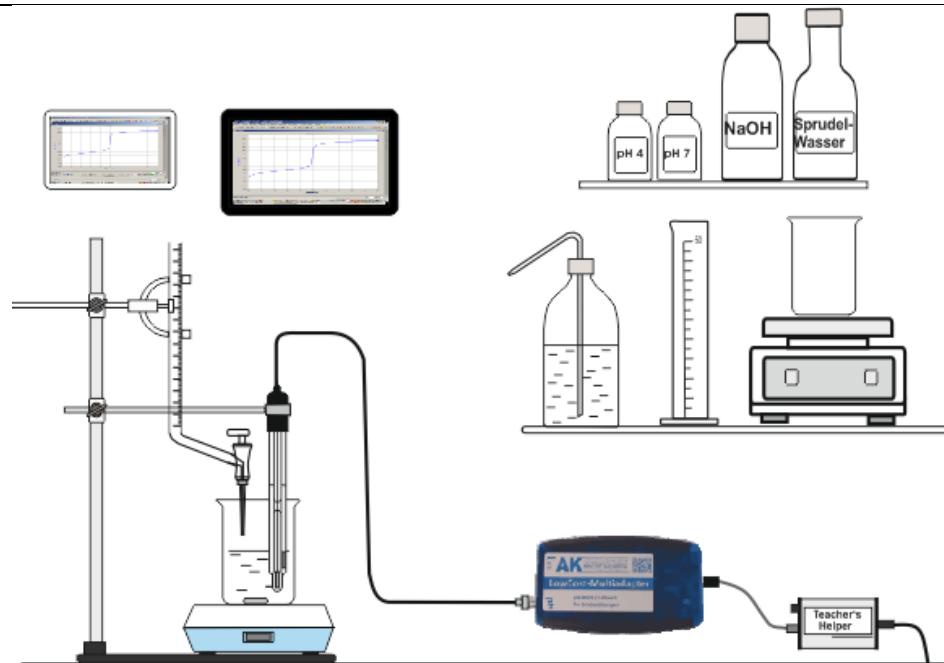




Prinzip

Zum Nachweis von „Kohlensäure“ werden Mineralwässer zum einen direkt, zum anderen nach einem etwa 15-minütigem Verkochen mit Natronlauge titriert und dabei der pH-Wert gemessen.

Aufbau  
und  
Vorbereitung



Benötigte Geräte

- AK Low Cost Multiadapter pH/L,
- Teacher's Helper / Netzteil/ USB Kabel
- Tablet, Laptop oder Smartphone
- pH-Elektrode mit BNC
- Spülbecherglas, 250 mL
- AK-SÜS-Magnetrührer/Heizung
- Greifklemme, klein

- Bürette, 50 mL
- Becherglas, 100 mL
- Muffe
- Messzylinder, 50 mL
- Titrierstativ
- Rührmagnet
- Rührfisch

Verwendete Chemikalien

- Natronlauge (c = 0,1 mol/L)
- Mineralwasser
- destilliertes Wasser
- Evtl. Pufferlösung. pH = 7
- Evtl. Pufferlösung, pH = 2

Vorbereitung des Versuchs

- ▶ **Geräte** entsprechend der Zeichnung aufbauen.
- ▶ **Bürette mit Natronlauge** spülen und füllen. Auf Nullmarkierung einstellen.
- ▶ **10 mL Mineralwasser** mit **Messzylinder** in **Becherglas** geben.
- ▶ **50 mL Mineralwasser** mit **Messzylinder** in weiteres **Becherglas** geben, auf **Magnetrührer erhitzen** und etwa 15 Minuten sieden lassen. Flüssigkeitsverlust kann durch dest. Wasser ersetzt werden.
- ▶ **Rührfisch** zum ersten **Becherglas** dazugeben und auf **Magnetrührer** stellen.
- ▶ **pH-Elektrode** in halb mit **Leitungswasser** gefülltes **Spülbecherglas** stellen.
- ▶ **pH-Elektrode** in die entsprechende **pH-Buchse** stecken.

