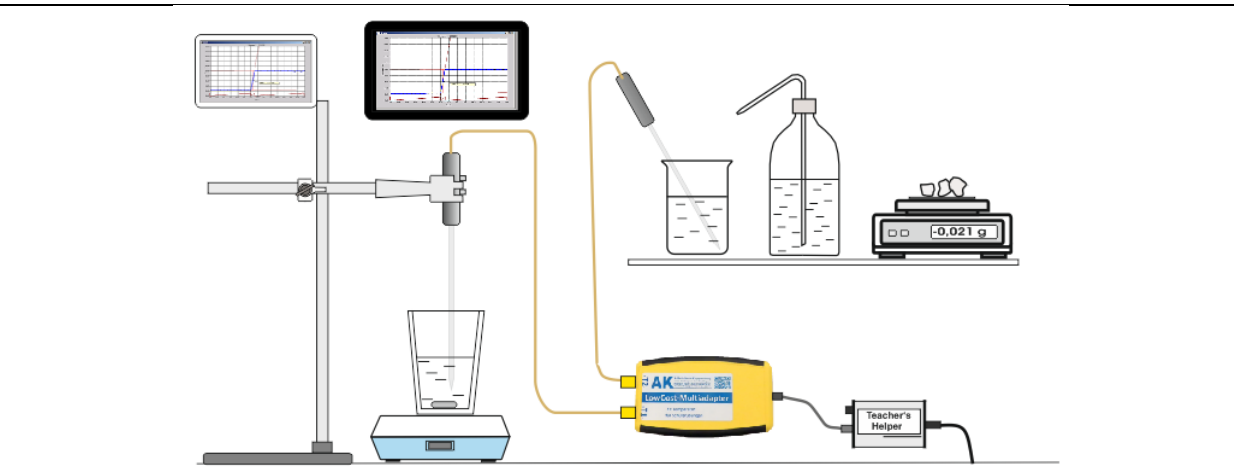




**Prinzip**

Die Temperaturerniedrigung beim Schmelzen von Eis wird im Kalorimeter gemessen und die zugehörige Enthalpieänderung berechnet.

**Aufbau  
und  
Vorbe-  
reitung**



| Benötigte Geräte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Verwendete Chemikalien                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> AK LowCost MultiAdapter T/T<br><input type="checkbox"/> USB-Kabel / Netzteil<br><input type="checkbox"/> Teacher's Helper /Netzteil<br><input type="checkbox"/> Tablet/Laptop oder Smartphone<br><input type="checkbox"/> 2 Temperaturfühler<br><input type="checkbox"/> 1 Styroporbecher, 250 mL<br><input type="checkbox"/> 1Stativ<br><input type="checkbox"/> 1 Becherglas, 200 mL | <input type="checkbox"/> destilliertes Wasser<br><input type="checkbox"/> Eis |

**Vorbereitung des Versuchs**

- ▶ Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen und aufbauen.
- ▶ Den Styroporbecher auf die Waage stellen, den Rührmagnet zugeben und austarieren.
- ▶ Ca. 150 g Wasser von Raumtemperatur in den Becher füllen und die Masse ( $m_W$ ) notieren.
- ▶ Den Becher auf den Magnetrührer stellen und den Temperaturfühler (T1) eintauchen.
- ▶ Parallel dazu etwa 100 mL Wasser und einige Stücke Eiswürfel ( $\approx 15$  g) in das 250ml Becherglas geben.
- ▶ Mit dem Temperaturfühler (T2) umrühren, bis das Wasser die Temperatur von  $0^\circ\text{C}$  angenommen hat. (ca. 3 Minuten).

**Vorbereitung an den Tablets / Laptops (Clients)**

- ▶ Am Tablet / Laptop / Smartphone Einstellungen oder mit **WLAN** eine Verbindung herstellen: **ak.net** anwählen und warten bis die Verbindung eingebucht ist.
- ▶ Browser z.B. **Firefox/Safari** aufrufen, in die Adresszeile/URL-Zeile (nicht in die Google-Suchzeile!) **http://labor.ak** eingeben. Es erscheinen 4 Bildschirme...
- ▶ **AK MiniAnalytik** wählen. Im erscheinenden Bild können die Menüicons neben- oder (bei kleinen Bildschirmen) untereinander angeordnet sein.
- ▶ Icon 'Messen' (2. Von links) und **Mit Messgerät verbinden** auswählen.
- ▶ **Messgrößen-Auswahl:**  **Temp. 1 (T1)**
- ▶ **Konfiguration X/Y-Achsen:** **T1 und T2 auf die Y-Achse**
- ▶ **Konfiguration-Methode:** Y-Achse T1 Min **10,00** °C und T1 Max **30,00** °C  
 T1 Nachkomma **2** und Linien  **ja**  
 T2 Werte sind uninteressant aber: Linien  **ja** (Häkchen weg)
- ▶  **X-Achse: Zeit**
- ▶ X-Achse Zeit Intervall **2,0** s und Zeit Max **100,0** s  
 Zeit Nachkomma **1** und

Der Messbildschirm wird aufgebaut und Werte angezeigt.



