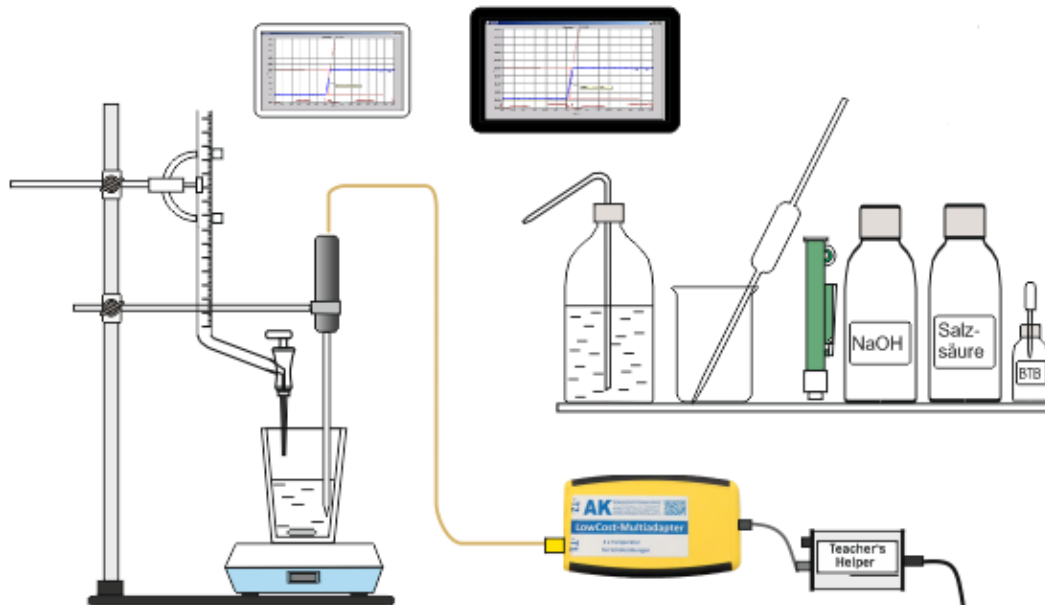


**Prinzip**

Da die Neutralisation eine exotherme Reaktion ist, kann man die Titration auch thermometrisch verfolgen. Die Qualität der Endpunkterkennung soll anhand der Neutralisation von Reaktionspartnern unterschiedlicher Konzentration beurteilt werden.

**Aufbau und Vorbereitung**



**Benötigte Geräte**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> AK LowCost MultiAdapter T/T      | <input type="checkbox"/> Bürette, 25 ml |
| <input type="checkbox"/> USB-Kabel / Netzteil             | <input type="checkbox"/> Stativ         |
| <input type="checkbox"/> Teacher's Helper /Netzteil       | <input type="checkbox"/> 2 Muffen       |
| <input type="checkbox"/> Tablet/Laptop oder Smartphone    | <input type="checkbox"/> Bürettenklemme |
| <input type="checkbox"/> Temperaturfühler                 | <input type="checkbox"/> Greifklemme    |
| <input type="checkbox"/> 1 Styroporbecher, 250 mL         | <input type="checkbox"/> Magnetrührer   |
| <input type="checkbox"/> Pipette, 10 ml u. Pipettierhilfe | <input type="checkbox"/> Rührfisch      |
| <input type="checkbox"/> Spülbecherglas, 100 ml           |   |

**Verwendete Chemikalien**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Salzsäure, $c = 1 \text{ mol/L}$   |  |
| <input type="checkbox"/> Natronlauge, $c = 1 \text{ mol/L}$ |  |
| <input type="checkbox"/> evtl. Bromthymolblaulösung         |  |
| <input type="checkbox"/> dest. Wasser                       |  |

**Vorbereitung des Versuchs**

- ▶ Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen und aufbauen.
- ▶ 10 mL Salzsäure (bzw. Analysenlösung) mit der Pipette in den Styroporbecher geben, um den Wärmeaustausch zu minimieren (aber: es tut's auch ein Becherglas).
- ▶ Rührfisch dazugeben und Becher auf den Magnetrührer stellen.
- ▶ Die Bürette mit der Natronlauge spülen und füllen. Auf die Nullmarkierung einstellen.

**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 **22,00** °C und T1 Max **32,00** °C  
T1 Nachkomma **2** und Linien  **ja**
- ▶  **X-Achse: Volumen (auf Tastendruck)**
- ▶ X-Achse Vol. Intervall **0,5** ml und Vol. Max **20,0** ml  
Vol. Nachkomma **1** und
- ▶ Der Messbildschirm wird aufgebaut und Werte angezeigt.




