T_1} - c_W \cdot m_{kW} \quad (1)$$

Falls die Temperaturunterschiede nicht zu groß sind und die Mischungstemperatur sich im Bereich der Raumtemperatur bewegt, kann man evtl. schon aus der Tabelle die Temperaturdifferenz  $\Delta T_1$  ablesen und auf eine Gangbetrachtung verzichten. Hier erfolgt die Bestimmung der Temperaturdifferenz nach der Drei-Geraden- Methode.

- ▶ Hauptmenü: **AK Analytik 11** Start Messung Favoriten **Auswerten** Hinzufügen **3-Geraden-Methode**
- ▶ Folgen Sie den Anweisungen (mit 'Abhaken') **1.** für die **Vorperiode**, **2. Hauptperiode** und **3. Nachperiode**
- ▶ Zur Prüfung des Ergebnisses **Zeichnen** dann **Delta** (evtl. Position ändern) und **Fertig**

Auswertung





Berechnung des Wasserwertes

Auswertung

Die Berechnung erfolgt nach Gleichung (1)

$$W_{\text{Kal}} = c_W \cdot m_{\text{WW}} \cdot \frac{T_{\text{wW}} - T_M}{\Delta T_1} - c_W \cdot m_{\text{kW}}$$

Für die Beispielrechnung werden folgende Werte verwendet:

|  |                 |               |
|--|-----------------|---------------|
| Spezifische Wärmekapazität von Wasser: | $c_W$           | 4,185 J/g · K |
| Masse des kalten Wassers:              | $m_{\text{kW}}$ | 85.1 g        |
| Masse des warmen Wassers:              | $m_{\text{WW}}$ | 79.9 g        |
| Ausgangstemperatur des warmen Wassers: | $T_{\text{wW}}$ | 28.8 °C       |
| Mischungstemperatur:                   | $T_M$           | 20.0 °C       |
| Temperaturdifferenz:                   | $\Delta T_1$    | 7.71 °C       |

- ▶ Favoriten im Hauptmenü **AK Analytik 11** Start Messung **Favoriten** Auswerten Hinzufügen
- ▶ **Rechner** Termeingabe:  $4.187 * 79.9 * (28.8 - 20.0) / 7.71 - 4.187 * 85.1$

Als Ergebnis liefert der Rechner:  $W_{\text{Kal}} = 25,5 \text{ J/K}$

Die Wärmeaufnahme durch das Kalorimeter ist also im Vergleich zur Wärmeaufnahme durch das kalte Wasser  $(4.187 \text{ J/g} \cdot \text{K}) \cdot 85.1 \text{ g} = 356 \text{ J/K}$  mit etwa 7% relativ gering.

In der Literatur findet man Wasserwerte für "Styroporkalorimeter" von etwa 20 J/K - 50 J/K; für große Glaskalorimeter von etwa 100 J/K - 900 J/K

Tipps

- ▶ Falls man in ein und demselben Kalorimeter mit verschiedenen Mengen bzw. Geräten (z.B.: Reagenzgläsern) arbeitet, ist es sinnvoll, für die entsprechende Konstellation einen Wasserwert zu bestimmen.
- ▶ Das gleiche gilt für Reaktionen, die sehr langsam ablaufen oder bei denen eine recht große Temperaturdifferenz zu erwarten ist.
- ▶ Für die meisten kalorimetrischen Messungen ist ein kräftiger "Rührfisch" wegen der besseren Durchmischung günstig, obwohl ein solcher etwas mehr Wärme aufnimmt.
- ▶ Lassen Sie nach Einfüllen des kalten Wassers dem Styroporbecher und dem Rührmagneten genügend Zeit, sich ebenfalls abzukühlen.

Beachten:



Entsorgung

entfällt

Literatur

F. Kappenberg, Computer im Chemieunterricht 1988, S. 150, Verlag Dr. Flad, Stuttgart