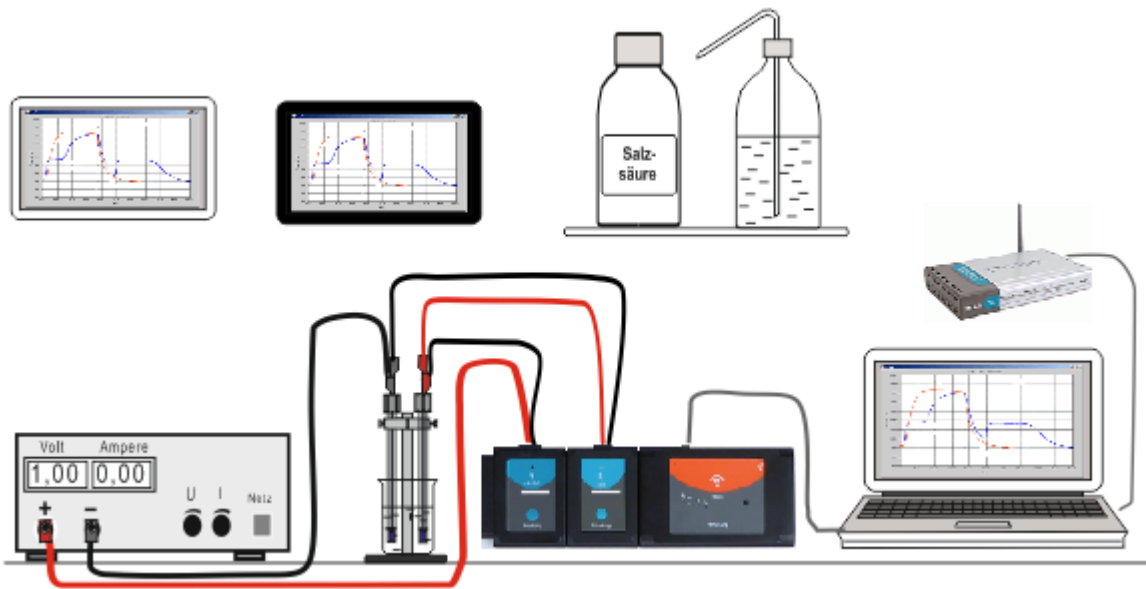




Prinzip

Salzsäure wird zwischen zwei Platinelektroden elektrolysiert. Dabei wird mit $U = 0 \text{ V}$ beginnend die Elektrolysiserspannung ständig erhöht und die zugehörige Stromstärke gemessen. Die Zersetzungsspannung wird 'grafisch' ermittelt.

**Aufbau
und**



Vorbereitung

Benötigte Geräte

- | | |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> NeuLog Wifi Modul | <input type="checkbox"/> 1 Experimentierkabel, schwarz |
| <input type="checkbox"/> NeuLog Current Modul | <input type="checkbox"/> Becherglas, 50 mL |
| <input type="checkbox"/> NeuLog Voltage Modul | <input type="checkbox"/> Stativ |
| <input type="checkbox"/> USB-Kabel (mini) | <input type="checkbox"/> Muffe |
| <input type="checkbox"/> WLAN-Router / Netzteil | <input type="checkbox"/> Doppelelektrodenhalter |
| <input type="checkbox"/> Computer/Laptop Eee02/Eee07 | <input type="checkbox"/> 2 Pt-Elektroden |
| <input type="checkbox"/> Netzgerät, 0-5 V = | |

Verwendete Chemikalien

- Salzsäure ($c = 1 \text{ mol/L}$)
- dest. Wasser

Vorbereitung des Versuchs

- ▶ Die Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen und aufbauen.
- ▶ Current Modul und Voltage Modul auf Wifi-Modul stecken.
- ▶ ca. 40 mL Salzsäure ($c = 1 \text{ mol/L}$) in das Becherglas füllen.
- ▶ Die Pt- Elektroden am Stativ befestigen.
- ▶ Den Regler für die Spannung gegen den Uhrzeigersinn auf 0 V stellen.
- ▶ Den Regler für die Stromstärke etwa auf den halben Regelbereich stellen.

