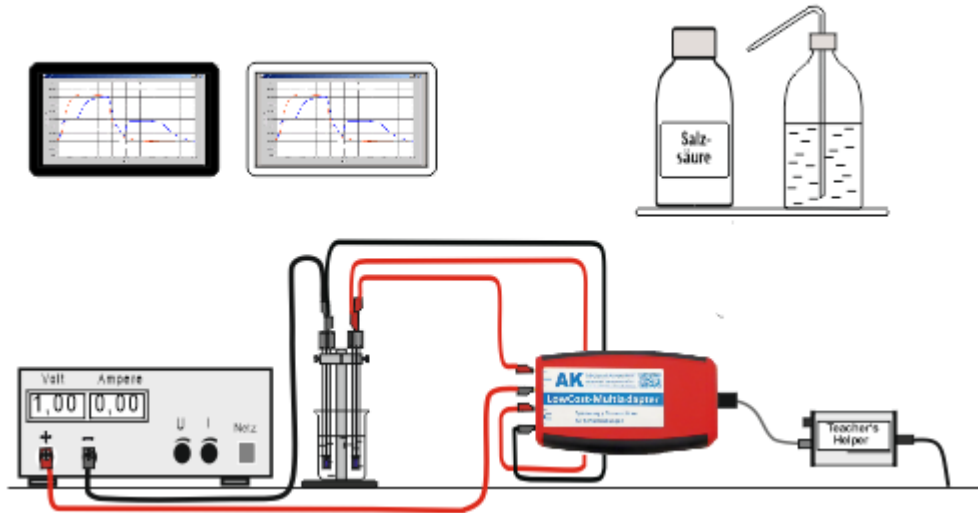


Prinzip

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  
Vorbe-  
reitung



Benötigte Geräte

- AK LowCost MultiAdapter U/I
- Teacher's Helper / Netzteil/ USB Kabel
- Tablet /Laptop/Smartphone
- 3 Experimentierkabel, rot
- 2 Experimentierkabel, schwarz

- Netzgerät, mind. 0-5 V =
- Becherglas, 50 mL
- Stativ
- Muffe
- Doppelelektrodenhalter
- 2 Pt-Elektroden

Verwendete Chemikalien

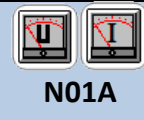
- Salzsäure ( $c = 1\text{ mol/L}$ )
- dest. Wasser










Vorbereitung des Versuchs

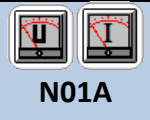
- ▶ Die Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen und aufbauen.
- ▶ ca. 40 mL Salzsäure ( $c = 1\text{ mol/L}$ ) in das Becherglas füllen.
- ▶ Die Pt-Elektroden am Stativ befestigen.
- ▶ Den Regler für die Spannung gegen den Uhrzeigersinn auf 0 V stellen.
- ▶ Den Regler für die Stromstärke etwa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

Vorbereitung an den Tablets / Laptops (Clients)

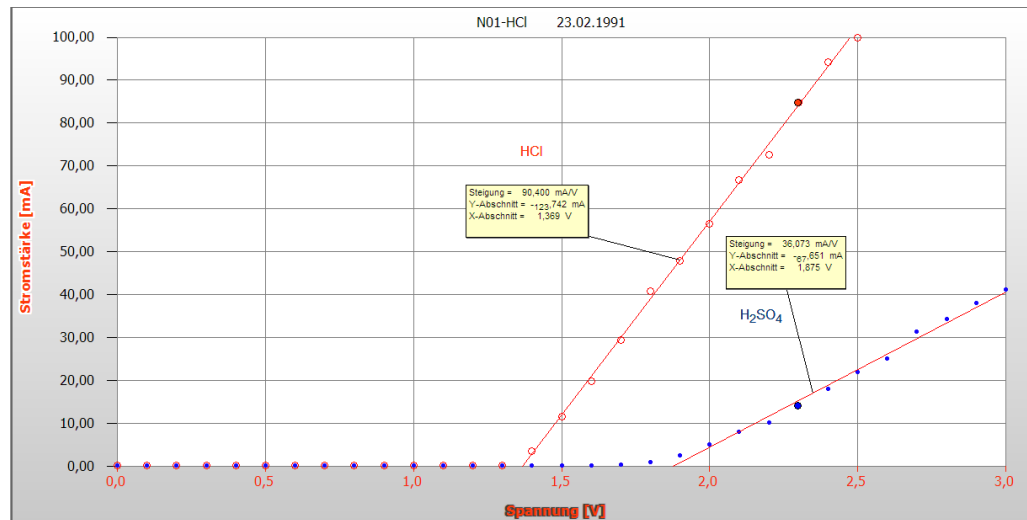
- ▶ Am Laptop / Tablet / Smartphone Einstellungen mit **WLAN** eine Verbindung herstellen: **ak.net** anwählen und warten bis die Verbindung eingebucht ist.
- ▶ Browser z.B. **Firefox/Safari** aufrufen, in die Adresszeile (URL-Zeile) - nicht in der (Google-Suchzeile!!) **http://labor.ak** eingeben.-Es erscheinen 4 Bildschirme ...
- ▶ **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** auswählen
  - ▶ **Messgrößen-Auswahl:**  **Spannung(U)**  **Strom(I)** **OK**
  - ▶ **Konfiguration x/y-Achsen:** **I auf Y-Achse- U auf X-Achse** **OK**
  - ▶ **Konfiguration-Methode** **y-Achse: I Min** **0** **mA** **und Max** **100** **mA**
  - ▶ **Nachkomma** **2** **und Linien**  **ja**
  - ▶ **x-Achse: U Min** **0** **V** **und Max** **3** **V**
  - ▶ **Nachkomma** **1**
  - ▶  **Tastendruck** wählen **OK**
- ▶ Der Messbildschirm wird aufgebaut und Werte angezeigt.



