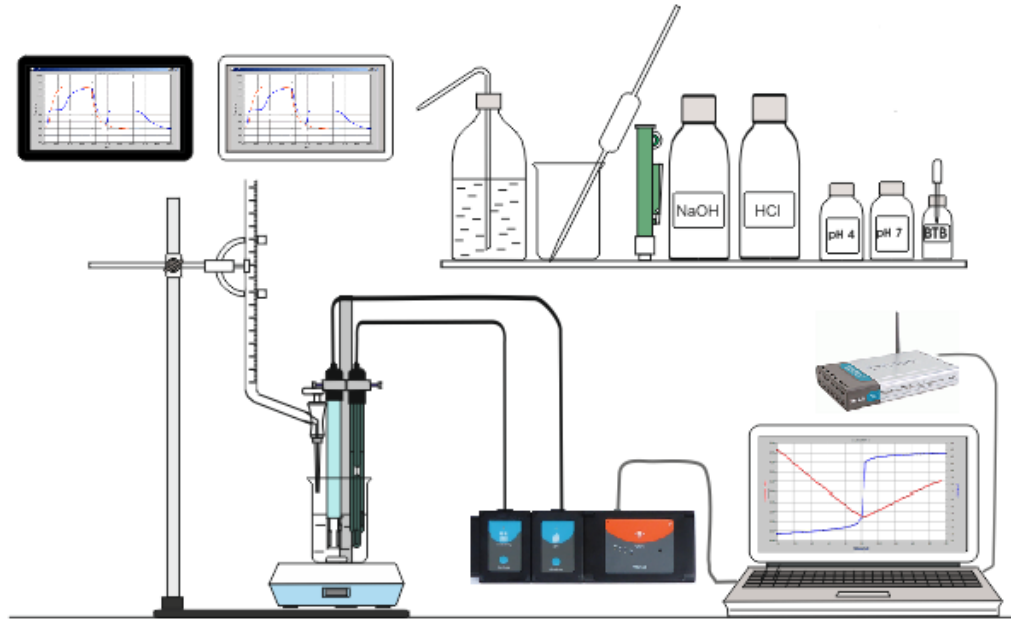


Prinzip

Da sich bei der Neutralisation die Leitfähigkeit und der pH-Wert ändern, kann man die Titration sowohl konduktometrisch wie auch potenziometrisch verfolgen.
Mit dem Neulog-Modul-System hat man die Möglichkeit, Leitfähigkeit und pH-Wert gleichzeitig aufzunehmen. Über das Wifi-Modul und eine bestehenden WLAN-Netz können die Schüler die Messung auf Ihrem eigenen Tablet verfolgen und auswerten.

Versuch als 2-Kanal Messung nicht durchführbar: Die Module besitzen keine Potentialtrennung

**Aufbau
und
Vorbe-
reitung**



Benötigte Geräte

- ▶ NeuLog Wifi-Modul
- ▶ NeuLog pH Modul m.E.
- ▶ NeuLog Conductivity Modul m.E.
- ▶ USB-Kabel (mini)
- ▶ WLAN-Router/Netzteil
- ▶ Computer/Laptop **Eee02/Eee07**
- ▶ Becherglas, 150 mL
- ▶ Bürette, 25 mL
- ▶ Muffe

- ▶ "Spülbecherglas", 250 mL
- ▶ Pipette, 10 mL
- ▶ Magnetrührer
- ▶ Rührfisch
- ▶ 2 Stative
- ▶ Bürettenklemme
- ▶ Doppelelektrodenhalter
- ▶ 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.
- ▶ pH-Elektrode in die entsprechende pH-Buchse stecken.
- ▶ Leitfähigkeitselektrode in die entsprechende κ(LF)-Buchse stecken und am Elektrodenhalter befestigen.
- ▶ Die Bürette mit Natronlauge füllen und auf die Nullmarkierung einstellen.
- ▶ USB Modul mit dem Computer verbinden
- ▶ Conductivity- Modul und pH-Modul auf Wifi Modul stecken

Vorbereitung am Wifi-Modul und einem Laptop/Tablet

- ▶ WiFi-Modul über das USB Kabel mit Netzteil oder dem Eee02 (=Strom) verbinden (Die 4 LEDs blinken eine Weile. Lange warten bis blaue LED kontinuierlich leuchtet).
- ▶ Sollte die grüne Leuchtdiode leuchten, den Taster auf der Vorderseite des Moduls gedrückt halten und das



USB-Kabel abziehen und wieder aufstecken.