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 lang. 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** auswählen. (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. **Kontroll Modus**. Warten bis links die aktuellen Sensoren erscheinen.)



- ▶ **Client Modus** 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 Sensorsymbol **Stromstärke** anklicken und unter "y-Achse anzeigen" **Links** auf "Achse endet" **1** und "Achse beginnt" **0** ohne Beachtung des Textes einfach eintippen.
- ▶ Links das Sensorsymbol **Spannung** anklicken und unter **y-Achse anzeigen** auf "Achse endet" **3** und "Achse beginnt" **0** genauso eintippen. Danach: **Zurück**
- ▶ Oben in der Menüzeile **On-Line Experiment** **Einstellungen**
- ▶ **X-Achse** **Spannung** auswählen.

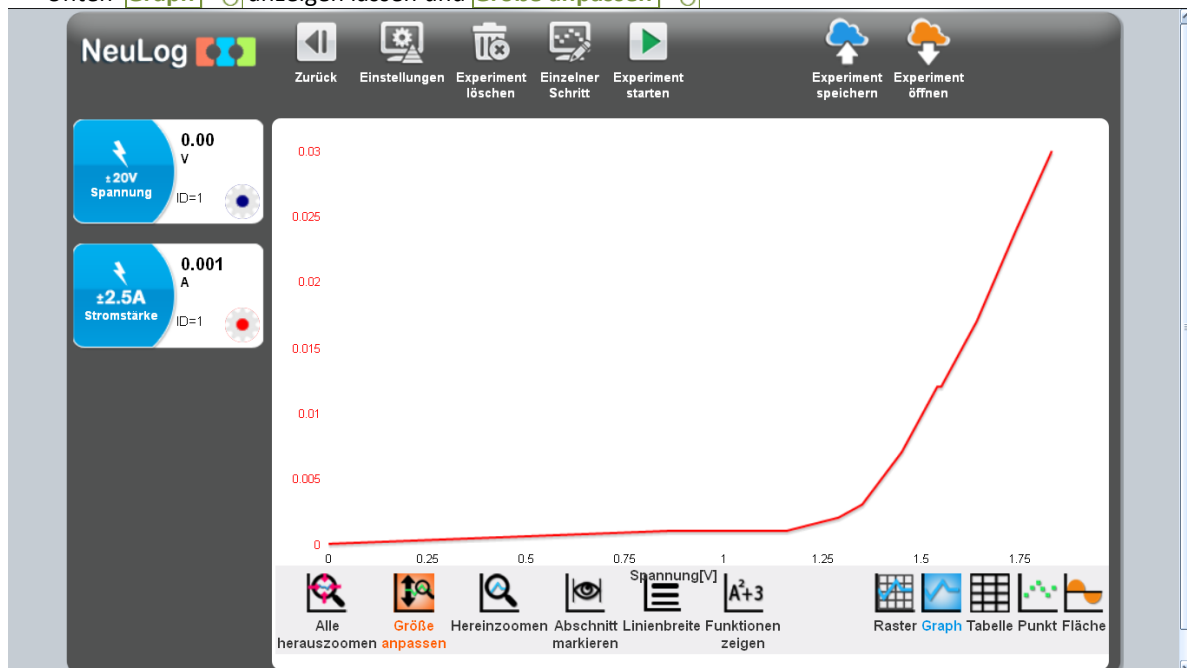
Vorbereitung an den anderen Betrachtern (Clients)

- ▶ 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 vom
Kontroller

- ▶ Zur **Messwertaufnahme bei 0,0 V** **Einzelner Schritt**, warten bis der erste Punkt im Koordinatensystem erscheint (evtl. unten rechts **Raster** anklicken).
- ▶ Danach die Spannung um jeweils $U = 0,1 \text{ V}$ (muss nicht exakt $0,1 \text{ V}$ sein) erhöhen und den Messwert jeweils mit **Einzelner Schritt** aufnehmen.
- ▶ Unten **Graph** anzeigen lassen und **Größe anpassen**





**Zur Zeit ist ein Auswerten von auf der Festplatte gespeicherten Daten nur begrenzt möglich!!
Speichern lohnt sich nur, wenn man sich die Daten nur ansehen will**






Die Auswertung der Daten sollte daher direkt erfolgen.

