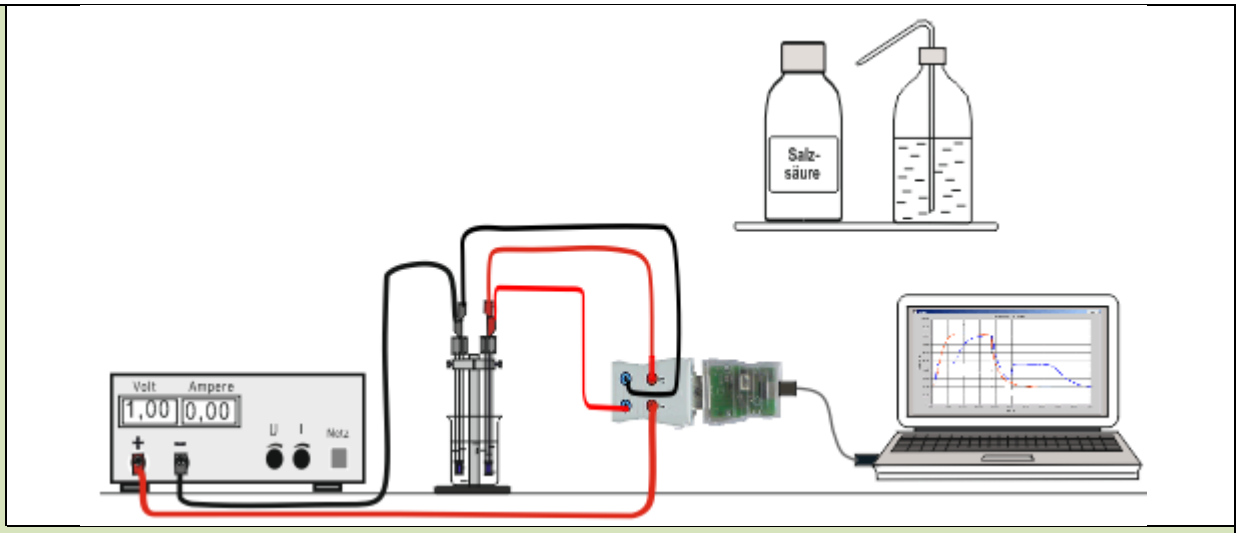
AK Kappenberg	Aufnahme einer Strom-Spannungskurve bei der Elektrolyse von Salzsäure		N 01A 6.3 LD CASSY Lab 2

Prinzip	Salzsäure wird zwischen zwei Platinelektroden elektrolysiert. Dabei wird mit U = 0 V beginnend die Elektrolysierspannung ständig erhöht und die zugehörige Stromstärke gemessen. Die Zersetzungsspannung wird ´grafisch´ ermittelt.

Aufbau und Vorbereitung



Benötigte Geräte

- ☐ UIP-Sensor S
- ☐ Pocket CASSY USB
- ☐ USB-Kabel
- ☐ Computer/Laptop **Eee06**
- ☐ 3 Experimentierkabel, rot
- ☐ 2 Experimentierkabel, schwarz
- ☐ Netzgerät, 0-5 V =
- ☐ Becherglas, 50 mL
- ☐ Stativ
- ☐ Muffe
- ☐ Doppelelektrodenhalter
- ☐ 2 Pt-Elektroden

Verwendete Chemikalien

- ☐ Salzsäure (c = 1 mol/L)
- ☐ dest. Wasser

Vorbereitung des Versuchs

- Die Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen und aufbauen.
- ca. 30 mL Salzsäure (c = 1 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.
- UIP-Sensor S auf Pocket CASSY aufstecken und per USB-Kabel mit Rechner Eee06 verbinden

Vorbereitung am Computer

- Mit Desktop-Icon **CASSY Lab 2** starten, es erscheint ein Fenster „CASSYs“, in dem das Pocket CASSY und UIP-Modul zu sehen sind.
- Vom UIP-Modul **linke Anschlüsse** ; es erscheint die Spannung U1 und rechts ein Fenster „Einstellungen“; Messbereich der Spannung U1 **-3...3V** ,
- Vom UIP-Modul **rechte Anschlüsse** und es erscheint die Stromstärke I1. Im Fenster „Einstellungen“ den Messbereich der Stromstärke I1 **-0,3...0,3A**
- Unter "Aufnahme“ **manuell** auswählen. Fenster "CASSYs" schließen.
- Oben bei "Einstellungen" den Reiter **Darstellung** " **Neu** **Neue Kurve hinzufügen** unter x-Achse **U1** auswählen und unter y-Achse **I1** auswählen und das Fenster "Einstellungen" **Schließen**
- Anklicken (einer Zahl) im Bereich der y-Achse mit der rechten Maustaste
- Strom I1: **Minimum:** **-0,005** **A** **Maximum:** **0,05** **A** Fenster “ **Schließen**
- Anklicken (einer Zahl) im Bereich der x-Achse mit der rechten Maustaste
- Spannung U1: **Minimum:** **0** **V** **Maximum:** **3,0** **V** **und** Fenster **Schließen**

Durchführung

Achtung: Man darf besonders in der Startphase die Spannung nicht zurückdrehen, da sich sonst ein galvanisches Element aufbaut!