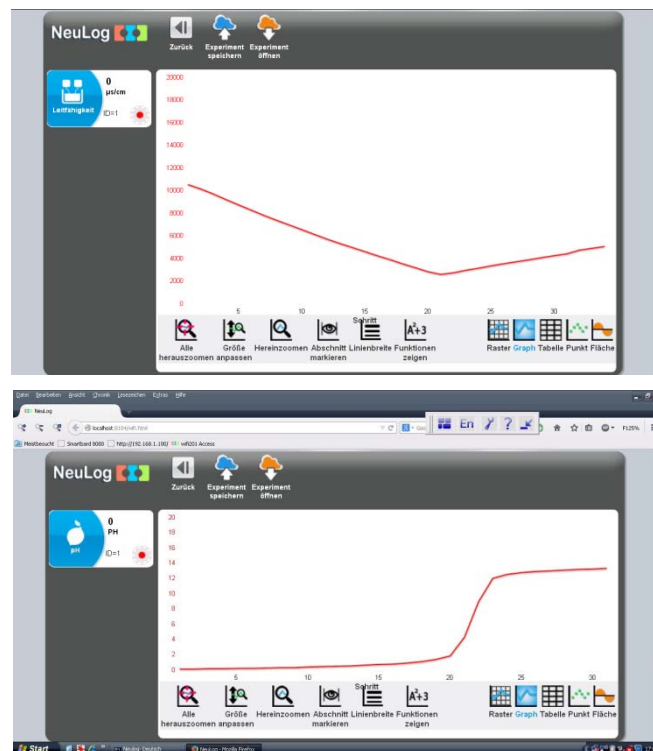
- ▶ Am Laptop / Tablet unter **Netzwerk** eine WLAN Verbindung herstellen **NEULOG 664** anwählen (die Nummer entspricht der Kennnummer auf der Rückseite des WiFi Moduls ohne "0").
- ▶ Falls kein WLAN AccessPoint zu sehen ist, Vorgänge bis hier wiederholen.
- ▶ Warten bis die Verbindung hergestellt ist.
- ▶ Browser z.B. **Firefox** aufrufen und in die Adresszeile (URL-Zeile) **wifi201.com** eingeben.
- ▶ Warten, Neulog ruft sich mehrfach selbst auf. **Control Mode**. Warten bis die aktuellen Sensoren erscheinen.
- ▶ **Client Mode** und **Netzwerkname** **Passwort** eingeben (Netzwerke ohne Passwort funktionieren nicht.)
- ▶ **In Client Modus schalten** und lange **warten, bis grüne LED am WiFi-Modul kontinuierlich leuchtet.**
- ▶ **Zur NeuLock Seite** **neue Adresse** erscheint in der URL-Zeile. Lange warten!!! **Kontroll Modus**. Warten, bis beide Sensoren erkannt sind (ein brauner Balken wächst; sobald die Sensoren erkannt sind, kann man mit dem Knopf hinter dem Balken die Suche abbrechen).
- ▶ Links das obere Sensorsymbol **pH** anklicken und unter "y-Achse anzeigen" auf "Achse endet" **14** und "Achse beginnt" **0** ohne Beachtung des Textes einfach eintippen.
- ▶ Links das untere Sensorsymbol **Conductivity** anklicken und unter "y-Achse anzeigen" auf "Achse endet" **1** und "Achse beginnt" **0** genauso eintippen. Danach: **Zurück**
- ▶ Oben Menüzeile **On-Line Experiment** **Einstellungen** **setup-Dauer** **10** auswählen.

