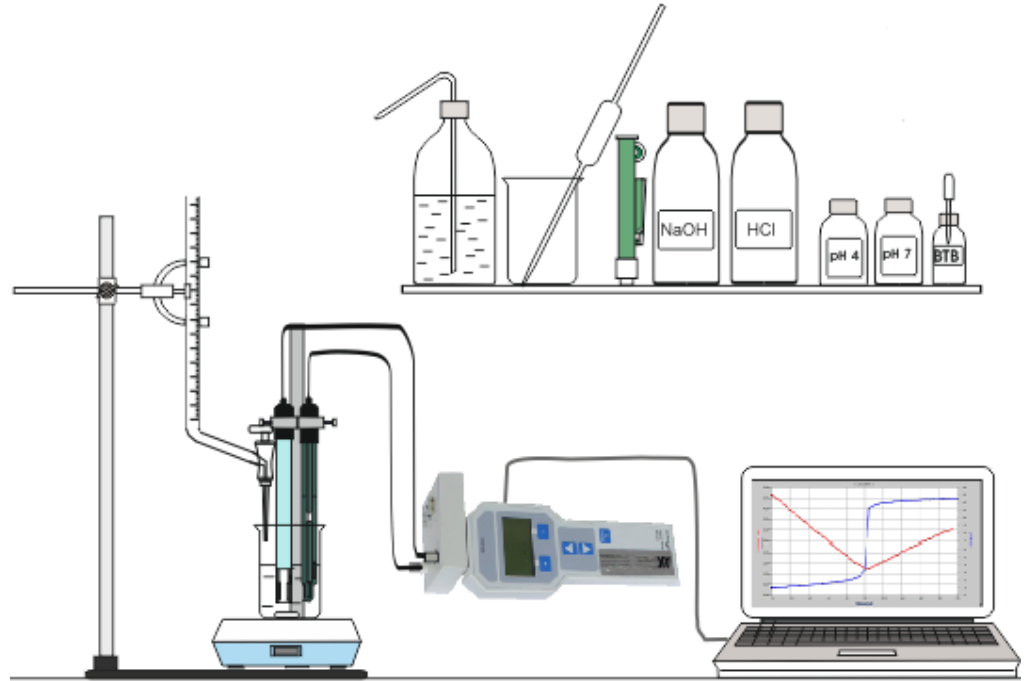


**Prinzip**

Da sich bei der Neutralisation die Leitfähigkeit und der pH-Wert ändern, kann man die Titration sowohl konduktometrisch wie auch potenziometrisch verfolgen.  
Mit dem (Mobile / Pocket) Cassy / AK Analytik kann man Leitfähigkeit und pH-Wert gleichzeitig aufnehmen.

**Aufbau und Vorbereitung**



**Benötigte Geräte**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Mobile Cassy / USB-Kabel     | <input type="checkbox"/> "Spülbecherglas", 250 mL |
| <input type="checkbox"/> Chemie-Box                   | <input type="checkbox"/> Pipette, 10 mL           |
| <input type="checkbox"/> Computer/Laptop <b>Eee06</b> | <input type="checkbox"/> Magnetrührer             |
| <input type="checkbox"/> LF-Elektrode                 | <input type="checkbox"/> Rührfisch                |
| <input type="checkbox"/> pH-Elektrode                 | <input type="checkbox"/> 2 Stative                |
| <input type="checkbox"/> Becherglas, 150 mL           | <input type="checkbox"/> Bürettenklemme           |
| <input type="checkbox"/> Bürette, 25 mL               | <input type="checkbox"/> Doppelelektrodenhalter   |
| <input type="checkbox"/> Muffe                        | <input type="checkbox"/> Pipettierhilfe           |

**Verwendete Chemikalien**

- Natronlauge (c = 0,1 mol/L)
- Salzsäure (c = 0,1 mol/L)
- dest. Wasser
- Pufferlösung, pH 7
- Pufferlösung, pH 4
- evtl. Bromthymolblaulösung

**Vorbereitung des Versuchs**

- ▶ Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen, aufbauen und verbinden.
- ▶ 10 mL Salzsäure (bzw. Analysenlösung) mit der Pipette in das Becherglas geben.
- ▶ Rührfisch dazugeben und Becherglas auf den Magnetrührer stellen.
- ▶ pH-Elektrode in das halb mit Leitungswasser gefüllte „Spülbecherglas“ stellen.
- ▶ Leitfähigkeitselektrode in die Chemiebox-Buchse stecken und am Elektrodenhalter befestigen.
- ▶ Die Bürette mit Natronlauge füllen und auf die Nullmarkierung einstellen.
- ▶ Chemie-Box über Mobile oder Pocket Cassy und USB-Kabel mit dem Computer verbinden.




