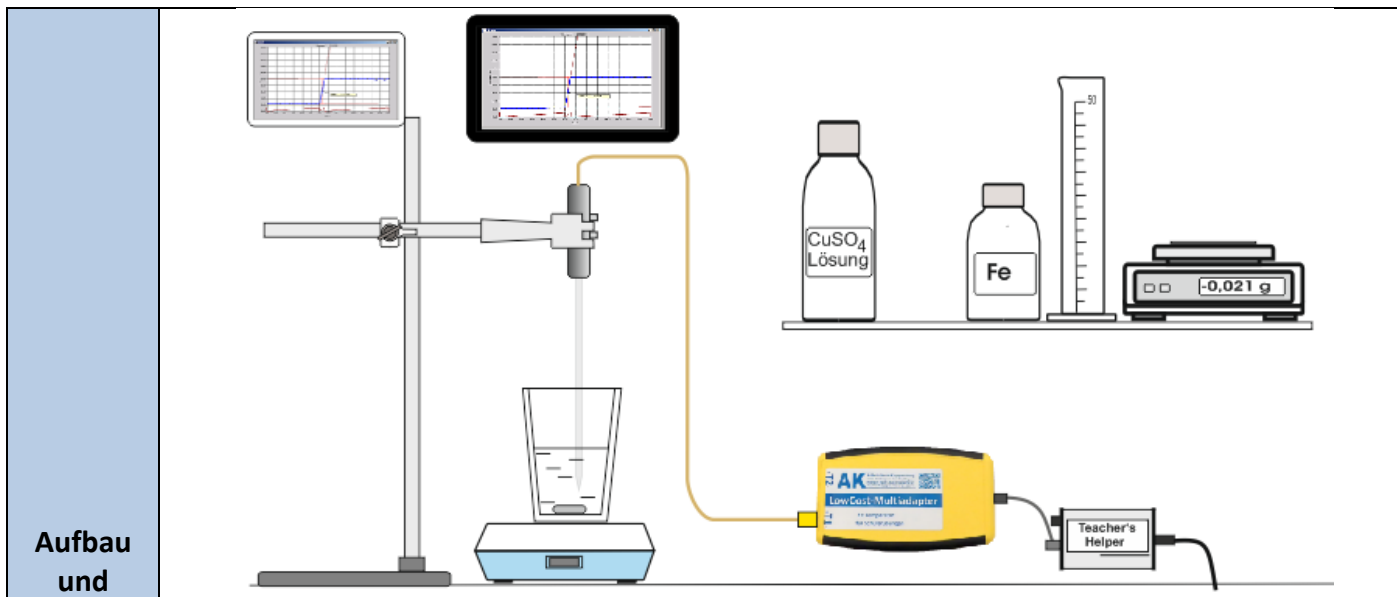




**Prinzip** Die Wärmemenge, die entsteht, wenn man einen Überschuss von Eisen auf eine Kupfersalzlösung einwirken lässt, wird gemessen.



**Aufbau  
und  
Vorbe-  
reitung**

**Benötigte Geräte**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> AK LowCost MultiAdapter T/T   | <input type="checkbox"/> Waage (mind. 200g/0.01g) |
| <input type="checkbox"/> USB-Kabel / Netzteil          | <input type="checkbox"/> Muffe                    |
| <input type="checkbox"/> Teacher's Helper /Netzteil    | <input type="checkbox"/> Greifklemme, klein       |
| <input type="checkbox"/> Tablet/Laptop oder Smartphone | <input type="checkbox"/> 1 Magnetrührer           |
| <input type="checkbox"/> Temperaturfühler              | <input type="checkbox"/> 1 Rührmagnet (stark)     |
| <input type="checkbox"/> Messzylinder, 50 ml           | <input type="checkbox"/> Spatel                   |
| <input type="checkbox"/> 1 Styroporbecher, 200 mL      | <input type="checkbox"/> Filtrierpapier           |
| <input type="checkbox"/> 1 Stativ                      |   |

**Verwendete Chemikalien**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> CuSO <sub>4</sub> -Lsg, c = 1.0 mol/L                  |  |
| <input type="checkbox"/> (249,7 g CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O auf 1 L) |  |
| <input type="checkbox"/> Eisenpulver  |  |

