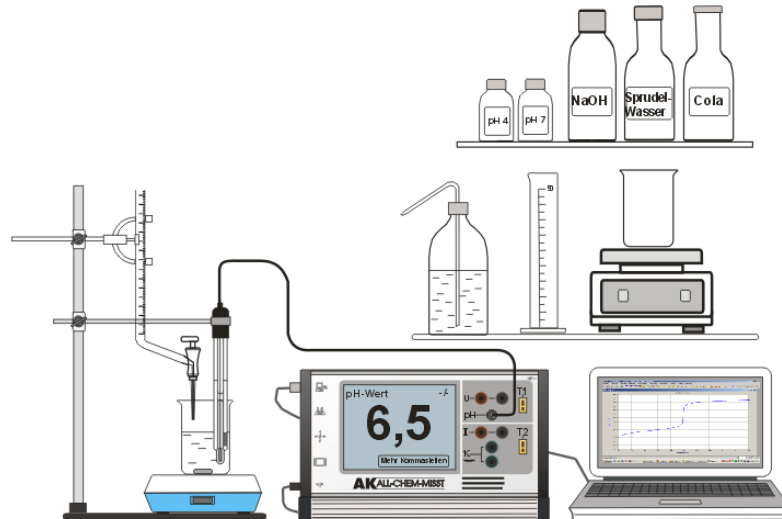


**Prinzip:** Zum Nachweis von Kohlensäure bzw. Phosphorsäure werden Mineralwasser bzw. COLA- Getränke zum einen direkt, zum anderen nach einem etwa 15 minütigem Verkochen mit Natronlauge titriert und dabei der pH-Wert gemessen.

**Versuchsaufbau:**



**Materialliste:**

<b>Geräte:</b>		<b>Chemikalien:</b>
1 ALL-CHEM-MISST II / Netzteil	1 Bürette , 50 mL	Natronlauge, c = 0.1 mol/L
1 Computer mit Kabel	1 Stativ	Mineralwasser
1 serielles oder USB-Kabel	1 Muffe	COLA-Getränk
1 pH- Elektrode mit BNC	1 Greifklemme, klein	dest. Wasser
1 Becherglas, 100 mL	1 Rührmagnet	evtl. Pufferlösung pH = 7
1 „Spülbecherglas“, 250 mL	1 Rührfisch	evtl. Pufferlösung pH = 2
1 AK-SÜS-Magnetrührer/Heizung	1 Messzylinder, 50 mL	
	1 Titrierstativ	

**Vorbereitung des Versuches:**

- Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen und aufbauen.
- 50 mL Mineralwasser mit dem Messzylinder in das Becherglas geben.
- 50 mL Mineralwasser mit dem Messzylinder in ein weiteres Becherglas geben, auf dem Magnetrührer erhitzen und etwa 15 Minuten sieden lassen. Der Flüssigkeitsverlust kann durch dest. Wasser ersetzt werden.
- Rührfisch zum ersten Becherglas geben und dieses auf den Magnetrührer stellen.
- Die Bürette mit der Natronlauge spülen und füllen. Auf die Nullmarkierung einstellen.
- pH- Elektrode in das halb mit Leitungswasser gefüllte „Spülbecherglas“ stellen.
- Den Computer über das serielle oder USB-Kabel mit dem "ALL-CHEM-MISST II" verbinden.
- pH- Elektrode in die entsprechende pH-Buchse stecken.

