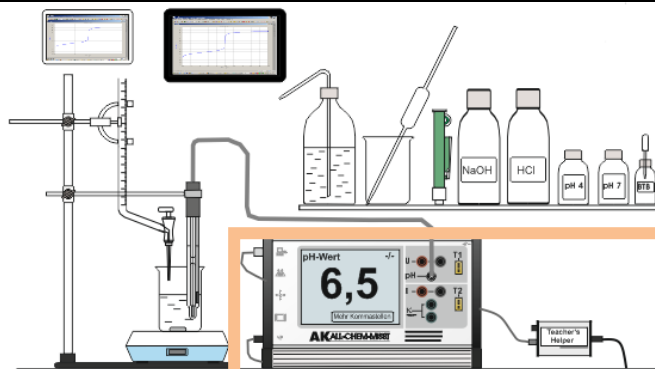


**Prinzip** Da sich bei der Neutralisation der pH-Wert ändert, kann man die Titration potenziometrisch verfolgen.



**Aufbau  
und  
Vorberei-  
-tung**

**Benötigte Geräte**

Eines der folgenden Geräte:

- a) ALL-CHEM-MISST II o. Junior -Netzteil
- b) ACM I / USB-Adapter / Netzteil
- c) AK MultiAdapter pH/L
- d) Vernier Go!link + EA-BTA o. PH-BNC
- e) Greisinger GMH 35XX / SS-Adapter)
- f) LD Mobile Cassy+pH- o. Chemie-Modul
- zugehörige pH-Elektrode
- Spülbecherglas, 250 mL

- Pipette, 10 mL
- Pipettierhilfe
- Bürette, 25 mL
- Becherglas, 100 mL
- Stativ, Muffe
- Bürettenklemme
- Elektrodenklemme
- Magnetrührer
- Rührfisch

**Benötigte Chemikalien**

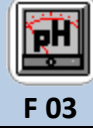
- Natronlauge (c = 0,1 mol/L)
- Salzsäure (c = 0,1 mol/L)
- destilliertes Wasser
- Evtl. Bromthymolblaulösung oder zum Kalibrieren
- Evtl. Pufferlösung, pH = 4
- Evtl. Pufferlösung, pH = 7

**Vorbereitung des Versuchs**

- ▶ **Geräte** entsprechend der Zeichnung (hier als Beispiel All-Chem-Misst II dargestellt) bereitstellen.
- ▶ **Bürette** mit **Natronlauge** spülen und füllen.
- ▶ **10 mL Salzsäure** (bzw. Analysenlösung) mit **Pipette** in **Becherglas** geben.
- ▶ **Rührfisch** evtl. Bromthymolblaulösung dazugeben und das **Becherglas** auf den **Magnetrührer** stellen.
- ▶ **pH-Elektrode** in halb mit **Leitungswasser** gefülltes **Spülbecherglas** stellen.
- ▶ **pH-Elektrode** in die entsprechende pH-Buchse stecken.

**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 der (Google-Suchzeile!!) **http://labor.ak** eingeben. Es erscheinen 3 Bildschirme ...
- ▶ Anschluss und Einschalten der Messgeräte: Den Teacher's Helper (TH) mit Strom versorgen!
  - a) ACM II oder ACM II Junior mit Netzteil verbinden, dann **nach 7 s!!** über USB mit TH verbinden
  - b) ALL-CHEM-MISST I mit Netzteil und über USB-A. mit TH verbinden. Linker Drehschalter in Stellung „pH“.
  - c) AK MultiAdapter pH/L bzw. d) Vernier Go!Link mit Messmodul und über USB mit TH verbinden
  - e) Greisinger GMH 35XXX über USB-Schnittstellenkonverter mit TH verbinden und mit „ON“ anschalten. Ein pH-Wert muss zu sehen sein! Evtl. Fehler vorher beheben!
  - f) LD Mobile Cassy per USB mit Messmodul und TH verbinden und mit „Menü“ anschalten oder Netzteil anschließen. Ein pH-Wert muss zu sehen sein – sonst mit den Tasten „pH“ einstellen.
- ▶ **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 (Gerätename)** antippen
- ▶ **Messgrößen-Auswahl:**  **pH-Wert (pH)**
- ▶ **Konfiguration-Methode** y-Achse pH Min **0,0** pH und Max **14,0** pH  
 Nachkomma **1** und Linie  **ja**
- ▶  **x-Achse: Volumen (auf Tastendruck)**  
 x-Achse Vol. Intervall **0,5** mL und Vol. Max **20,0** mL  
 Nachkomma **1**



Kali- brieren mit dem Programm	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>pH-Kalibrieren</b> antippen und bei 2-Punkt-Kalibrierung <b>Kalibrieren</b></li> <li>▶ Oben rechts steht der aktuelle pH- Wert.</li> <li>▶ Elektrode spülen, -&gt; in <b>Salzsäure (c=0,1mol/L)</b> stellen, pH-Wert  <b>1</b> eingeben,</li> <li>▶ nach Messwertberuhigung <b>Übernehmen</b> tippen</li> <li>▶ Elektrode spülen, -&gt; in <b>Natronlauge (c=0,1mol/L)</b> stellen, pH-Wert  <b>13</b> eingeben</li> <li>▶ nach Messwertberuhigung <b>Übernehmen</b> tippen</li> <li>▶ Umrechnung starten mit <b>Kalibrieren</b> und Erfolg bestätigen mit <b>OK</b></li> <li>▶ Mit weiterem <b>OK</b> wird der Messbildschirm aufgebaut und Werte werden angezeigt.</li> </ul>
---	---