**Vorbereitung des Versuchs**

- ▶ Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen und aufbauen.
- ▶ Dafür sorgen, dass Metall und -salzlösung die gleiche Ausgangstemperatur haben; evtl. temperieren.
- ▶ Den Styroporbecher auf den Magnetrührer stellen, den Rührmagnet zugeben.
- ▶ 50 mL Kupfersalzlösung (n = 0,05 mol) in den Styroporbecher gießen.
- ▶ Den Temperaturfühler eintauchen und Kabel am AK LowCost MultiAdapter (Buchse T1) verbinden.
- ▶ Auf das Filterpapier 4 g Eisen (n = 0,072 mol).

**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-Methode:** Y-Achse T1 Min **10,00** °C und T1 Max **60,00** °C  
T1 Nachkomma **2** und Linien  **ja**
- ▶  **X-Achse: Zeit**
- ▶ X-Achse Zeit Intervall **2,0** s und Zeit Max **300,0** s  
Zeit Nachkomma **1** und
- ▶ Der Messbildschirm wird aufgebaut und Werte angezeigt.



Durchführung

- ▶ Mit **Aufzeichnung starten** die Messwertspeicherung starten.
- ▶ Danach 60 mL Metall in den Styroporbecher gießen.
- ▶ Nach ca. 300 s **Stoppen** drücken.

Speichern

- ▶ Icon oben links und **Speichern unter** wählen
- ▶ Unter ‚Projekt Speichern‘ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel) **G11 User** und **OK**

Excel-Export

- ▶ Icon oben links und **Datenreihen exportieren** wählen
- ▶ Unter ‚Datenreihen Speichern‘ Projekt  **G11 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" **G11 User** direkt auswählen und → anklicken

Bestimmung der Temperaturdifferenz

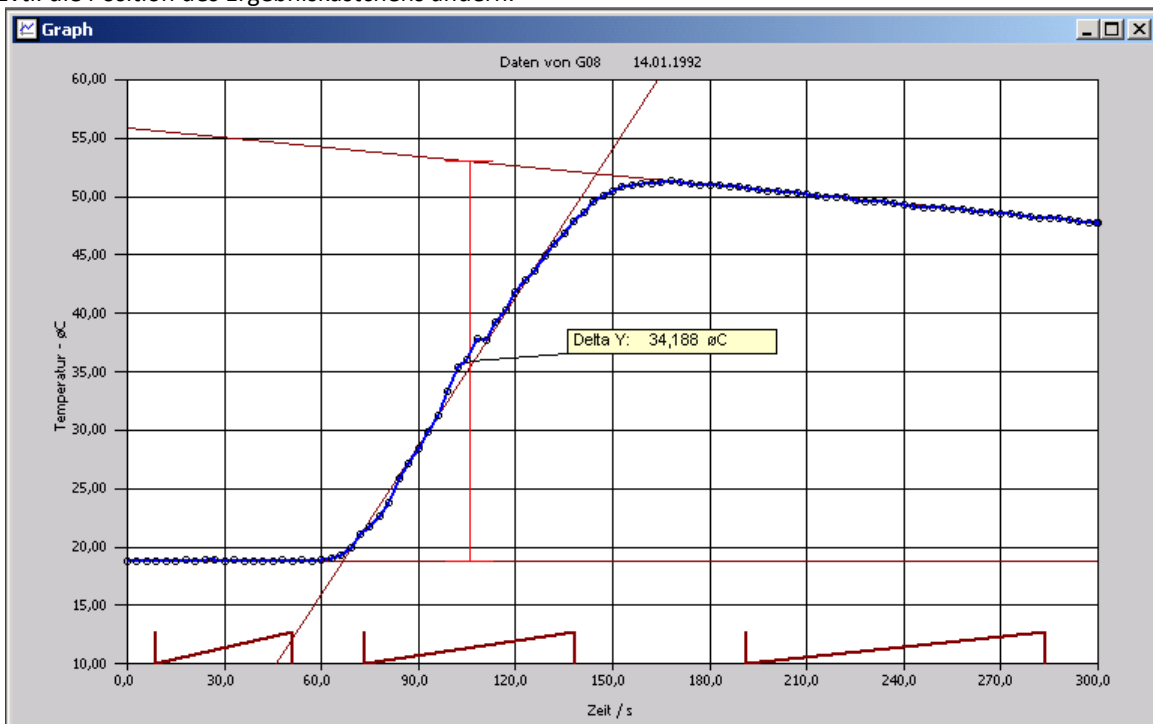
Die Reaktion des Metalls mit den Metallionen erwärmt die Salzlösung (die Wärmekapazität wird mit der des Wassers,  $c_W = 4.187 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ , gleichgesetzt) und das Kalorimeter. Dabei wird eine bestimmte Wärmemenge  $Q$  frei.

