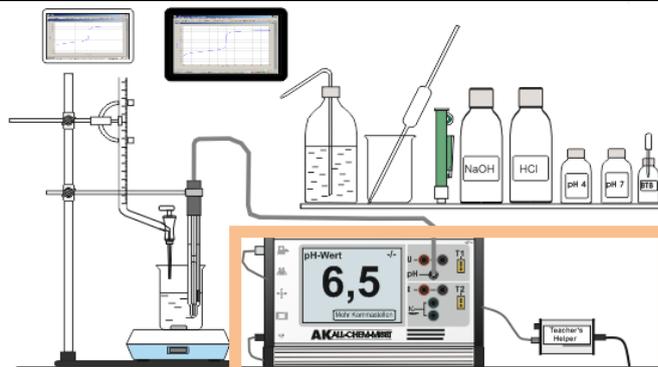




Prinzip Da sich bei der Neutralisation der pH-Wert ändert, kann man die Titration potenziometrisch verfolgen.



Aufbau und Vorbereitung

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**



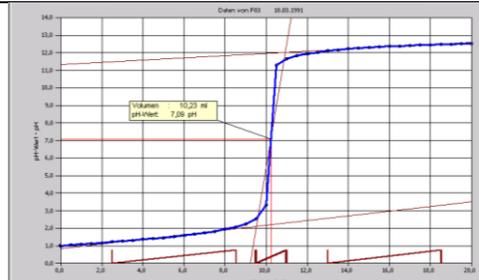
Kali- brieren mit dem Programm	<ul style="list-style-type: none"> ▶ pH-Kalibrieren antippen und bei 2-Punkt-Kalibrierung Kalibrieren ▶ Oben rechts steht der aktuelle pH- Wert. ▶ Elektrode spülen, -> in Salzsäure (c=0,1mol/L) stellen, pH-Wert 1 eingeben, ▶ nach Messwertberuhigung Übernehmen tippen ▶ Elektrode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

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

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

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

Öffnen bei Bedarf	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 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. - AK MiniAnalytik aufrufen. ▶ Icon oben links und Laden "Projekt Laden" F03 User direkt auswählen und → anklicken
-------------------------	--

Auswertung des Versuches 1. Gehaltsbestimmung	
Aus- wertung	<p>Prinzip: 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 H_3O^+-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>Bestimmung des Volumens im Äquivalenzpunkt</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>Berechnung des Gehaltes (Bedeutung der Indizes: v = vorgelegt – z = zugegeben bis zum Äquivalenzpunkt) Bei Äquivalenz gilt: $n_v(\text{HAC}) = n_z(\text{NaOH}) \Rightarrow c_v(\text{HAC}) \cdot V_v(\text{HAC}) = c_z(\text{NaOH}) \cdot V_z(\text{NaOH})$</p> $\Rightarrow c_v(\text{HAC}) = \frac{c_z(\text{NaOH}) \cdot V_z(\text{NaOH})}{V_v(\text{HAC})}$
Bestimmung an den Tablets / Computern (Clients)	
<ul style="list-style-type: none"> ▶ 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. Evtl. die Position des Ergebniskästchens ändern. 	

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

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