<p><b>Durchführung</b></p>	<p> Bei kleinen Bildschirmen zur richtigen Darstellung wechseln von Hoch- in Querformat oder das 'ICON'  (Seitenleiste Ein- /Ausblenden) benutzen.</p> <p><b>Achtung:</b> Man darf besonders in der Startphase die Spannung nicht zurückdrehen, da sich sonst ein galvanisches Element aufbaut!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Zur Messwertaufnahme bei 0,0 V <b>Messwert Aufzeichnen</b> tippen.</li> <li>▶ Danach die Spannung um jeweils <math>U = 0,1</math> (muss nicht exakt 0,1 V sein) erhöhen und den Messwert mit <b>Messwert Aufzeichnen</b> speichern.</li> <li>▶ Am Schluss mit Klick <b>Messung beenden</b>.</li> </ul>
<p><b>Speichern</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Icon oben links  und <b>Speichern unter</b> wählen.             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Unter ‚Projekt Speichern‘ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel)  <b>N01a-1-4 user</b> und <b>OK</b></li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Excel-Export</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Icon oben links  und <b>Datenreihen exportieren</b> wählen.</li> <li>▶ Unter ‚Datenreihen Speichern‘ Eine Datenreihe auswählen und <b>Speichern</b></li> <li>▶ Je nach Gerät mit „Speichern unter“ noch Pfad aussuchen und bestätigen!</li> </ul>
<p><b>Öffnen bei Bedarf (zu Hause)</b></p>	<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.</li> <li>▶ Evtl. Minianalytik wählen. Besteht keine Verbindung zum Teacher's Helper, geschieht dies automatisch.</li> <li>▶ Icon oben links  und <b>Laden</b> "Projekt Laden" <b>N01a-1-4 user</b> direkt auswählen und →anklicken</li> </ul>
<p><b>Auswertung</b></p>	<p>Wie wir wissen, gilt für die Elektrolyse in weiten Bereichen das ohmsche Gesetz: Spannung und Stromstärke sind zueinander direkt proportional. Nur zu Beginn der Elektrolyse verwischen die abgeschiedenen Gase mit ihrer Polarisationsspannung die Proportionalität. Die zuständige Spannung (Zersetzungsspannung) wird durch Extrapolation des proportionalen Teils für <math>y = 0,0</math> mA ermittelt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Icon Auswerten  <b>Ein-Geraden-Methode</b> </li> <li>▶ Folgen Sie den Anweisungen: Mit Maus oder Finger links auf den ersten Punkt der Datenreihe, durch die die Ausgleichsgerade gelegt werden soll, tippen, <b>gedrückt halten</b> und ziehen bis zum rechten Punkt und loslassen</li> <li>▶ <b>Berechnen</b> anklicken. Der <b>x-Abschnitt</b> (experimentell ermittelte Zersetzungsspannung), der <b>y-Abschnitt</b> und die Steigung werden angegeben.</li> </ul>



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 zu den Elektroden wandernden Ionen darstellen. Dieses 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):

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

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

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

Beachten:



Entsorgung

Ausguss evtl. nach Neutralisation

Literatur

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