Allerdings sind die letzten 5 Messreihen auf den Modul gespeichert und lassen sich abrufen:

Nach der Modulerkennung: in der Menüzeile **Off-Line Experiment**

dann “. **Experiment laden**  und auswählen , ob **Neuestes**, **2**, **3**, **4**, oder **Ältestes**.

Speichern

- ▶ **Experiment speichern** , Projektname eingeben (hier: Beispiel)  **N01A-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.

Öffnen

- ▶ . Zum Aufrufen der Datei: Icon **NEULOG Deutsch**  aufrufen, mit Spannungs- und Stromsensor, Menüzeile **On-Line Experiment**  dann **Experiment öffnen**  und unter **Downloads**  die Datei suchen   und **Größe anpassen** 

Auswertung

Auswerten: Ist nicht so einfach, wie es hier steht






- ▶ Unten **Icon: Abschnitt markieren** , **im Graphen**  **links gedrückt** den Bereich der ansteigenden Kurve markieren.
- ▶ Unten **Icon: Funktionen zeigen**  links **Spannung oder Stromstärke**  **Lineare Anpassung** 

Es erscheint rechts oben ein Kasten mit der Geradengleichung und den Koeffizient:

- ▶ **"Zu Fuß-Ausrechnen"**: $E_z = -$ Offset / Faktor

Auswertung am Betrachter

Auswerten: Ist nicht so einfach, wie es hier steht

- ▶ Unten **Icon: Abschnitt markieren** , **im Graphen**  **links gedrückt** den Bereich der ansteigenden Kurve markieren.
- ▶ Unten **Icon: Funktionen zeigen**  links **Spannung oder Stromstärke**  **Lineare Anpassung** 

Es erscheint rechts oben ein Kasten mit der Geradengleichung und den Koeffizient:

- ▶ **"Zu Fuß-Ausrechnen"**: $E_z = -$ Offset / Faktor






Zusatz-info

Die theoretische Zersetzungsspannung von Wasser ist $E^0 = 1,23$ V und die von Cl^-/Cl_2 ist $E^0 = 1,40$ V. Aus der Grafik wird ersichtlich, dass die Abscheidung von Wasserstoff und Sauerstoff bei dieser Spannung in den entsprechenden Experimenten behindert wird. Man bezeichnet die Differenz aus der experimentell ermittelten und der theoretischen Zersetzungsspannung als Überspannung. Sie ist abhängig vom Elektrodenmaterial, von der Oberfläche der Elektroden, von der Art und der Konzentration des Elektrolyten, von der Temperatur und der Stromdichte (Stromstärke pro Elektrodenfläche).

Warten, bis die Meldung kommt, dass die Messung beendet ist, bis man schwarz wird.

Auswertung am Client

Auswerten:

