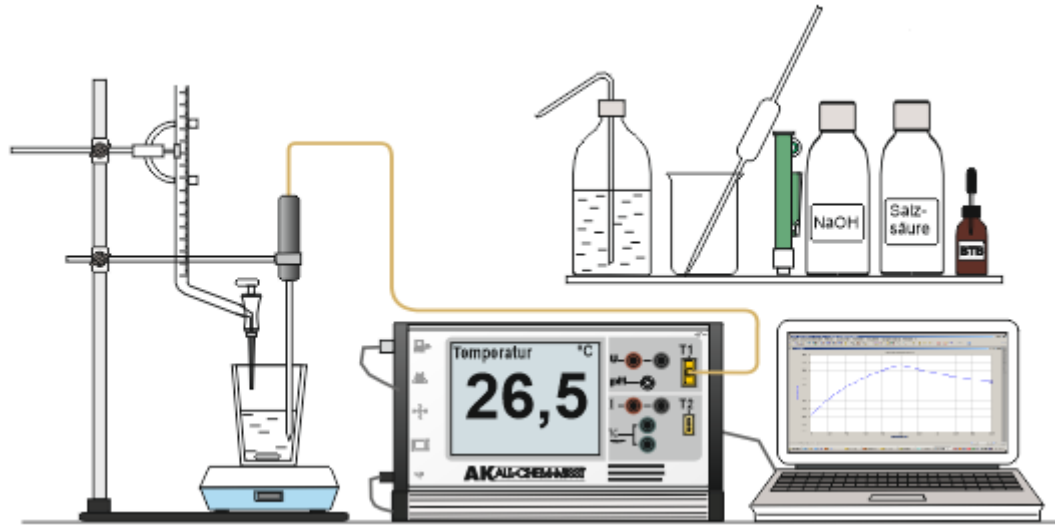




**Prinzip**

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"/> ALL-CHEM-MISST-II / Junior     | <input type="checkbox"/> Bürette, 25 ml |
| <input type="checkbox"/> Netzteil / USB.-Kabel          | <input type="checkbox"/> Stativ         |
| <input type="checkbox"/> Computer (Laptop) mit Kabel    | <input type="checkbox"/> 2 Muffen       |
| <input type="checkbox"/> Temperaturfühler               | <input type="checkbox"/> Bürettenklemme |
| <input type="checkbox"/> 1 Styroporbecher, 250 ml       | <input type="checkbox"/> Greifklemme    |
| <input type="checkbox"/> Pipette, 10 ml, Pipettierhilfe | <input type="checkbox"/> Magnetrührer   |
| <input type="checkbox"/> Spülbecherglas, 100 ml         | <input type="checkbox"/> Rührfisch      |

**Verwendete Chemikalien**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Salzsäure, c = 1 mol/L     |  |
| <input type="checkbox"/> Natronlauge, c = 1 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 am Computer**

- ▶ **AK Analytik 11** starten, **Messen** **mit GeräteSchnellstarter App** **ALL-CHEM-MISST II**
- ▶ Anweisungen befolgen und 'abhaken' **Weiter**
- ▶ **Auswahl des Messkanals: (Buchse im Bild oben) T1** **Weiter**
- ▶ **Auf welche Weise möchten Sie messen: Volumen** **dann: Tastatur** ,
- ▶ **Volumenintervall: 0,50** ml, **Gesamtvolumen (Grafik): 20,00** ml, **x-Komma 2**
- ▶ **Darstellung der Kanäle im Graphen: Temperatur T1** **y-Untergrenze im Graphen 22,00** °C
- ▶ **y-Obergrenze 32,00** °C **y-Nachkomma 2** – Bestätigen mit **Akzeptieren** **dann Weiter**

**Durchführung**

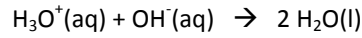
- ▶ Zur **Messwertaufnahme** bei **0,0 mL Einzelwert** oder besser die '**Leertaste**' drücken.
- ▶ Die Titratorflüssigkeit kontinuierlich (mit recht kleiner Geschwindigkeit!) aus der Bürette auslaufen lassen und nach **jeweils 0,5 mL** einen **Messwert** mit '**Leer**'-Taste oder **Maus speichern**.
- ▶ Zum Beenden **Messung beenden** oder '**Esc**'-Taste drücken.
- ▶ Projektname eingeben (hier: Beispiel) **Mein erstes Projekt** und **Akzeptieren**



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)

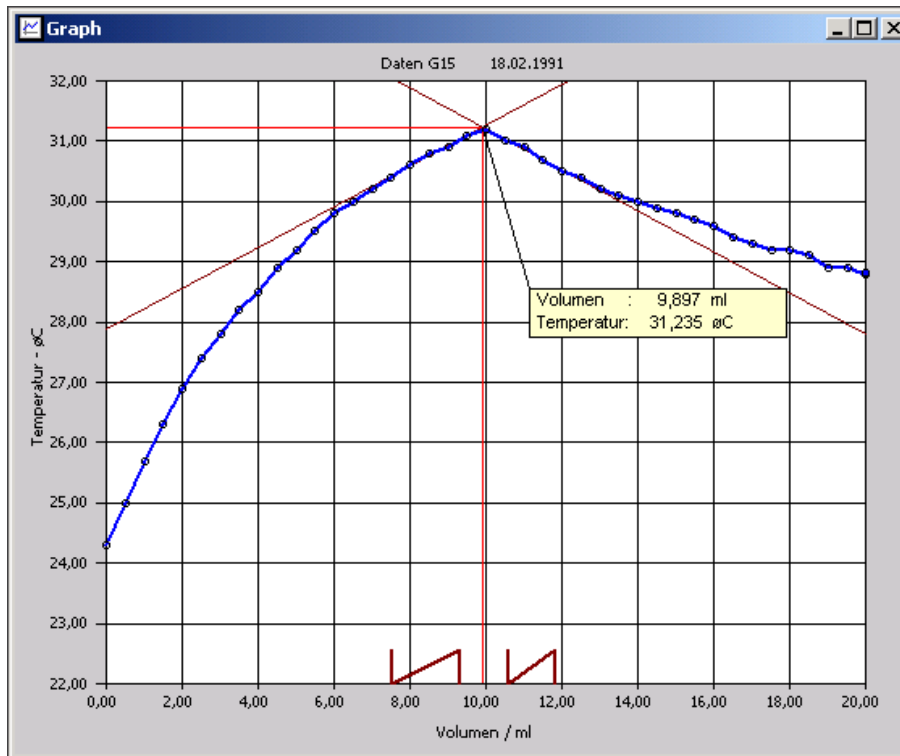
Bei Äquivalenz gilt:  $n_v(\text{HCl}) = n_z(\text{NaOH}) \Rightarrow c_v(\text{HCl}) \cdot V_v(\text{HCl}) = c_z(\text{NaOH}) \cdot V_z(\text{NaOH})$

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

Bestimmung am Computer

- ▶ Hauptmenü: **AK Analytik 11** Start Messung Favoriten **Auswerten** Hinzufügen **Zwei-Geraden-Methode**
- ▶ Folgen Sie den Anweisungen (mit 'Abhaken') **1.** für die Vorperiode und **2.** für die Hauptperiode
- ▶ Zur Prüfung des Ergebnisses **Koordinaten Zeichnen** dann **Konzentration berechnen**
- ▶ **Akzeptieren** und **Beschriften** (evtl. Position ändern) und **Fertig**

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