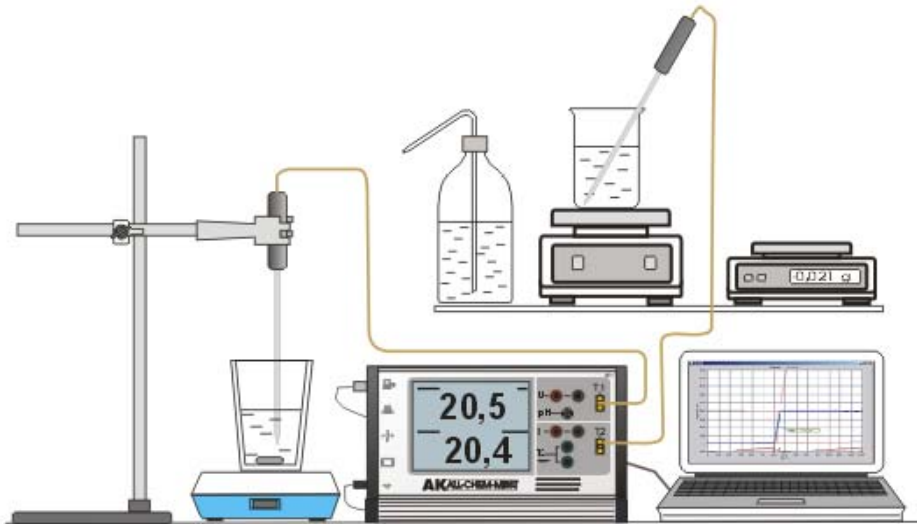


Arbeitskreis Kappenberg Computer im Chemieunterricht	<b>Bestimmung des Wasserwertes eines Kalorimeters</b>	<b>G01</b> Thermometrie
---	---	----------------------------

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

**Versuchsaufbau:**



**Materialliste:**

<b>Geräte:</b>			<b>Chemikalien:</b>
1	ALL-CHEM-MISST II / Netzteil	1	dest. Wasser
1	Computer	1	evtl. Eis
1	USB- oder serielles Kabel	1	
2	Temperaturfühler	1	
1	Styroporbecher, ca. 250 mL	1	
1	Becherglas, 200 mL	1	
		1	
		1	
		1	
		1	
		1	

**Vorbereitung des Versuches:**

- 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 Magnetrührer stellen und den Temperaturfühler (T1) eintauchen.
- Parallel dazu etwa 100 mL Wasser auf dem Dreifuß mit dem Bunsenbrenner auf etwa 35 - 40 °C erhitzen.

**Computerprogramm: AK Analytik 32.NET (→ Schnellstarter → ALL-CHEM-MISST\_II 1-Kanal)**

Angezeigte Messgröße:	<b>Temperatur</b>	Kanal	<b>T1</b>	
Für Grafik	<b>10 - 30 °C</b>	Zeitintervall:	<b>2 s</b>	Gesamtzeit: (für Grafik) <b>140 s</b>
<b>Messung über Zeit</b>				<b>Direkt zu Messung</b>

**Durchführung des Versuches:**

- Die Messung mit Klick auf oder mit der Taste 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 etwa 150 Sekunden den Versuch mit Klick auf oder mit der Taste beenden.

Masse (kaltes Wasser) $m_{KW}$		g	Temperatur (warmes Wasser) $T_{WW}$		°C
Masse (warmes Wasser) $m_{WW}$		g	Mischungstemperatur $T_M$		°C

**Auswertung des Versuches:**

**Prinzip:** 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.


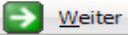

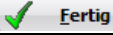
Das "warme" Wasser gibt eine bestimmte Wärmemenge an das kältere Wasser und an das Kalorimeter (Gefäß, Thermofühler, Magnetrührer etc.) ab. Dadurch erhöht sich deren Temperatur um  $\cdot \Delta T_1$ .