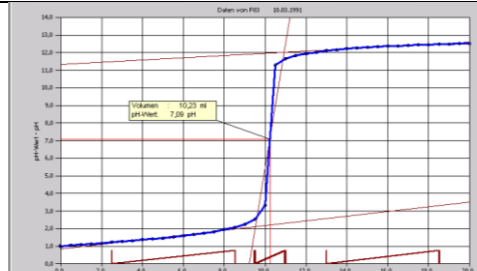
Durch- führung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ pH-Elektrode am Stativ befestigen. Der Rührfisch darf beim Drehen die Elektrode nicht berühren.</li> <li>▶ Zur <b>Messwertaufnahme</b> bei <b>0,0 mL</b> <b>Messwert Aufzeichnen</b> drücken.</li> <li>▶ Die Titratorflüssigkeit kontinuierlich (mit recht kleiner Geschwindigkeit!) aus der Bürette auslaufen lassen und nach <b>jeweils 0,5 mL</b> einen <b>Messwert</b> mit <b>Messwert Aufzeichnen</b> speichern.</li> <li>▶ Zum Beenden <b>Messung beenden</b></li> </ul>
-------------------	---

Speichern	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Icon oben links  und <b>Speichern unter</b> wählen</li> <li>▶ Unter ‚Projekt Speichern‘ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel)  <b>F03 User</b> und <b>OK</b></li> </ul>
-----------	---

Excel- Export	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Icon oben links  und <b>Datenreihen exportieren</b> wählen</li> <li>▶ Unter ‚Datenreihen Speichern‘ Projekt <input checked="" type="checkbox"/> <b>F03 User</b> auswählen und <b>Speichern</b></li> <li>▶ Je nach Gerät mit „Speichern unter“ noch Pfad aussuchen und bestätigen</li> </ul>
------------------	--

Öffnen bei Bedarf	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Ist der Teacher's Helper nicht mehr zu erreichen: Browser z.B. <b>Firefox/Safari</b> aufrufen, in die Adresszeile (URL-Zeile) - nicht in der (Google-Suchzeile!!)  <b>http://labor.ak</b> eingeben. - <b>AK MiniAnalytik</b> aufrufen.</li> <li>▶ Icon oben links  und <b>Laden</b> "Projekt Laden" <b>F03 User</b> direkt auswählen und → anklicken</li> </ul>
-------------------------	--

**Auswertung des Versuches 1. Gehaltsbestimmung**

Aus- wertung	<p><b>Prinzip:</b> Die Reaktion verläuft nach folgender Gleichung:</p> $1 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + 1 \text{Cl}^-(\text{aq}) + 1 \text{Na}^+(\text{aq}) + 1 \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 1 \text{Na}^+(\text{aq}) + 1 \text{Cl}^-(\text{aq})$ <p>Der pH- Wert ist zu Beginn sehr niedrig, da die Chlorwasserstoffsäure vollständig dissoziiert ist. Im Laufe der Titration werden die <math>\text{H}_3\text{O}^+</math>-Ionen durch die Hydroxidionen neutralisiert. Wegen der logarithmischen Messweise steigt der pH- Wert nur geringfügig. In der Nähe des Äquivalenzpunktes steigt der pH- Wert bei weiterer Zugabe der Hydroxidionen sprunghaft an. Am Ende der Titration ist die Steigung wieder gering.</p>
Theorie	<p><b>Bestimmung des Volumens im Äquivalenzpunkt</b></p> <p>Die Ermittlung erfolgt nach der „Drei-Geraden-Methode“: Die Messwerte in und um den Äquivalenzpunkt werden in 3 „Zonen“ eingeteilt. 1. „Vorperiode“ (dunkelrot), 2. „Hauptperiode“ (grün) und 3. „Nachperiode“ (blau). Durch die Messpunkte werden vom Computer nacheinander einzelne Ausgleichsgeraden gelegt. Der Mittelwert der x-Werte der beiden Schnittpunkte der drei Geraden ist das Volumen im Äquivalenzpunkt.</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  </div> <p><b>Berechnung des Gehaltes</b> (Bedeutung der Indizes: v = vorgelegt – z = zugegeben bis zum Äquivalenzpunkt) Bei Äquivalenz gilt: <math>n_v(\text{HAC}) = n_z(\text{NaOH}) \Rightarrow c_v(\text{HAC}) \cdot V_v(\text{HAC}) = c_z(\text{NaOH}) \cdot V_z(\text{NaOH})</math></p> $\Rightarrow c_v(\text{HAC}) = \frac{c_z(\text{NaOH}) \cdot V_z(\text{NaOH})}{V_v(\text{HAC})}$
<b>Bestimmung an den Tablets / Computern (Clients)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Icon 'Auswerten'  (3. von links) <b>Drei-Geraden-Methode</b> </li> <li>▶ Folgen Sie den Anweisungen (mit 'Abhaken') <b>1.</b> für die <b>Vorperiode</b>, <b>2.</b> <b>Hauptperiode</b> und <b>3.</b> <b>Nachperiode</b></li> <li>▶ Dann auf <b>Berechnen</b> tippen. Evtl. die Position des Ergebniskästchens ändern.</li> </ul>	

Beachten:		Entsorgung	Aussguss nach Neutralisation
-----------	--	------------	------------------------------

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