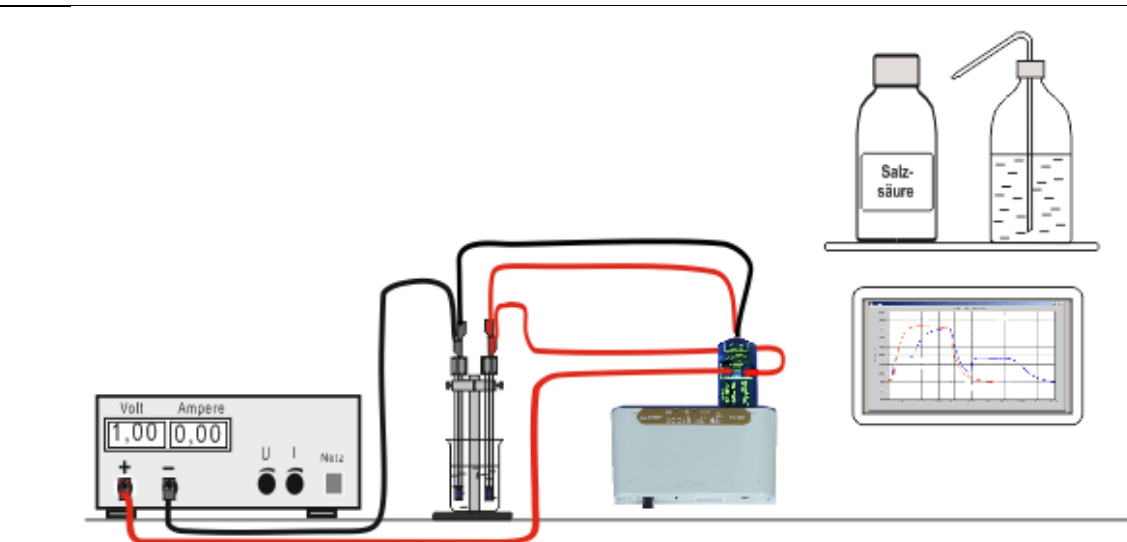


Prinzip

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

- ☐ Sparklink Air (Pasco)
- ☐ (evtl. Netzgerät)
- ☐ Tablet **mit Blue Tooth** z.B. iPad
- ☐ PasPort Voltage/Current-Sensor
- ☐ 2 Experimentierkabel, rot
- ☐ 1 Experimentierkabel, schwarz
- ☐ Netzgerät, 0-5 V =

- ☐ Becherglas, 50 mL
- ☐ Stativ
- ☐ Muffe
- ☐ Doppelelektrodenhalter
- ☐ 2 Pt-Elektroden

Verwendete Chemikalien

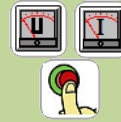
- ☐ Salzsäure ($c = 1 \text{ mol/L}$)
- ☐ dest. Wasser

Vorbereitung des Versuchs

- ▶ Die Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen und aufbauen.
- ▶ ca. 30 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.
- ▶ Strom-Spannungsmodul auf SparkLink aufsetzen und SparkLink einschalten

Vorbereitung am Computer

- ▶ Tablet einschalten
- ▶ Mit Bluetooth koppeln: **Einstellungen** **Bluetooth einschalten** **Sparklink Air XXX Verbinden**
- ▶ Die App **Sparkvue** starten. Das iPad zeigt den letzten Bildschirm, bei dem man das Sparkvue-Programm verlassen hatte.
- ▶ **Nur für Android-Tablet:** Das **Home-Icon** oben links anklicken, **5Punktekreis-Icon** oben rechts anklicken, **Tilslut sensorer via Bluetooth** anklicken.
- ▶ **Tilslut** anklicken. Es erscheint **Afbrid**. Mit **OK** bestätigen. **OK**
- ▶ Das **Home-Icon** oben links anklicken, unten **Erstellen** anklicken, oben rechts ungeteilten Hintergrund auswählen, in dem Icon-Auswahlbild **Koordinatensystem mit Graph** anwählen.
- ▶ Icon unten links **Koordinatensystem mit Graph** anklicken, letztes Icon in der Leiste (**drei Zeilen**) anklicken.
- ▶ Unter horizontaler Achse bei Messung **Spannung** auswählen.
Bei vertikaler Achse **Messung** anklicken und **Strom** auswählen und mit **OK** bestätigen.
- ▶ Unten das **Kreis-Icon** anwählen, den **Abtastmodus** auf **Manuell** stellen und mit **OK** bestätigen.



Der Koordinatenursprung und die Skalierung der x- bzw. y-Achse lassen sich auf dem Touchscreen einfach per "Pintch" (mit einem oder zwei Fingern ziehen) einstellen.

Durchführung

- Achtung:** Man darf besonders in der Startphase die Spannung nicht zurückdrehen, da sich sonst ein galvanisches Element aufbaut!
- Zur Messwertaufnahme bei 0,0 V **Grüner Pfeil und Orange Haken**
 - Danach die Spannung um jeweils $U = 0,1 \text{ V}$ (muss nicht exakt 0,1 V sein) erhöhen und den Messwert mit **Orange Haken** speichern.
 - Mit Klick auf **Quadratischen weißen Knopf** (rechts neben "manuell") beenden.
 - Unten rechts **1: Unbenannt** anklicken und die aktuelle Seite in **Strom/Spannung** umbenennen und mit **OK** bestätigen. Die Tastatur mit **Beenden** beenden.