$$Q = Q_W + Q_{\text{Kal}}$$

$$Q = (c_W \cdot m_W + W_{\text{Kal}}) \cdot \Delta T$$

Die Wärmemenge, die das entstehende Metall aufnimmt, wird vernachlässigt. 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.



Auswertung



Berechnung der Reaktionswärme:

Für die Beispielrechnung werden folgende Werte verwendet:

Masse der Metallsalzlösung (genähert für den Wärmeaustausch) 50 g

Spezifische Wärmekapazität von Wasser:  $c_W$  4,187 J/g·K

Wasserwert des Kalorimeters:  $W_{Kal}$  25,5 J/K

Auswertung

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) und **Werte umrechnen** und **bel. Funktion** **OK**
- ▶ **Nur Rechner** Termeingabe:  $(50 \cdot 4,187 + 25,5) \cdot 34,188$  **=** **OK**

Als Ergebnis liefert der Rechner für  $m(\text{Salzlösung}) = 50 \text{ g}$ :  $Q = -8013 \text{ J}$  ich erhalte  $-8029 \text{ J}$

Die Umrechnung auf molare Bedingungen:  $n(\text{Cu}) = 0,05 \text{ mol}$

$$\Delta H^0 = \Delta H \cdot \frac{1}{n}$$

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) und **Werte umrechnen** und **bel. Funktion** **OK**
- ▶ **Nur Rechner** Termeingabe:  $8013 / 0,05$  **=** **OK**

Die molare Reaktionsenthalpie beträgt  $\Delta H = -160581 \text{ J/mol}$  Formelumsatz =  $160,58 \text{ kJ mol}^{-1}$ .

Literaturwert:  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Fe}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$   $\Delta H^\circ = -152,2 \text{ kJ mol}^{-1}$  1)

Tipps

- Das kräftige Umrühren scheint bei diesem Versuch besonders wichtig. Benutzen Sie einen Magnetrührer mit einem kräftigen Rührfisch.
- Je feiner das eingesetzte Metallpulver ist, umso vollständiger und schneller erfolgt der Umsatz der Metallionen.
- Ein Spritzer Spülmittel kann eine bessere Benetzung des Metalls bewirken.
- Bei schwachem Rührmagnet sollte man bei dem Versuch mit dem Eisenpulver wegen der Anziehung des Pulvers auf magnetisches Rühren verzichten.
- Man kann bei den Versuchen auch geringere Mengen einsetzen: z.B. 50 mL Kupfersulfatlösung ( $c = 0,5 \text{ mol/L}$ ). Die zu erwartenden Temperaturänderungen beträgt beim Eisen ca.  $18 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Falls man kein "reaktives" Eisenpulver zur Hand hat, kann man auch Eisenwolle, die man zuvor mit Acton entfettet hat, einsetzen. Evtl. sollte man hier dann mit einem Glasstab umrühren. Andererseits ist bei dieser Reaktionsführung das Verschwinden der blauen Farbe besonders gut zu beobachten.

Beachten:



Entsorgung

Behälter für Schwermetalllösungen

Literatur

- 1) M. Wainwright, Chemische Energetik S.: 11f, 1979, B. Franzbecker Verlag, Bad Salzderfurth
- 2) F. Kappenberg, Computer im Chemieunterricht 1988, S. 147 f, Verlag Dr. Flad, Stuttgart