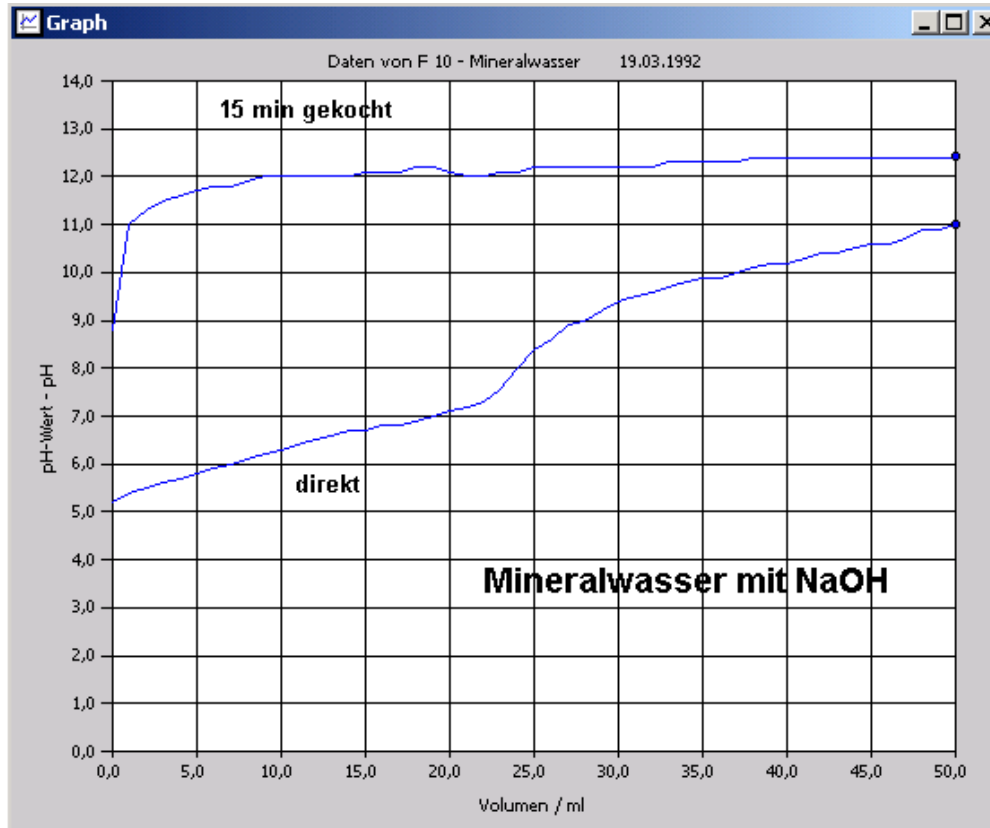
**Computerprogramm AK Analytik 32.NET (→ Schnellstarter → ALL-CHEM-MISST\_II 1-Kanal)**

Messgröße:	<b>pH-Wert</b>	
pH Kalibrieren	<b>Ja</b>	Anweisungen befolgen und entsprechende Werte eingeben.
Für Grafik	<b>0 - 14 pH</b>	Bei Volumenintervall: <b>0,5 mL</b> Gesamtvol.: (für Grafik) <b>50 mL</b>
<b>Titration über Volumen auf Tastendruck</b>		<b>Direkt zur Messung</b>

