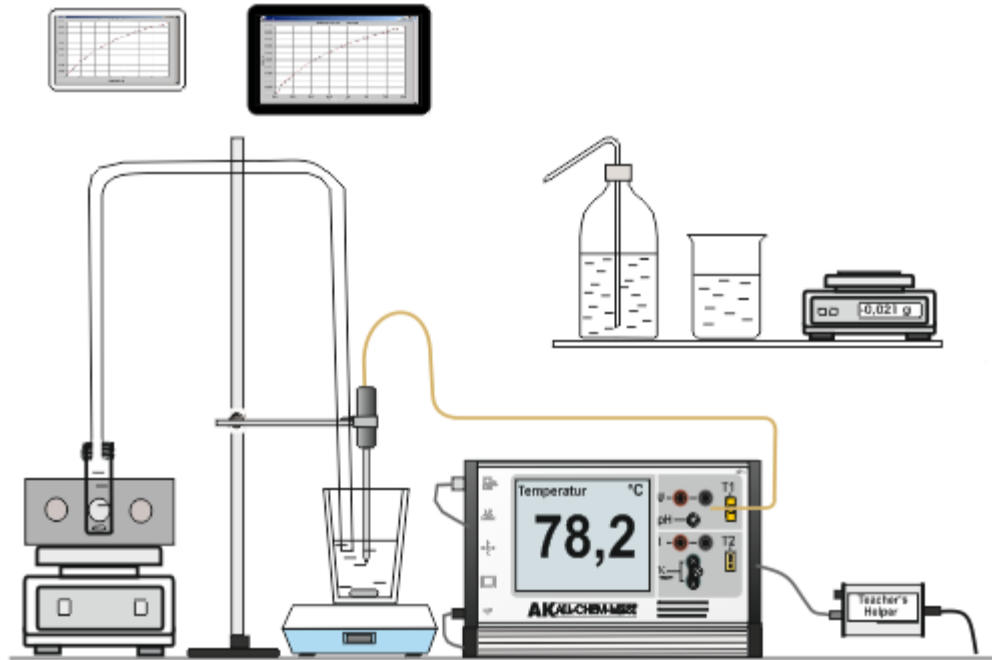




**Prinzip**

Wasserdampf wird in das Kalorimeter geleitet, die entsprechende Temperaturerhöhung gemessen und die zugehörige Enthalpieänderung berechnet.

**Aufbau  
und  
Vorbe-  
reitung**



**Benötigte Geräte**

- |                                                        |                                                        |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ALL-CHEM-MISST II / Junior    | <input type="checkbox"/> 2 Muffen                      |
| <input type="checkbox"/> USB-Kabel / Netzteil          | <input type="checkbox"/> AK SÜS heizbarer Magnetrührer |
| <input type="checkbox"/> Teacher's Helper / Netzteil   | <input type="checkbox"/> AK SÜS Thermoblock            |
| <input type="checkbox"/> Tablet/Laptop oder Smartphone | <input type="checkbox"/> AK SÜS Reaktionsgefäß         |
| <input type="checkbox"/> Temperaturfühler              | <input type="checkbox"/> AK SÜS Schraubkappe, geb.     |
| <input type="checkbox"/> 1 Styroporbecher, 250 mL      | <input type="checkbox"/> Magnetrührer                  |
| <input type="checkbox"/> 1 Stativ                      | <input type="checkbox"/> 1 Rührmagnet                  |
| <input type="checkbox"/> 1 Waage (mind. 200g/0,01g)    | <input type="checkbox"/> Spezial-U-Rohr                |
| <input type="checkbox"/> 2 Greifklemmen, klein         | <input type="checkbox"/> Becherglas, 100 mL            |

**Verwendete Chemikalien**

- destilliertes Wasser

**Vorbereitung des Versuchs**

- ▶ Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen und aufbauen.
- ▶ Temperaturfühler in die Buchse T1 stecken.
- ▶ Den Styroporbecher auf die Waage stellen, den Rührmagnet zugeben und austarieren.
- ▶ Ca. 100g 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 in den 100 mL-Kolben in der Pilzheizhaube ca. 80 mL Wasser geben und die Heizung auf höchste Stufe stellen.
- ▶ Apparatur entsprechend der Zeichnung weiter aufbauen. Das Ende des U-Rohres sollte zunächst in ein mit Wasser gefülltes Becherglas getaucht werden.



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 **0,00** °C und T1 Max **50,00** °C  
T1 Nachkomma **2** und Linien  **ja**
- X-Achse: Zeit**
- X-Achse Zeit Intervall **2,0** s und Zeit Max **150,0** s  
Zeit Nachkomma **1** und
- Der Messbildschirm wird aufgebaut und Werte angezeigt.

Durchführung

- Erst wenn man der Überzeugung ist, dass der Wasserdampf im U-Rohr nicht mehr kondensiert, dann mit **Aufzeichnung starten** die Messwertspeicherung starten.
- Die Apparatur (vorsichtig) so umändern, dass der Wasserdampf in das auf dem Rührer stehende Kalorimeter geleitet wird.
- Das warme Wasser in den Styroporbecher gießen, das Becherglas zurückwiegen und die Massendifferenz in die Tabelle ( $m_{WW}$ ) eintragen (Vorzeichen nicht beachten).
- Nach ca. 120 s **Stoppen** drücken.
- Danach das U-Rohr wieder aus dem Kalorimeter entfernen, den Styroporbecher wiegen die Masse ( $m_{W2}$ ) notieren