Vorbereitung an den Tablets / Laptops (Clients)

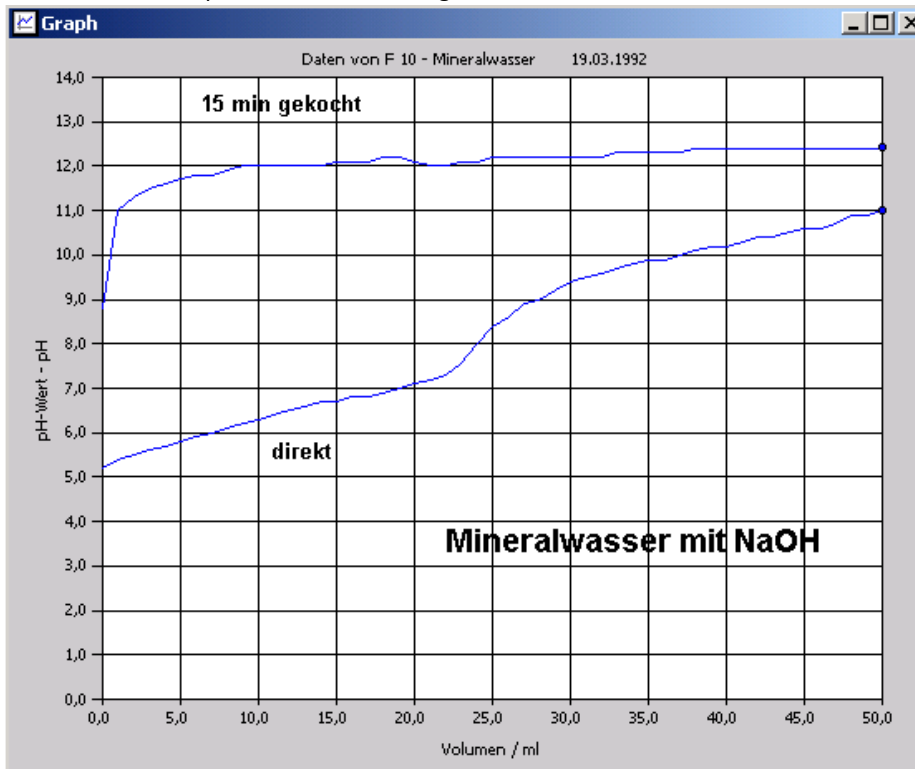
- ▶ Am Tablet / Laptop / Smartphone Einstellungen oder mit **WLAN** eine Verbindung herstellen: **ak.net** anwählen und warten bis die Verbindung eingebucht ist.
- ▶ Browser z.B. **Firefox/Safari** aufrufen, in die Adresszeile (URL-Zeile) - nicht in der (Google-Suchzeile!!) **http://labor.ak** eingeben. - 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:**  **pH-Wert (pH)**
- ▶ **Konfiguration-Methode** **y-Achse** **pH Min** **0,0** pH und **Max** **14,0** pH
- Nachkomma** **1** und **Linie**  **ja**
- ▶  **x-Achse: Volumen (auf Tastendruck)**



- ▶ x-Achse Vol. Intervall 0,5 mL und Vol. Max 50,0 mL  
Nachkomma 1
- ▶ **pH-Kalibrieren** antippen und bei 2-Punkt-Kalibrierung **Kalibrieren**
- ▶ Oben rechts steht der aktuelle pH- Wert. Man soll zwei unterschiedliche Pufferlösungen bereithalten.
- ▶ Elektrode spülen, -> in **Puffer 1**, pH-Wert z.B. 4 eingeben, nach Messwertberuhigung **Übernehmen**
- ▶ Elektrode spülen, -> in **Puffer 2**, pH-Wert, z.B. 7 eingeben, nach Messwertberuhigung **Übernehmen**
- ▶ Umrechnung starten mit **Kalibrieren** und Erfolg bestätigen mit **OK**  
Mit **OK** wird der Messbildschirm aufgebaut und Werte werden angezeigt.