**Vorbereitung am Computer**

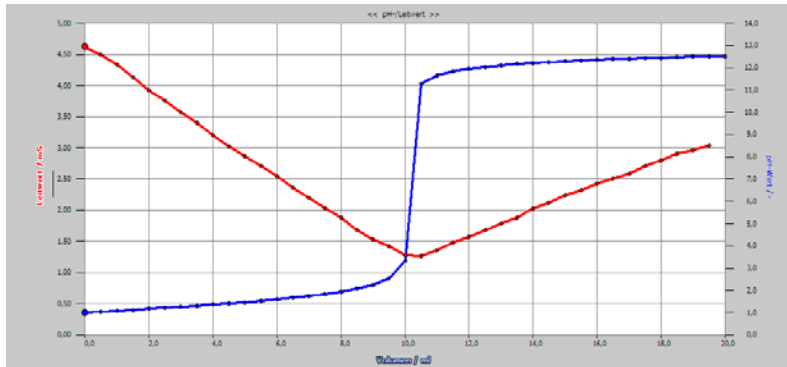
- ▶ Vom Desktop **Cassy 4 Chemists/ AK Analytik 11** starten. Die Fühler werden automatisch erkannt.
- ▶ Häkchen bei **pH**
- ▶ Will man Kalibrieren: **Kalibrieren**

**pH- Kalibrierung:** Anweisungen befolgen/'abhaken' bzw. entsprechende Werte eingeben **Akzeptieren**

- ▶ Häkchen bei **L10**.
- ▶ **Intervall** **0,5 mL** und **Gesamtvolumen (Grafik):** **20 mL**
- ▶ **Titration über Volumen auf Tastendruck** **Direkt Zur Messung** AK Analytik öffnet sich automatisch.

Durchführung

- ▶ pH-Elektrode am Stativ befestigen. Rührfisch darf beim Drehen die Elektroden nicht berühren.
- ▶ So viel dest. Wasser zugeben, dass die Pt-Bleche der LF-Elektrode gut bedeckt sind.
- ▶ 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 **'Leertaste'** oder **Einzelwert**  **speichern**.
- ▶ Zum Beenden **Messung beenden**  drücken.



Speichern

- ▶ Icon oben links **Speichern** 
- ▶ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel)  **N02a-6-2 user** und **Akzeptieren** 

Excel-Export

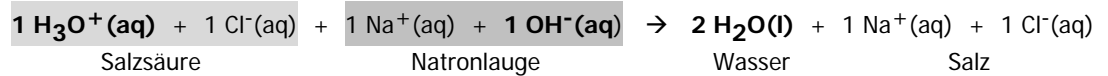
- ▶ (Evtl. Hauptmenü „Favoriten“) Icon mit Text **In Excel öffnen** 
- ▶ Evtl. Bild minimieren , weil das auf dem Rechner vorhandene Excel-Blatt im Hintergrund geöffnet wird

Öffnen bei Bedarf

- ▶ **AK Analytik 11**   **neu** starten;
- ▶ **Auswerten**  "Entsprechendes Projekt"  direkt auswählen oder **Anderes Projekt öffnen**  und dann das gewünschte Projekt anklicken und **Akzeptieren** 

### Neutralisationstitation - Theorie

Die Neutralisationsreaktion verläuft nach folgender Gleichung:

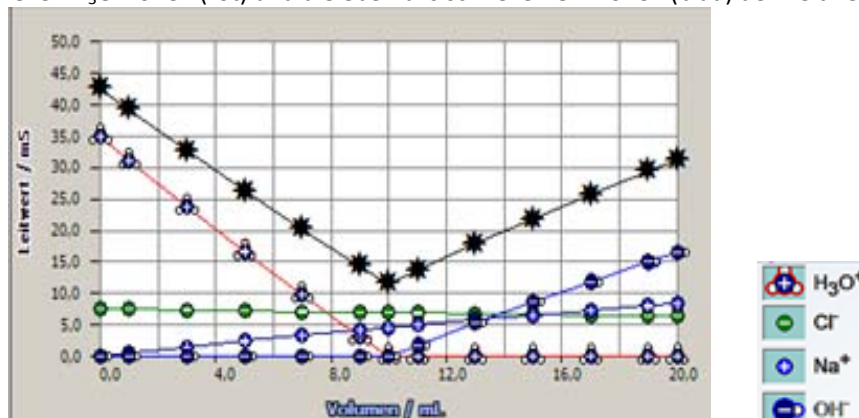


Es reagieren eigentlich nur die schon vorliegenden Oxoniumionen mit den zugetropften Hydroxidionen

#### 1. Betrachtung der elektrischen Leitfähigkeit

Hier ist der Leitwert (elektrische Leitfähigkeit = einzig meßbarer Wert) als Summe der Einzelleitwerte von Oxonium-, Chlorid-, Natrium- und Hydroxidionen gegen das Titratorvolumen aufgetragen. Man erkennt, wie fast nur die sehr schnellen  $\text{H}_3\text{O}^+$ -Ionen (rot) und die ebenfalls schnellen  $\text{OH}^-$ -Ionen (blau) den Leitwert beeinflussen.

