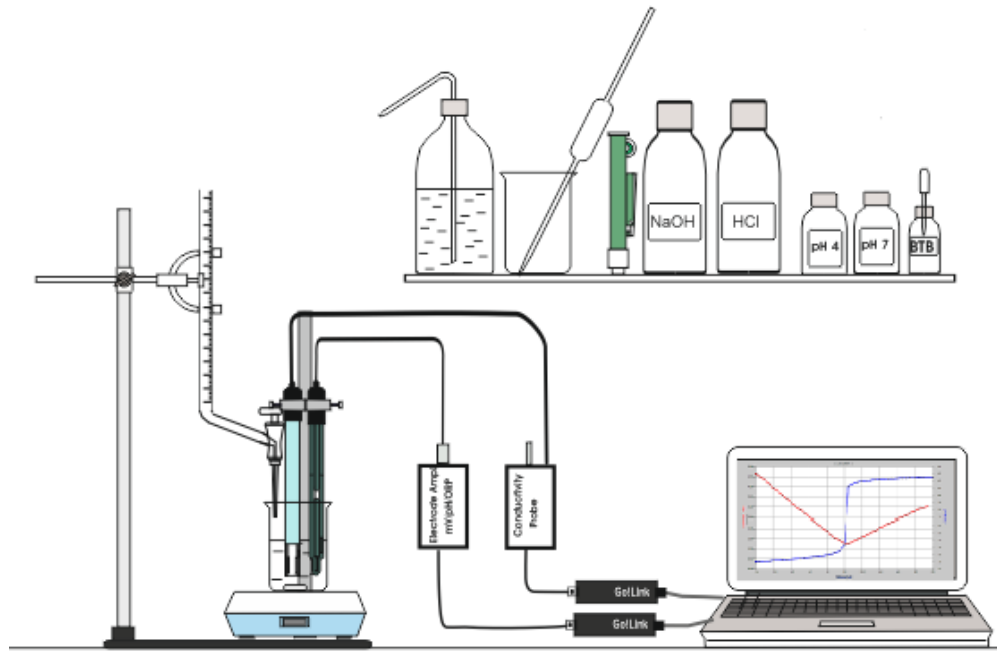


Prinzip

Da sich bei der Neutralisation die Leitfähigkeit und der pH-Wert ändern, kann man die Titration sowohl konduktometrisch wie auch potenziometrisch verfolgen.
Mit Vernier Go!Link /Logger Pro hat man die Möglichkeit, Leitfähigkeit und pH-Wert gleichzeitig aufzunehmen.

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

Aufbau und Vorbereitung



Benötigte Geräte

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> 2 Go! Link (USB) | <input type="checkbox"/> "Spülbecherglas", 250 mL |
| <input type="checkbox"/> Elektrode Amplifier-Modul | <input type="checkbox"/> Pipette, 10 mL |
| <input type="checkbox"/> Conductivity Probel | <input type="checkbox"/> Magnetrührer |
| <input type="checkbox"/> Computer/Laptop Eee05 | <input type="checkbox"/> Rührfisch |
| <input type="checkbox"/> pH-Elektrode | <input type="checkbox"/> 2 Stative |
| <input type="checkbox"/> Becherglas, 150 mL | <input type="checkbox"/> Bürettenklemme |
| <input type="checkbox"/> Bürette, 25 mL | <input type="checkbox"/> Doppelelektrodenhalter |
| <input type="checkbox"/> Muffe | <input type="checkbox"/> 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.
- ▶ pH-Elektrode über Elektrode Amplifier-Modul und ein Go!Link mit dem Computer verbinden.
- ▶ Conductivity-Modul auf 20000 μS/cm stellen und über ein weiteres Go!Link mit dem Computer verbinden.

Vorbereitung am Computer

- ▶ **Logger Pro** starten.
- ▶ Obermenü **Versuch** **Sensoren konfigurieren** **alle Schnittstellen anzeigen**
- ▶ Rechts oben auf Bildchen **Elektrodensignalverstärker** **Elektrodensignalverstärker/pH Computer**
- ▶ Beide Bildchen schließen.