Speichern

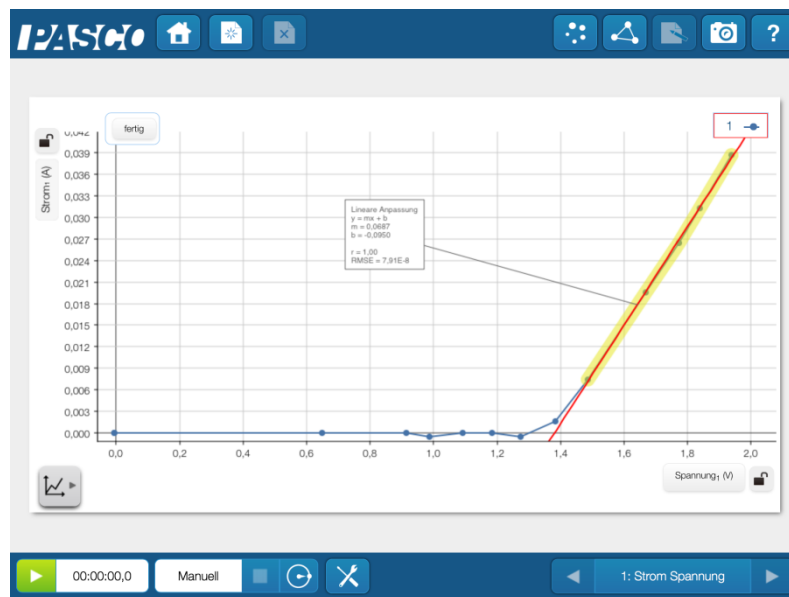
- Zum Speichern oben rechts das **Dreiecks-Icon** anwählen **Datei speichern unter**
- **Gespeicherte Arbeit** auswählen und Namen ersetzen durch (hier: Beispiel) **N01A-3-2-user** und **OK**

Öffnen

- Die App **Sparkvue** starten, oben links auf das **Home-Icon** klicken, **gespeicherte Arbeit** aufrufen, entsprechende Datei anklicken und **Öffnen**.

Auswertung

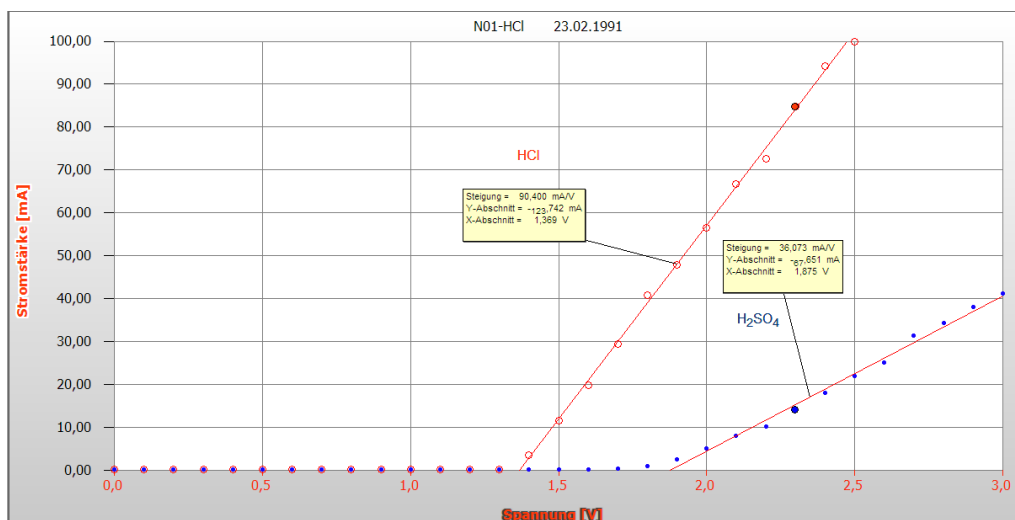
Wie wir wissen, gilt für die Elektrolyse in weiten Bereichen das ohmsche Gesetz: Spannung und Stromstärke sind zueinander direkt proportional. Nur zu Beginn der Elektrolyse verwischen die abgeschiedenen Gase mit ihrer Polarisationsspannung die Proportionalität. Die zuständige Spannung (Zersetzungsspannung)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



Auswertung

- Unten links **Koordinatensystem mit Graph** dann viertes Icon von links **Koordinatensystem mit Kurven**
- **Lineare Anpassung** und **OK**
- In der unteren Iconleiste **Pfeil** anklicken, mit dem Finger auf dem Display den Bereich zu Linearisierung markieren. Es erscheinen die Gerade und die Parameter m und b der Geradengleichung $y = mx + b$, deren x-Achsenabschnitt die Zersetzungsspannung angibt.
- Die Zersetzungsspannung $E_z = -b/m$ berechnen.
- (Nochmaliges Klicken auf **Pfeil** macht die Operation rückgängig).

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, angeschlossen und eingeschaltet sein!

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

- Die App **Sparkvue** starten und oben links auf das **Home-Icon** klicken, **gespeicherte Arbeit** aufrufen, entsprechende Datei **N01A-3-2-QS** anklicken und **Öffnen**.
- Unten auf **Werkzeuge** **Datensätze verwalten** und **letzten Datensatz löschen** ... **OK** ... **OK**

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