Durchführung

- ▶ Mit **Aufzeichnung starten** die Messwertspeicherung starten.  
Eisstücke aus dem Eiswasser nehmen, mit Filtrierpapier abtrocknen, weiteres Filtrierpapier auf die Waage legen, ca. 5-8 g Eis abwiegen und austarieren.
- ▶ Eis in den Styroporbecher geben, und das Filtrierpapier zurückwiegen. Die Masse des Eises ( $m_E$ ) notieren. (Vorzeichen nicht beachten).
- ▶ Nach ca. 150 s **Stoppen** drücken.
- ▶  **Temp. 2 (T2)** Häkchen entfernen.

|                         |  |    |
|-------------------------|--|----|
| Masse des Wassers $m_W$ |  | g  |
| Masse des Eises $m_E$ : |  | g  |
| "Endtemperatur" $T_M$   |  | °C |

Speichern

- ▶ Icon oben links und **Speichern unter** wählen
- ▶ Unter ‚Projekt Speichern‘ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel) **G03 User** und **OK**

Excel-Export

- ▶ Icon oben links und **Datenreihen exportieren** wählen
- ▶ Unter ‚Datenreihen Speichern‘ Projekt  **G03 User** auswählen und **Speichern**
- ▶ Je nach Gerät mit ‚Speichern unter‘ noch Pfad aussuchen und bestätigen

Öffnen bei Bedarf

- ▶ Ist der Teacher's Helper nicht mehr zu erreichen: Browser z.B. **Firefox/Safari** aufrufen, in die Adresszeile (URL-Zeile) - nicht in der Google-Suchzeile! **http://labor.ak** eingeben. -
- ▶ Icon oben links und **Laden** "Projekt Laden" **G03 User** direkt auswählen und → anklicken

Prinzip

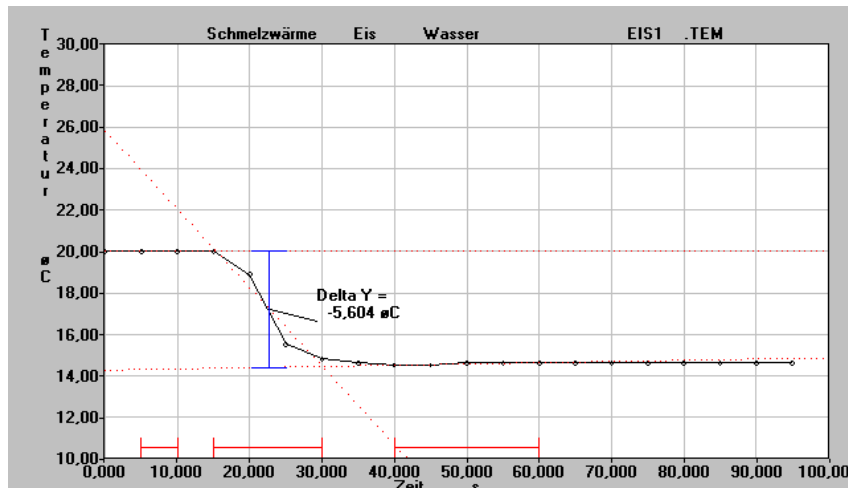
Das Eis entzieht der Umgebung (Wasser und Kalorimeter) eine bestimmte Wärmemenge. Gleichzeitig wird Wärme benötigt, um das geschmolzene Eis ( $m_E$ ) von 0 °C auf die Endtemperatur( $T_M$ ) zu bringen.

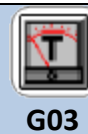
$$Q = Q_W + Q_{Kal} - Q_E$$

$$Q = (c_W \cdot m_W + W_{Kal})_1 - c_W \cdot m_E \cdot T_M$$

Die Bestimmung der Temperaturdifferenz erfolgt nach der Drei-Geraden-Methode.

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) **Drei-Geraden-Methode**
- ▶ Folgen Sie den Anweisungen (mit 'Abhaken') **1.** für die **Vorperiode**, **2.** **Hauptperiode** und **3.** **Nachperiode**
- ▶ Dann auf **Berechnen** tippen. Die Temperaturdifferenz wird als Delta angegeben.
- ▶ Evtl. die Position des Ergebniskästchens ändern.





Berechnung der Schmelzwärme:

$$Q = (c_W \cdot m_W + W_{Kal}) \cdot \Delta T_1 - c_W \cdot m_E \cdot T_M$$

Für die Beispielrechnung werden folgende Werte verwendet:

|                                        |           |                        |
|----------------------------------------|-----------|------------------------|
| Spezifische Wärmekapazität von Wasser: | $c_W$     | 4,185 J/g · K          |
| Masse des Wassers:                     | $m_W$     | 139,8 g                |
| Masse des Eises:                       | $m_E$     | 8,9 g                  |
| Endtemperatur des Wassers:             | $T_M$     | 14,55 °C               |
| Wasserwert:                            | $W_{Kal}$ | 25,5 J·K <sup>-1</sup> |

Auswertung

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) und **Werte umrechnen** und **bel. Funktion** **OK**
- ▶ **Nur Rechner** Termeingabe:  $(4.187 * 139.8 + 25.5) * 5.604 - 4.187 * 8.9 * 14.55$  =

Als Ergebnis liefert der Rechner pro m(Eis) = 8,9 g:  $Q = 2805 \text{ J}$

Umrechnung auf molare Bedingungen:  $M(\text{H}_2\text{O}) = 18,0 \text{ g/mol}$

$$\Delta H^0 = \Delta H \cdot \frac{M}{m}$$

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) und **Werte umrechnen** und **bel. Funktion** **OK**
- ▶ **Nur Rechner** Termeingabe:  $2805 / 8.9 * 18$  =

Als Ergebnis liefert der Rechner:  $\Delta H_{(fus)} = 5\,673 \text{ J/mol} \approx 5,7 \text{ kJ/mol}$

Literaturwert:  $\Delta H_{(fus)} = 6,02 \text{ kJ/mol}$

Beachten:

Entsorgung entfällt

Literatur

Frei nach Praktikumsunterlagen des Chem. Instituts Dr. Flad Stuttgart 1988  
F. Kappenberg, Computer im Chemieunterricht 1988, S. 151, Verlag Dr. Flad, Stuttgart  
K. Dehnert et al., Allgemeine Chemie, Schroedel Verlag, Hannover, 1987