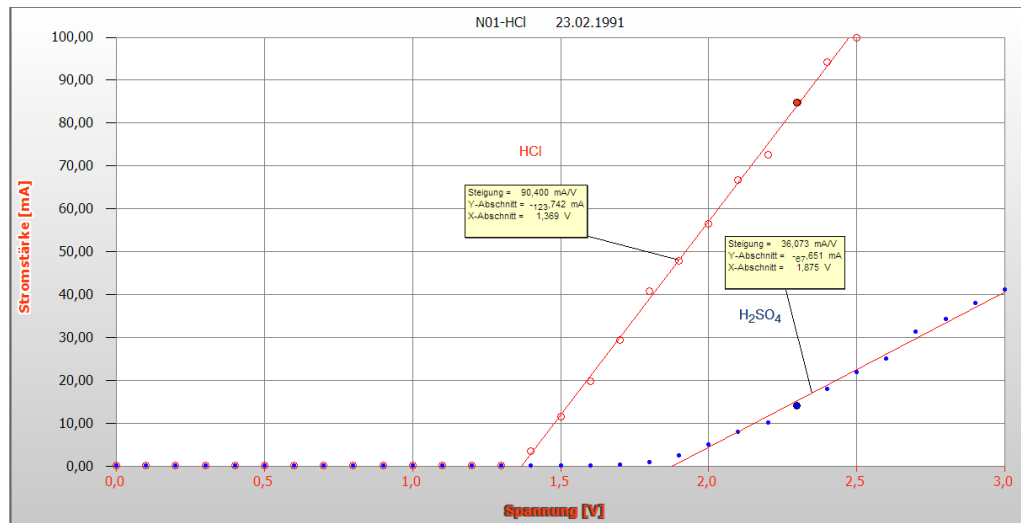
- ▶ Unten **Icon: Abschnitt markieren** , **im Graphen**  **links gedrückt** den Bereich der ansteigenden Kurve markieren.
- ▶ Unten **Icon: Funktionen zeigen**  links **Spannung oder Stromstärke**  **Lineare Anpassung** 

Es erscheint rechts oben ein Kasten mit der Geradengleichung und den Koeffizient:

- ▶ **"Zu Fuß-Ausrechnen"**: $E_z = -$ Offset / Faktor



Theorie



Die Normalpotentiale bei pH= 0 betragen: $E^0(\text{H}_2/\text{H}^+) = 0,0\text{V}$, $E^0(\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2) = 1,23\text{ V}$ bzw. $E^0(\text{Cl}^-/\text{Cl}_2) = 1,36\text{ V}$.
Nach theoretischen Überlegungen müssten sich Wasserstoff und Sauerstoff bei 1,23 V abscheiden, doch die Abscheidungsspannung ist etwa 1,37 V (Grafik) und es riecht nach Chlor. Wie man bei der Elektrolyse von Schwefelsäure erkennen kann, entstehen Wasserstoff und Sauerstoff erst ab 1,9 V.

Die Differenz aus der experimentell ermittelten und der theoretischen Zersetzungsspannung ist die Überspannung. Sie rührt daher, dass die an den Elektroden entstehenden Gase ein Hindernis für die zur Elektroden wandernden Ionen darstellen. Dies Hindernis muss mit höherer Spannung überwunden werden. Sie ist abhängig vom Material und Oberfläche der Elektroden, von der Art und der Konzentration des Elektrolyten, von der Temperatur und der Stromdichte (Stromstärke pro Elektrodenfläche). Typische Überspannungen an blankem Platin (ohne Berücksichtigung der Stromdichte):

$$E^0(\text{H}_2) = -0,16\text{V}, E^0(\text{O}_2) = 0,95\text{ V bzw. } E^0(\text{Cl}_2) = 0,1\text{ V.}$$

Zersetzungsspannung: $E^Z(\text{O}_2/\text{H}_2) = (1,23\text{ V} + 0,95\text{ V}) - (0,0\text{ V} + -0,16\text{ V}) = 2,18\text{ V}$
für die Chlorabscheidung: $E^Z(\text{Cl}_2/\text{H}_2) = (1,36\text{ V} + 0,10\text{ V}) - (0,0\text{ V} + -0,16\text{ V}) = 1,62\text{ V}$

Quick-Start

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

Nicht vorgesehen

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

Beachten:



Entsorgung

Ausguss evtl. nach Neutralisation

Literatur

R. Nagel, Praktikumsversuche zur Chemie für die gymnasiale Oberstufe, S.: 4ff, Phywe AG, Göttingen, 1978