Vorbereitung an den anderen Betrachtern (Clients)

- ▶ Am Laptop / Tablet k **Netzwerk** mit dem bestehenden Netzwerk eine WLAN Verbindung herstellen **Home Netzwerk** anwählen und warten bis die Verbindung hergestellt ist.
- ▶ Browser z.B. **Firefox** aufrufen und in die Adresszeile (URL-Zeile) **wifi201.com** eingeben.
- ▶ Wifi201 ID **664** **Connect**
- ▶ **Es erscheint das Neulog-Fenster mit dem Experiment**

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** **Einzelner Schritt** , warten bis der erste Punkt im Koordinatensystem erscheint (evtl. unten rechts **Raster** anklicken).
- ▶ Die Titratorflüssigkeit kontinuierlich (mit recht kleiner Geschwindigkeit!) aus der Bürette auslaufen lassen und nach **jeweils 0,5 mL** einen **Messwert** **Einzelner Schritt** , **speichern**.
- ▶ Zum Beenden **Messung beenden** drücken.
- ▶



Speichern

- ▶ **Experiment speichern** , Projektname (hier: Beispiel) **N02a-2-2-user** und **Experiment speichern**
 - ▶ Es öffnet sich ein Fenster „Öffnen von Dateiname exp“. **Datei speichern** und **OK**
- Darauf achten, dass kein Popup-Blocker das Speichern verhindert.**

Excel-Export

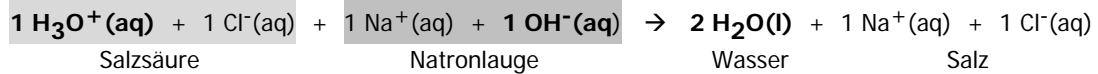
- ▶ **Experiment speichern** , Projektname eingeben (hier: Beispiel) **N02a-2-2-user** und **Als CSV speichern** . Es öffnet sich ein Fenster „Mein_erstes_Projekt.csv“
- Direkt in Excel Öffnen:** **„Öffnen mit 'Microsoft Office Excel (Standard)'** **OK**
- oder
- Als Datei Speichern:** **„Datei speichern“** **OK**

Öffnen bei Bedarf

- ▶ . Zum Aufrufen der Datei: Icon **NEULOG Deutsch** aufrufen - Warten bis Sensoren erkannt sind.
- ▶ Menüzeile **On-Line Experiment** dann **Experiment öffnen** und in Fenster "Datei hochladen" Suchen in " Verzeichnis ...Downloads" die gewünschte Datei mit öffnen.

Neutralisationstiteration - Theorie

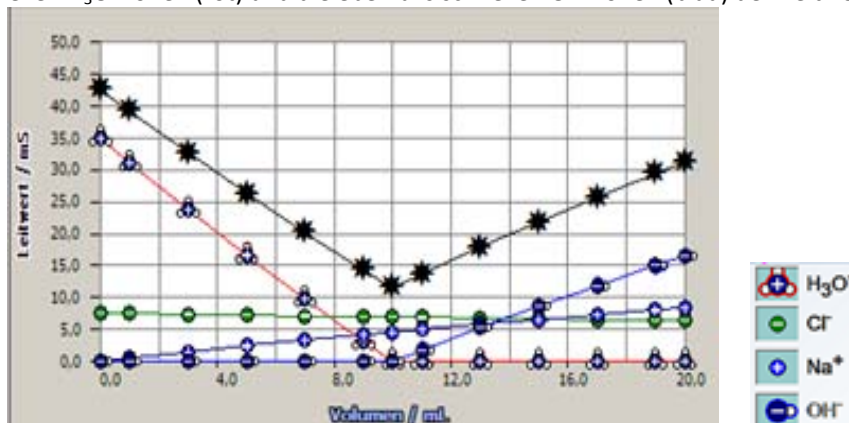
Die Neutralisationsreaktion verläuft nach folgender Gleichung:



Es reagieren eigentlich nur die schon vorliegenden Oxoniumionen mit den zutropften 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 H_3O^+ -Ionen (rot) und die ebenfalls schnellen OH^- -Ionen (blau) den Leitwert beeinflussen.