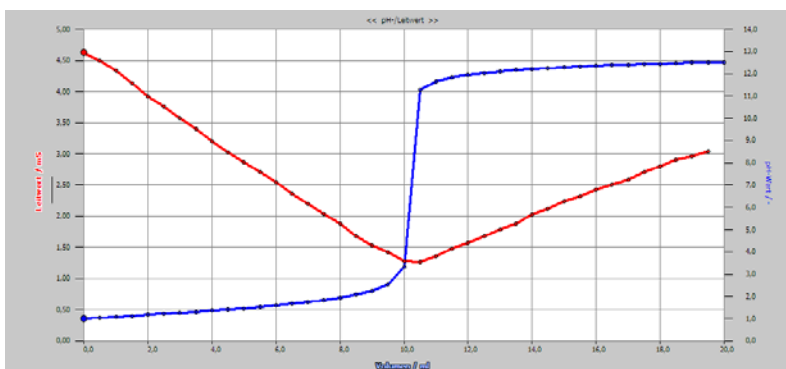
- ▶ Obermenü **Versuch** dann nicht "Datenerfassung starten" sondern: **Datenerfassung**
- ▶ Bei **Modus** : **ausgewählte Ereignisse**
- ▶ **In Oberes Koordinatensystem** **rechts** und **Optionen für Diagramme**
- ▶ **Reiter: Achsenoptionen** y-Achsen **pH** und setzen, bei **Elektrische Leitfähigkeit (µS/cm)**.
- ▶ "y-Achse-Spalten": **Skalierung** **Manuell** **Anfang:** **14**, **Unten:** **0**
- ▶ Oben rechts **rechte Y-Achse**
- ▶ "Rechte-Achse-Spalten" **Elektrische Leitfähigkeit (µS/cm)**.
- ▶ Skalierung **Manuell** **Spitze:** **20000**, **Basis:** **0**
- ▶ **x-Achse: Spalte** **Ereignisnummer** und **Skala** **Manuell** **Links:** **0**, **Rechts:** **20** und **Fertig**
- ▶ **In unteres Koordinatensystem** **rechts** und **Löschen**
- ▶ **Koordinatensystem**, dann mit Maus nach unten aufziehen, um den Graphen zu vergrößern.
- ▶ Hauptmenü **Daten** **Neu berechnete Spalten** bei Name: **Volumen** Kurzname **Vol**
Einheit **mL**
- ▶ Unten auf **Variable (Spalten)** **Ereignisnummer** bei Gleichung **/2-0.5** (**Dezimalpunkt!!**)
- ▶ **In Koordinatensystem** **rechts** und **Optionen für Diagramme**
- ▶ **Reiter: Achsenoptionen** **-Achse: Spalte** **Volumen(mL)** und **Fertig**

pH-Kalibrierung

- ▶ Obermenü **Versuch** **Sensoren konfigurieren** **alle Schnittstellen anzeigen**
- ▶ Rechts oben auf Bildchen **Elektrodensignalverstärker** **Kalibrieren**
- ▶ **Jetzt Kalibrieren**
- ▶ Elektrode spülen, in den Puffer pH = 7 stellen - Bei **Ablesung 1** "Wert in Dateneinheiten eingeben" **7**
Warten, bis die angezeigte Spannung bei "Sensoren zur Kalibrierung auswählen" stabil ist. **Beibehalten**
- ▶ Elektrode spülen, in den Puffer pH = 4 stellen - Bei **Ablesung 2** "Wert in Dateneinheiten eingeben" **4**
Warten, bis die angezeigte Spannung bei "Sensoren zur Kalibrierung auswählen" stabil ist. **Beibehalten**
- ▶ **Fertig**
- ▶ Beide Bildchen schließen.

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** **Starten** und mit **Beibehalten** speichern
- ▶ Die Titratorflüssigkeit kontinuierlich (mit recht kleiner Geschwindigkeit!) aus der Bürette auslaufen lassen und nach **jeweils 0,5 mL** einen **Messwert** **Beibehalten** jeweils speichern.
- ▶ Mit **Stopp** beenden.



Speichern

▶ Zum Speichern **Datei** und **Speichern unter** in **Eigene Dateien** oder evtl. **Logger Pro**.
 ▶ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel) **N02a-5-1-user** und **Speichern**

Excel Export
 ▶ Hauptmenü **Datei** und **Exportieren als** **Text....**
 ▶ Dateiname: **N02a-5-1-user** und **Speichern**
Öffnen In Excel:
 ▶ Vom Desktop **Excel** aufrufen. **Ganz oben ganz links** **Office-Knopf** **Öffnen**
 ▶ In Fenster "**Öffnen**" **Suchen in Eigen Dateien/Logger Pro**". Unten in der Mitte:
Dateityp: **Textdateien (*.om...)**
N05-2a5-1-user.txt **Weiter** **Weiter** **Fertig stellen**