- Die **Messwertaufnahme** bei **0,0 V** **Icon mit Stoppuhr / Einzelmessung** (oben 5. von links) oder mit Taste F9 oder mit dem Knopf auf dem Pocket CASSY Bluetooth starten.
- Danach die Spannung um jeweils U = 0,1 V (muss nicht exakt 0,1 V sein) erhöhen und Messwert jeweils mit **Icon mit Stoppuhr/ Einzelmessung** (oben 5. von links) oder Taste F9 speichern.
- Zum Beenden ist keine Aktion notwendig

Speichern

- Zum Speichern Taste F2 oder viertes Icon von links **Speichern unter**
- In Ordner "Eigene Dateien (oder Ordner CASSY Messung anlegen!) auswählen.
- Projektnamen eingeben (hier: Beispiel) **N01A-6-3-user** und **Speichern**

Öffnen

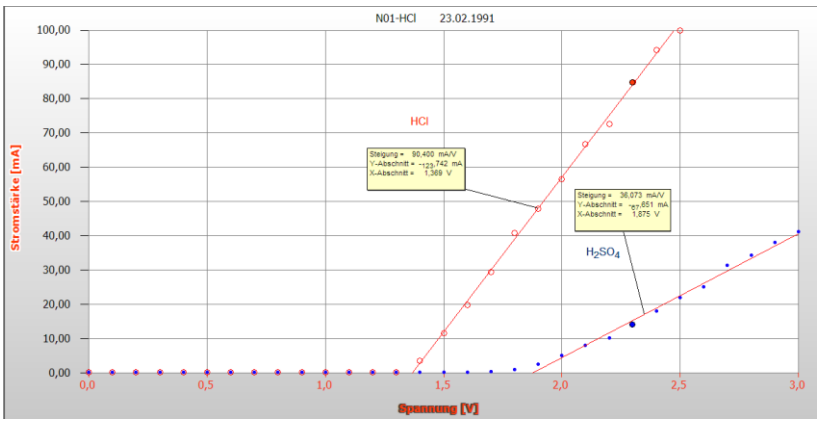
- Zum Aufrufen der Messung das Programm **CASSY Lab 2** und mit Taste F3 oder dem zweiten Icon von links **Datei Öffnen** die entsprechende Datei öffnen..

Auswertung

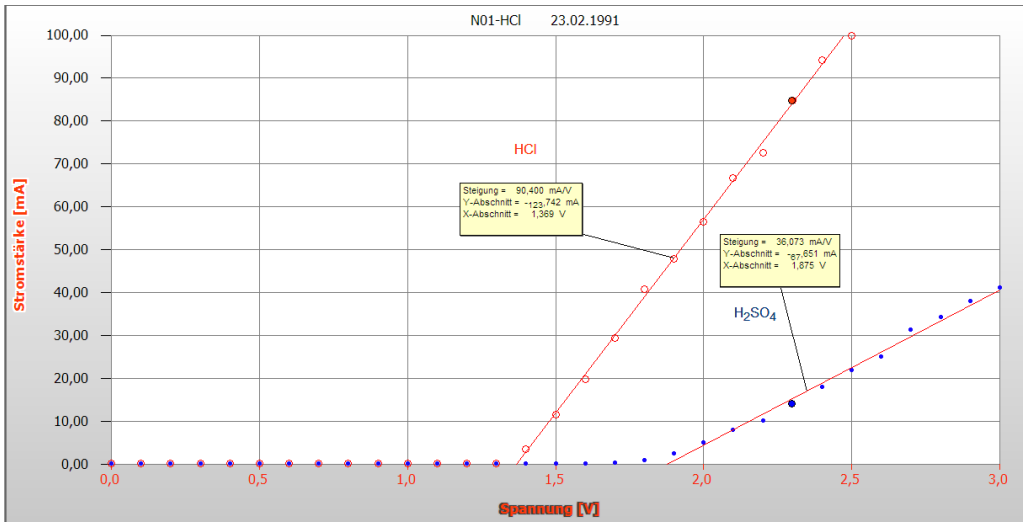
Wie wir wissen, gilt für die Elektrolyse in weiten Bereichen das ohmsche Gesetz: Spannung und Stromstärke sind zueinander direkt proportional. Nur zu Beginn der Elektrolyse verwischen die abgeschiedenen Gase mit ihrer Polarisationsspannung die Proportionalität. Die zuständige Spannung (Zersetzungsspannung) wird durch Extrapolation des proportionalen Teils für y= 0,0 mA ermittelt.

Auswerten:

- Mit rechter Maustaste in das Koordinatensystem **Anpassung durchführen**; **Ausgleichsdgerade** Anfang; und Ende des ansteigenden Bereiches anklicken Die Parameter A und B der Geradengleichung y= A*x+B werden unten links angezeigt.
- **"Zu Fuß"** daraus die Zersetzungsspannung E_Z = -B/A berechnen



Theorie



Die Normalpotentiale bei pH= 0 betragen: $E^0(H_2/H^+)$ = 0,0V, $E^0(H_2O/O_2)$= 1,23 V bzw. $E^0(Cl^-/Cl_2)$ = 1,36 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):
$E_Ü(H_2)$ = -0,16V, $E_Ü(O_2)$= 0,95 V bzw. $E_Ü(Cl_2)$ = 0,1 V.

Zersetzungsspannung: $E_Z(O_2/H_2)$=(1,23 V + 0,95 V) –(0,0 V + -0,16 V) = 2,18 V
für die Chlorabscheidung: $E_Z(Cl_2/H_2)$=(1,36 V + 0,10 V) –(0,0 V + -0,16 V) = 1,62 V

Quick-Start

Einmal gespeicherte Einstellungen können für eine sofortige neue Messung benutzt werden

- Zum Aufrufen der Messung Icon **CASSY Lab 2** laden und mit Taste F3 oder dem zweiten Icon von links **Datei Öffnen**, (Evtl. "Eigene Dateien / CASSY Messung) Datei **N01a--6-3-QS.labx** laden und Fenster „CASSYs“ **Schließen**
- Bei Hauptmenüpunkt **Messung** **Aktuelle Messreihe löschen**
- Weiter, wie bei ***Durchführung*** beschrieben.

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