Durchführung

- ▶ Zur **Messwertaufnahme** bei **0,0 mL** **Messwert Aufzeichnen** drücken.
- ▶ Die Titratorflüssigkeit kontinuierlich (mit recht kleiner Geschwindigkeit!) aus der Bürette auslaufen lassen und nach **jeweils 0,5 mL** einen **Messwert** mit **Messwert Aufzeichnen** speichern.
- ▶ Zum Beenden **Messung beenden**



Speichern

- ▶ Icon oben links  und **Speichern unter** wählen
- ▶ Unter ‚Projekt Speichern‘ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel)  **G15 User** und **OK**

Excel-Export

- ▶ Icon oben links  und **Datenreihen exportieren** wählen
- ▶ Unter ‚Datenreihen Speichern‘ Projekt  **G15 User** auswählen und **Speichern**
- ▶ Je nach Gerät mit ‚Speichern unter‘ noch Pfad aussuchen und bestätigen

Öffnen bei Bedarf

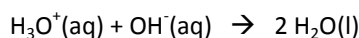
- ▶ Ist der Teacher's Helper nicht mehr zu erreichen: Browser z.B. **Firefox/Safari** aufrufen, in die Adresszeile (URL-Zeile) - nicht in der Google-Suchzeile!  **http://labor.ak** eingeben. -
- ▶ Icon oben links  und **Laden** "Projekt Laden" **G15 User** direkt auswählen und → anklicken



Auswertung

a) Bestimmung des Äquivalenzpunktes

Die Neutralisationsreaktion verläuft nach folgender Gleichung:



Die Temperatur wird durch die Neutralisationsenthalpie und durch die Temperatur der zutropfenden Base bestimmt. Da im Programm eine Routine zur Auswertung des Schnittpunktes zweier exponentieller Kurven noch fehlt, benutzt man sinnvollerweise die „Zwei-Geraden-Methode“, legt aber nur sehr kurze Geraden in die Nähe des gesuchten Schnittpunktes.

b) Berechnung des Gehaltes

(Bedeutung der Indizes: v = vorgelegt – z = zugegeben bis zum Äquivalenzpunkt)

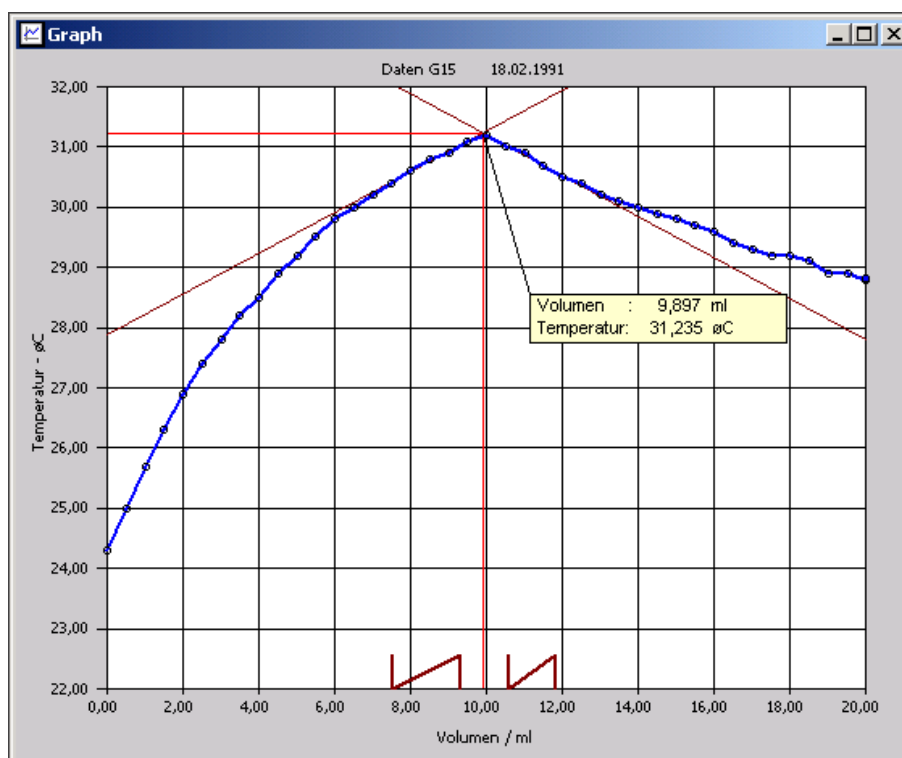
Bei Äquivalenz gilt:  $n_v(\text{HCl}) = n_z(\text{NaOH}) \Rightarrow c_v(\text{HCl}) \cdot V_v(\text{HCl}) = c_z(\text{NaOH}) \cdot V_z(\text{NaOH})$

$$\Rightarrow c_v(\text{HCl}) = \frac{c_z(\text{NaOH}) \cdot V_z(\text{NaOH})}{V_v(\text{HCl})}$$

Bestimmung am Computer

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) **Zwei-Geraden-Methode**
- ▶ Folgen Sie den Anweisungen (mit 'Abhaken') **1.** für die Vorperiode und **2. Hauptperiode**
- ▶ Dann auf **Berechnen** tippen.
- ▶ Evtl. die Position des Ergebniskästchens ändern.

Auswertung



**Tip** **Achtung:** Keine zu verdünnten Lösungen benutzen, sonst ist die Reaktionswärme zu gering!

Beachten:



Entsorgung

Ausguss nach Neutralisation

Literatur

F. Kappenberg; Computer im Chemieunterricht 1988, S. 83, Verlag Dr. Flad, Stuttgart