Messwerte zu Versuch G12		
Masse des Wassers $m_W$		g
Masse des gesamten Wassers $m_{W2}$ :		g
Endtemperatur $T_M$		°C

Speichern

- Icon oben links und **Speichern unter** wählen
- Unter ‚Projekt Speichern‘ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel) **G12 User** und

Excel-Export

- Icon oben links und **Datenreihen exportieren** wählen
- Unter ‚Datenreihen Speichern‘ Projekt  **G12 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" **G12 User** direkt auswählen und → anklicken

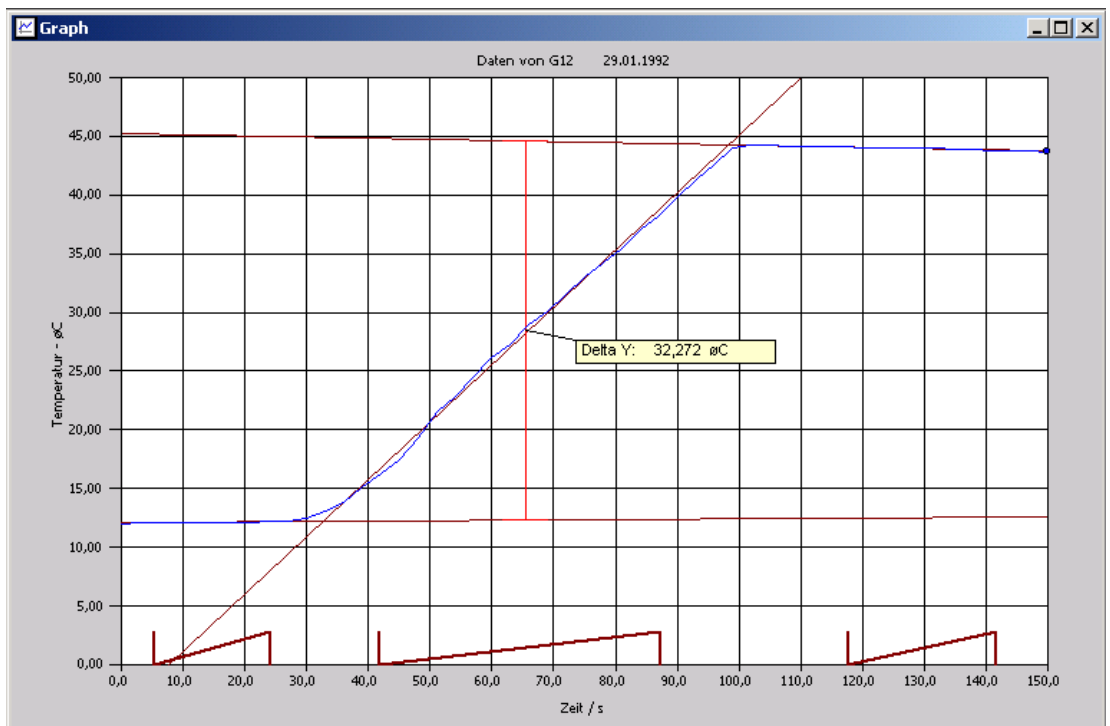
Auswertung

**Prinzip:** Der Wasserdampf erhitzt mit seiner Kondensationswärme die Umgebung (Wasser und Kalorimeter) mit einer bestimmten Wärmemenge. Zusätzlich gibt der kondensierte Wasserdampf noch die Wärmemenge ab, die frei wird, wenn diese Wassermenge ( $m_{W2} - m_{W1}$ ) sich von 100 °C auf die Endtemperatur ( $T_M$ ) abkühlt.

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

$$Q = (c_W \cdot m_W + W_{Kal}) \cdot \Delta T_1 - c_W \cdot (m_{W2} - m_{W1}) \cdot (100 \text{ °C} - T_M)$$

- ▶ 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.



**Berechnen der Kondensationswärme:**

Für die Beispielrechnung werden folgende Werte verwendet:

- Masse des Wassers ( $m_W$ ): 100 g,
- Masse des kondensierten Wassers ( $m_{W2} - m_{W1}$ ): 5.6 g,
- Endtemperatur des Wassers ( $T_M$ ): 44.8 °C
- Wasserwert ( $W_{Kal}$ ): 25.5 J·K<sup>-1</sup>)
- Spez. Wärmekapazität von Wasser  $c_W$ : 4.187 J/g·K

Auswertung

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) und **Werte umrechnen** und **bel. Funktion**
- ▶ **Nur Rechner** Termeingabe:  $(4,187 \cdot 100 + 25,5) \cdot 32,27 - 4,187 \cdot 5,6 \cdot (100 - 44,8)$

Als Ergebnis liefert der Rechner pro m(Dampf) = 5,6 g:  $Q = -13\ 040\ J$

Die Umrechnung auf molare Bedingungen: ( $M(H_2O) = 18,0\ g/mol$ )

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



- ▶ Icon 'Auswerten'  (3. von links) und **Werte umrechnen** und **bel. Funktion** **OK**
- ▶ **Nur Rechner** Termeingabe:  **-12945/5.6 \* 18**  

Als Ergebnis liefert der Rechner:  $\Delta H = -41\,914 \text{ J/mol} = 41,9 \text{ kJ/mol}$

Literaturwert:  $\Delta H_{(v)} = -41 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

Beachten:



Entsorgung

???

Literatur

K. Dehnert et. al., Allgemeine Chemie, Schroedel-Verlag, Hannover, 1987  
F. Kappenberg, Computer im Chemieunterricht 1988, S. 151, Verlag Dr. Flad, Stuttgart