- ▶ pH-Elektrode am Stativ befestigen. Der Rührfisch darf beim Drehen die Elektrode nicht berühren.
- ▶ Zur **Messwertaufnahme** bei 0,0 mL **Messwert Aufzeichnen** drücken.
- ▶ Die Titratorflüssigkeit kontinuierlich (mit recht kleiner Geschwindigkeit!) aus der Bürette auslaufen lassen und nach **jeweils 0,5 mL** einen **Messwert** mit **Messwert Aufzeichnen** speichern.
- ▶ Zum Beenden **Messung beenden**

Verfahren Sie anschließend entsprechend mit dem abgekochten Mineralwasser



Um die Titrations vergleichen zu können, sind auf dieser Seite die Ergebnisse beider Titrations abgedruckt.

Speichern

- ▶ Icon oben links und **Speichern unter** wählen
- ▶ Unter ‚Projekt Speichern‘ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel) F10 User und **OK**

Excel-Export

- ▶ Icon oben links und **Datenreihen exportieren** wählen
- ▶ Unter ‚Datenreihen Speichern‘ Projekt  **F10 User** auswählen und **Speichern**
- ▶ Je nach Gerät mit ‚Speichern unter‘ noch Pfad aussuchen und bestätigen

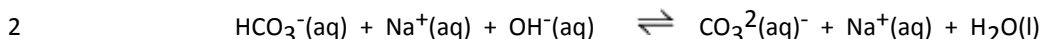
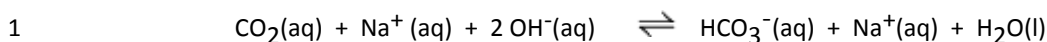
Öffnen bei Bedarf

- ▶ Ist der Teacher's Helper nicht mehr zu erreichen: Browser z.B. **Firefox/Safari** aufrufen, in die Adresszeile (URL-Zeile) - nicht in der (Google-Suchzeile!!) <http://labor.ak> eingeben. -
- ▶ Icon oben links und **Laden** "Projekt Laden" **F10 User** direkt auswählen und →anklicken



**1. Mineralwasser - unbehandelt**

Das Mineralwasser enthält als Säure in erster Linie „gelöstes Kohlenstoffdioxid“. Dieses reagiert mit Natronlauge nach folgenden Gleichungen



**Auswertung**

Die Neutralisation der „Kohlensäure“ erfolgt in zwei Stufen, in denen, besonders in der Nähe des Halbäquivalenzpunktes, jeweils zunächst der pH-Wert nur geringfügig steigt. In der Nähe des 1. Äquivalenzpunktes steigt der pH-Wert bei Zugabe der Hydroxidionen etwas stärker. Der zweite Äquivalenzpunkt ist wegen des sehr großen pKs-Wertes nicht mehr als "Sprung" in der Kurve zu erkennen. Die Bestimmung des Äquivalenzpunktes erfolgt nach der Drei-Geraden-Methode (Tangentenmethode) oder mit Hilfe der im Programm vorgesehenen automatischen Wendepunktbestimmung.

**Theorie**

**Berechnung des Gehaltes:** (Bedeutung der Indizes: v = vorgelegt – z = zugegeben bis zum Äquivalenzpunkt)

Bei Äquivalenz gilt:  $n_v(\text{HAc}) = n_z(\text{NaOH}) \Rightarrow c_v(\text{HAc}) \cdot V_v(\text{HAc}) = c_z(\text{NaOH}) \cdot V_z(\text{NaOH})$

$$\Rightarrow c_v(\text{HAc}) = \frac{c_z(\text{NaOH}) \cdot V_z(\text{NaOH})}{V_v(\text{HAc})}$$

**Äquivalenzpunkt (Konzentration an Kohlenstoffdioxid)**

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) **Drei-Geraden-Methode**
- ▶ Folgen Sie den Anweisungen (mit 'Abhaken') **1.** für die **Vorperiode**, **2.** **Hauptperiode** und **3.** **Nachperiode**
- ▶ Dann auf **Berechnen** tippen.
- ▶ Evtl. die Position des Ergebniskästchens ändern.

**2. Mineralwasser – gekocht** .Eine Auswertung erübrigt sich hier, da, wie man aus der Titrationskurve erkennen kann, praktisch keine Säure mehr in dem gekochten Mineralwasser enthalten ist.

**Beachten:**



**Entsorgung**

entfällt

**Literatur**

F. Kappenberg; Computer im Chemieunterricht 1988, S. 83, Verlag Dr. Flad, Stuttgart