Prinzip:

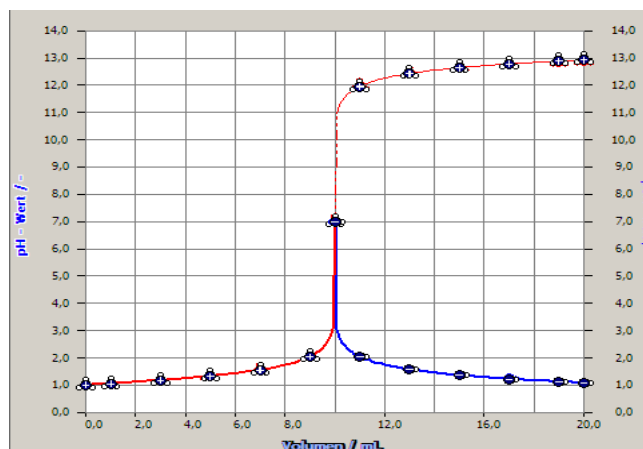


Die **Leitfähigkeit** fällt zunächst, weil die schnellen  $\text{H}_3\text{O}^+$ -Ionen durch langsamere  $\text{Na}^+$ -Ionen „ersetzt“ werden. Nach dem Äquivalenzpunkt steigt die Leitfähigkeit durch die etwas weniger beweglichen  $\text{OH}^-$ -Ionen wieder an. Der Äquivalenzpunkt ergibt sich aus dem Schnittpunkt der beiden Regressionsgeraden der zwei Phasen.

#### 2. Betrachtung des pH-Wertes

Wir benutzen dieselben Konzentrationen wie oben und wählen nur eine andere Darstellung im Graphen:

1. Es werden nur noch die  $\text{H}_3\text{O}^+$ - und die  $\text{OH}^-$ -Ionen betrachtet.
2. Auf der y Achse wird statt Leitwert der negative dekadische Logarithmus der Oxonium-/Hydroxid-Ionenkonzentrationen  $\text{pH} = -\log(c(\text{H}_3\text{O}^+))$  gegen das Titratorvolumen aufgetragen.
3. Im oberen Graphen ist im Äquivalenzpunkt die Konzentration der Oxoniumionen durch die Titration (fast)  $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 0 \text{ mol/L}$ . Aber man kann noch einen pH-Wert messen: er beträgt: 7
3. Ab dem Äquivalenzpunkt erhöht sich die Hydroxidionenkonzentration  $c(\text{OH}^-)$ . Daraus wird der pH-Wert berechnet:  $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$ .



Zu Beginn ist der **pH-Wert** ist sehr niedrig, da die Chlorwasserstoffsäure vollständig dissoziiert ist. Im Laufe der Titration werden die Oxoniumionen durch die Hydroxidionen neutralisiert. In der Nähe des Äquivalenzpunktes aber steigt der pH-Wert bei weiterer Zugabe der Hydroxidionen sprunghaft an. Am Ende der Titration ist die Steigung wieder gering. Daher bietet sich hier die „3 Geradenmethode“ als Auswertemethode an.



Auswertung

**Auswertung genau wie bei N02a 1-2 acm.dox**

Quick-

Geräte und Chemikalien müssen schon aufgebaut, anschließen und eingeschaltet sein!

Einmal gespeicherte Einstellungen können für eine sofortige neue Messung benutzt werden.

Start

- ▶ **AK Analytik 11** neu starten;
- ▶ **Auswerten** und **Anders Projekt öffnen** und dann **N02a-5-2-QS.aka**
- ▶ Bei Hauptmenüpunkt **Messung**, bei "Einstellungen" **Weiter** **Alte Ergebnisse verwerfen**
- ▶ Weiter, wie bei **Durchführung** beschrieben.

<b>Zeitbedarf Minuten</b>	Aufbau (Exp):	Vorber. Rechn.	Durch- führ.	Auswer- tung	Ab- bau	Intuitive Be- dienung (+1-6)
-------------------------------	------------------	-------------------	-----------------	-----------------	------------	---------------------------------

Beachten:



**Entsorgung**

Ausguss evtl. nach Neutralisation

Literatur

F. Kappenberg; Computer im Chemieunterricht 1988 , S. 142, Verlag Dr. Flad, Stuttgart