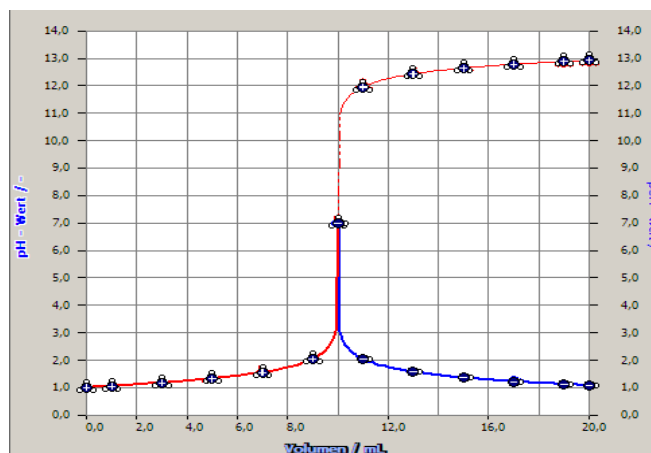
Prinzip:

Die **Leitfähigkeit** fällt zunächst, weil die schnellen H_3O^+ -Ionen durch langsamere Na^+ -Ionen „ersetzt“ werden. Nach dem Äquivalenzpunkt steigt die Leitfähigkeit durch die etwas weniger beweglichen 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 H_3O^+ - und die 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	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Am Laptop / Tablet k Netzwerk mit dem bestehenden Netzwerk eine WLAN Verbindung herstellen Home Netzwerk anwählen und warten bis die Verbindung aufgebaut ist. ▶ Browser z.B. FireFox aufrufen und in die Adresszeile (URL-Zeile) wifi201.com eingeben. ▶ Wifi201 ID 664 Connect Nach langem Warten erscheint das Neulog-Fenster. ▶ ▶ Menüzeile Experiment öffnen und die Datei auswählen <li style="text-align: center;">Bereich markieren und Ausgleichgerade mit Gleichung
-------------------	---

Auswertung am Client	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Am Laptop / Tablet k Netzwerk mit dem bestehenden Netzwerk eine WLAN Verbindung herstellen Home Netzwerk anwählen und warten bis die Verbindung aufgebaut ist. ▶ Browser z.B. FireFox aufrufen und in die Adresszeile (URL-Zeile) wifi201.com eingeben. ▶ Wifi201 ID 664 Connect Nach langem Warten erscheint das Neulog-Fenster. ▶ ▶ Menüzeile Experiment öffnen und die Datei auswählen <li style="text-align: center;">Bereich markieren und Ausgleichgerade mit Gleichung
-----------------------------	---

Quick-Start	Geräte und Chemikalien müssen schon aufgebaut, anschlossen und eingeschaltet sein!
	Nicht vorgesehen

Besonderheit	<p>Die Auswertung der Daten sollte daher direkt erfolgen.</p> <p>Allerdings sind die letzten 5 Messreihen auf dem Modul gespeichert und lassen sich abrufen.</p> <p>Nach der Modulerkennung: in der Menüzeile Off-Line Experiment</p> <p>dann nicht "Experiment öffnen", sondern Experiment laden</p> <p>und auswählen, ob Neuestes, 2, 3, 4, oder Ältestes.</p>
---------------------	--

Zeitbedarf Minuten	Aufbau (Exp):	Vorber. Rechn.	Durchführ.	Auswertung	Abbau	Intuitive Bedienung (+1-6)
---------------------------	---------------	----------------	------------	------------	-------	----------------------------

Beachten:		Entsorgung	Ausguss evtl. nach Neutralisation
------------------	--	-------------------	-----------------------------------

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