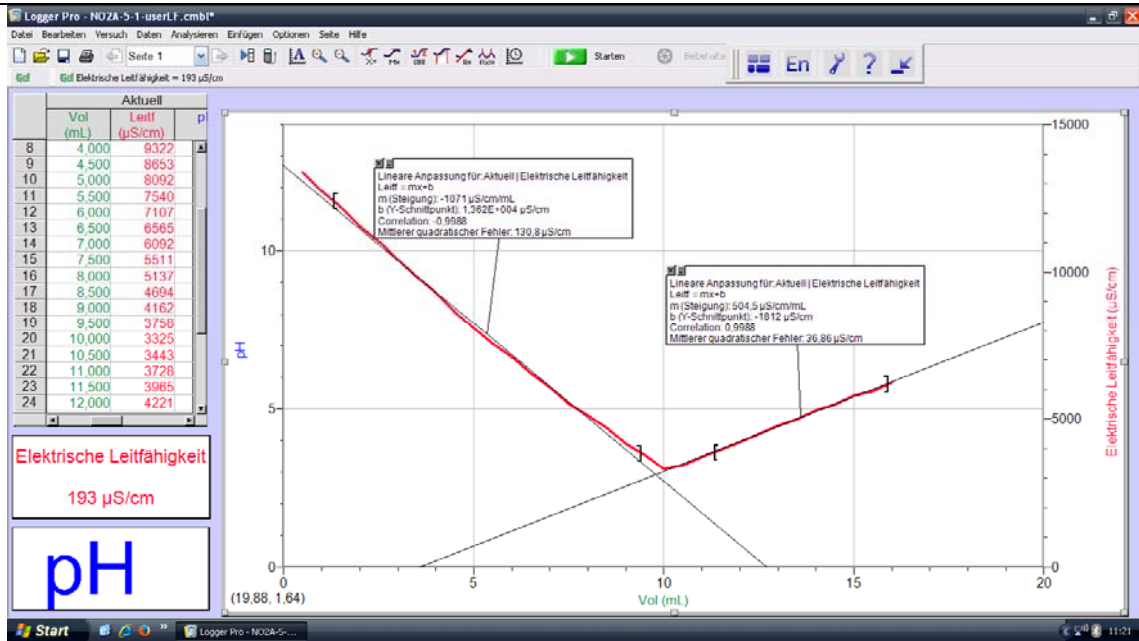
Öffnen bei Bedarf
 ▶ **Logger Pro** neu starten. Zum Öffnen **Datei** und **Öffnen**
 ▶ Suchen in **Eigene Dateien** oder evtl. und **Logger Pro** dann die passende Datei mit **links** öffnen.

Auswertung
 Mit linker Maustaste Bereich der Vorperiode (langsam ansteigender Ast) markieren, „Analysieren“ anklicken, „Lineare Regression“ anklicken. Angaben zur Ausgleichsgeraden sinnvoll positionieren. Die gleichen Vorgänge für die Bereiche der Hauptperiode (stark ansteigender Ast) und Nachperiode (langsam ansteigende Ast) wiederholen. Den x-Wert des Äquivalenzpunktes berechnen mit $x = 0,5 \cdot \frac{(b_2 - b_1)}{(m_1 - m_2)} + \frac{(b_3 - b_2)}{(m_2 - m_3)}$. Auf Icon „Fadenkreuz“ (7. Icon von rechts) klicken und mit der Maus den Äquivalenzpunkt einstellen. Unten können die Koordinaten abgelesen werden. (Das oben eingeblendete Wertepaar ist eines der gemessenen Wertepaare.)

2. Auswertung des Graphen für die elektrische Leitfähigkeit

Auswertung: Äquivalenzpunkt
 Zur Auswertung des Leitfähigkeitsgraphen bietet sich die "Zweigeradenmethode" an:
 Durch die Messpunkte der beiden "Schenkel" werden Ausgleichsgeraden gelegt (Die Schüler können die Ausgleichsgeraden mit dem Geo-Dreieck einzeichnen). Der Schnittpunkt der beiden Geraden ist das Volumen im Äquivalenzpunkt.

Auswertung Teil 2
 ▶ **In absteigenden Graphen** **links gedrückt** Bereich (färbt sich gräulich) markieren.
 ▶ **Analysieren** **Lineare Regression** **Aktuell | Elektrische Leitfähigkeit.** **OK**
 ▶ Ergebniskästchen mit **links** positionieren
 ▶ Evtl. Werte der Regressionsgeraden. Faktor A1 und Offset B1 notieren.
 ▶ **In aufsteigenden Graphen** **links gedrückt** Bereich (färbt sich gräulich) markieren.
 ▶ **Analysieren** **Lineare Regression** **Aktuell | Elektrische Leitfähigkeit.** **OK**
 ▶ Ergebniskästchen mit **links** positionieren
 ▶ Evtl. Werte der Regressionsgeraden. Faktor A2 und Offset B2 notieren.
 ▶ **Zu Fuß den Schnittpunkt** berechnen: $V_{\ddot{a}} = \frac{(B1 - B2)}{(A2 - A1)}$
Rechenhilfe: CASSYlab Minimieren **links** Am Computer bei Programme **Zubehör**
Rechner **Rechner wissenschaftlich**
Berechnung des Gehaltes: Bei Äquivalenz gilt: $n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH})$ also $c(\text{HCl}) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{HCl})}$
 ▶ **Alternativ** im Koordinatensystem eine **optische Auswertung** durchführen (Werte stehen unten links).



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

Quick-
Start

Einmal gespeicherte Einstellungen können für eine sofortige neue Messung benutzt werden

- ▶ **Logger Pro** neu starten. Zum Öffnen **Datei** und **Datei öffnen**
- ▶ Suchen in **Eigene Dateien** oder evtl. **Logger Pro**: dann die Datei **N02a-5-1-QS** öffnen.
- ▶ Mit **Starten** die Messwertspeicherung starten.
Im Fenster "Daten Löschen?" **Löschen und fortsetzen**
- ▶ Dann weiter, wie bei **Durchführung** beschrieben.

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

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

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