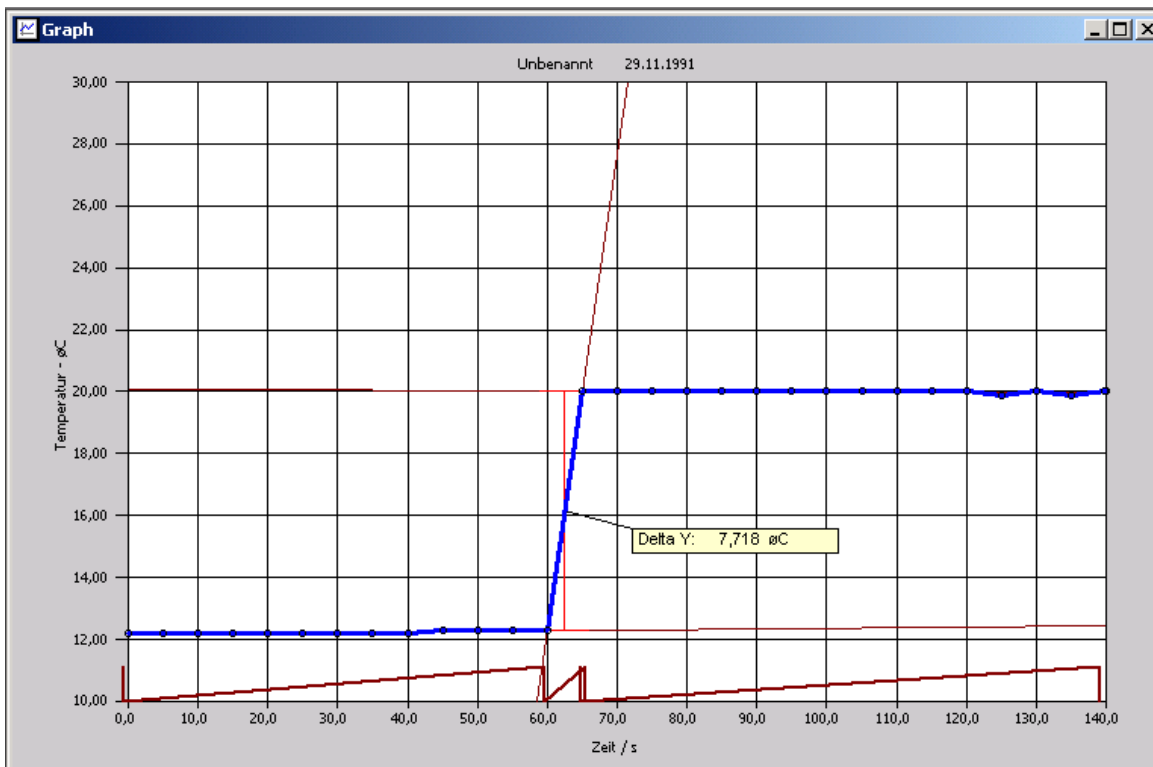
$$Q_{wW} = Q_{kW} + Q_{Kal}$$

$$c_W \cdot m_{wW} \cdot (T_2 - T_M) = c_W \cdot m_{kW} \cdot \Delta T_1 + W_{Kal} \cdot \Delta T_1$$

$$W_{Kal} = c_W \cdot m_{wW} \cdot \frac{T_2 - T_M}{\Delta T_1} - c_W \cdot m_{kW} \quad (1)$$

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.

Auswerten aufrufen mit:  oder im Hauptmenü: $\Rightarrow$ Auswerten $\Rightarrow$ „Drei-Geraden-Methode“		
Folgen Sie den Anweisungen für die <b>1. Vorperiode</b> , <b>2. Hauptperiode</b> und <b>3. Nachperiode</b> ; dann: 		
Ergebnis des Rechners: <b>DeltaY: 7,718 °C</b>	Eintragen der Werte: 	Ende: 



**Berechnung des Wasserwertes:**

Die Berechnung erfolgt nach Gleichung (1)

$$W_{\text{Kal}} = c_W \cdot m_{\text{WW}} \cdot \frac{T_2 - T_M}{\Delta T_1} - c_W \cdot m_{\text{kW}}$$

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

Berechnung:	Im Hauptmenü: ⇒ Extras ⇒ 'Taschenrechner'
Termeingabe:	$4.187 * 79.9 * (28.8 - 20.0) / 7.71 - 4.187 * 85.1$ ⇒ Eingabetaste drücken oder auf „=" klicken

Als Ergebnis liefert der Rechner: 25,5 J / K

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

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

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