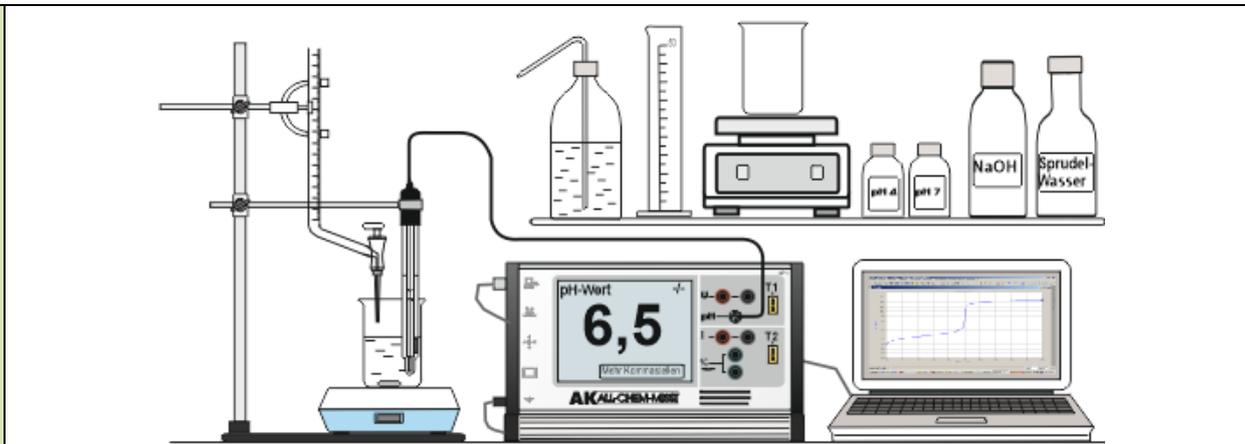




Prinzip

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

- ▶ ALL-CHEM-MISST II oder ACM Junior
- ▶ Netzteil / USB-Anschlusskabel
- ▶ Computer
- ▶ 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

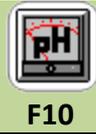
- ▶ Natronlauge (c = 0,1 mol/L)
- ▶ Mineralwasser
- ▶ destilliertes Wasser
- ▶ Evtl. Pufferlösung, pH = 7
- ▶ Evtl. Pufferlösung, pH = 2

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 am Computer

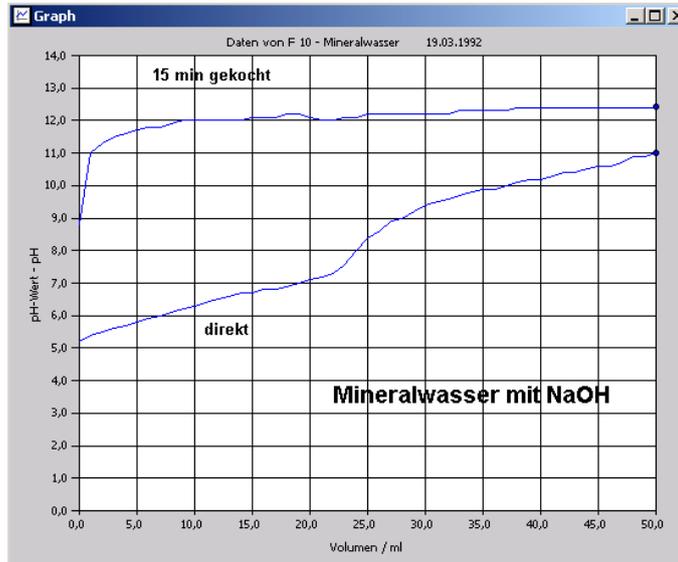
- ▶ **AK Analytik 11** starten; **Messen** mit **Geräte-Schnellstarter App** **ALL-CHEM-MISST II**
- ▶ Anweisungen befolgen und 'abhaken' **Weiter**
- ▶ **Auswahl des Messkanals: (Buchse im Bild)** **pH** **Weiter** **Abfrage „pH-Wert kalibrieren?“:** **Ja**
- ▶ **Abfrage: „pH Wert kalibrieren“** **Ja** (bei „nein“ grünen Kästen' überspringen!)
- ▶ Zwei unterschiedliche Pufferlösungen bereithalten!
- ▶ Anleitung gelesen, jetzt beginnen und abhaken
- ▶ Elektrode gespült und in Pufferlösung z.B. pH=7 getaucht
- ▶ pH-Wert 1 (Etikett) (bestätigen oder ändern) **z.B. 7**
- ▶ Warten bis Driftanzeige „stabil“, dann Puffer bestätigen
- ▶ Elektrode gespült und in 2. Pufferlösung z.B. pH=2 getaucht
- ▶ 2. pH-Wert (Etikett) (bestätigen oder ändern) **z.B. 2**
- ▶ Warten bis Driftanzeige „stabil“, dann Puffer bestätigen
- ▶ Abschließen der Kalibrierung mit **Akzeptieren**
- ▶ **Auf welche Weise möchten Sie messen:** **Volumen** dann: **Tastatur**
- ▶ **Volumenintervall:** **0,5** mL, **Gesamtvolumen:** **50,0** mL, **x-Komma** **1**
- ▶ **Darstellung der Kanäle im Graphen:** **pH-Wert** **y-Untergrenze im Graphen** **0**
- ▶ **y-Obergrenze** **14** **y-Nachkomma** **1** – Bestätigen mit **Akzeptieren** dann **Weiter**



Durchführung

- ▶ pH-Elektrode am Stativ befestigen. Der Rührfisch darf beim Drehen die Elektrode nicht berühren.
- ▶ Zur **Messwertaufnahme** bei **0,0 mL** **Einzelwert** oder besser die 'Leertaste' drücken.
- ▶ Die Titratorflüssigkeit kontinuierlich (mit recht kleiner Geschwindigkeit!) aus der Bürette auslaufen lassen und nach **jeweils 0,5 mL** einen **Messwert** mit 'Leer'-Taste oder **Maus speichern**.
- ▶ Zum Beenden **Messung beenden** drücken.
- ▶ Projektname eingeben (hier: Beispiel) **Mein erstes Projekt** und **Akzeptieren**

Verfahren Sie anschließend entsprechend mit dem abgekochten Mineralwasser

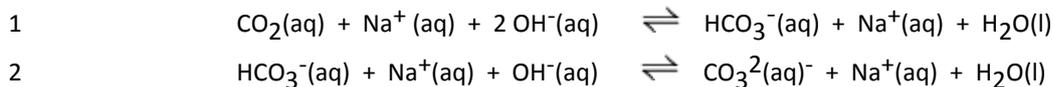


Um die Titrations vergleichen zu können, sind auf dieser Seite die Ergebnisse beider Titrations abgedruckt.

Auswertung

1. Mineralwasser - unbehandelt

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



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.

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)

- ▶ Hauptmenü: **AK Analytik 11** Start Messung Favoriten **Auswerten** Hinzufügen **Drei-Geraden-Methode**
- ▶ Folgen Sie den Anweisungen (mit 'Abhaken') **1.** für die **Vorperiode**, **2. Hauptperiode** und **3. Nachperiode**
- ▶ Zur Prüfung des Ergebnisses **Koordinaten Zeichnen** dann **Konzentration berechnen**
- ▶ **Akzeptieren** und **Beschriften** (evtl. Position ändern) und **Fertig**

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