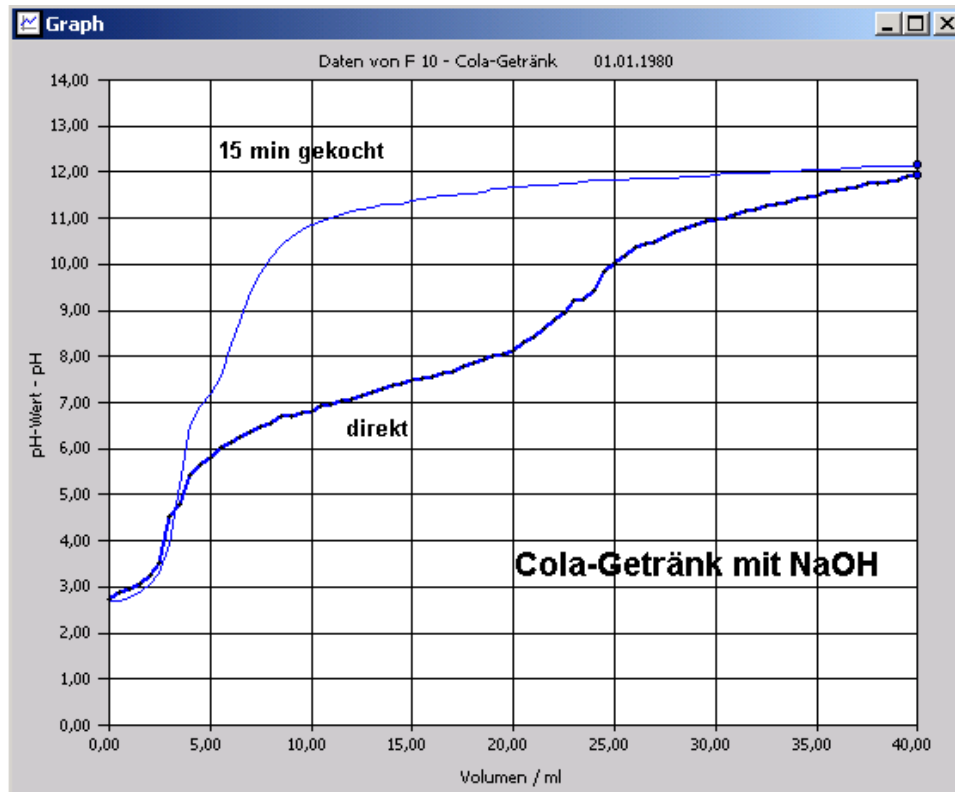
**Durchführung des Versuches:**

- pH-Elektrode am Stativ befestigen. Der Rührfisch darf beim Drehen die Elektrode nicht berühren.
- Zur Messwertaufnahme bei 0,0 mL mit der Maus auf den Button klicken oder besser auf die  drücken.
- Die Titratorflüssigkeit kontinuierlich (mit recht kleiner Geschwindigkeit!) aus der Bürette auslaufen lassen und nach jeweils 0,5 mL einen Messwert mit Leertaste oder der Maus speichern.
- Beenden mit Klick auf oder mit der Taste **Esc**.

Verfahren Sie anschließend entsprechend mit dem abgekochten Mineralwasser, dem COLA-Getränk und dem abgekochten COLA-Getränk



Um die beiden Getränke besser vergleichen zu können, sind auf dieser Seite die Ergebnisse aller vier Titrations abgedruckt. Die entsprechenden Auswertungen finden Sie weiter unten.

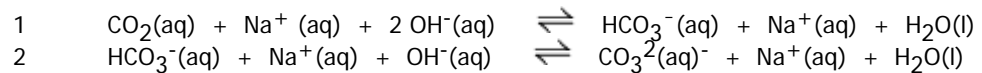


**Auswertung des Versuches:**

**1. Mineralwasser - unbehandelt**


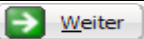
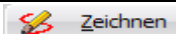

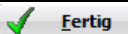
**Prinzip:**

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.

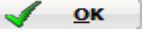
**a) Äquivalenzpunkt (Konzentration an Kohlenstoffdioxid)**

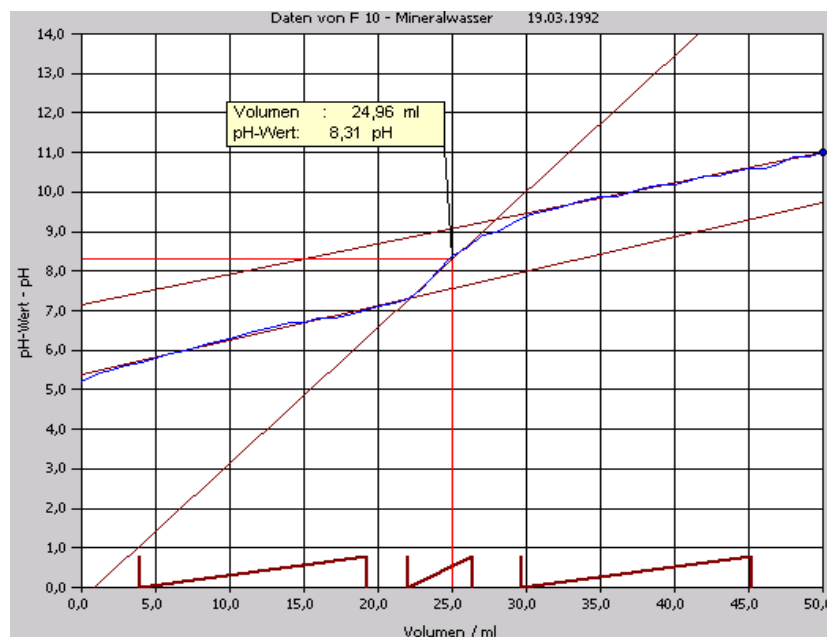
Auswerten aufrufen mit:  oder im Hauptmenü: ⇒Auswerten ⇒ „Drei-Geraden-Methode“	
Folgen Sie den Anweisungen für die <b>1. Vorperiode</b> , <b>2. Hauptperiode</b> und <b>3. Nachperiode</b> ; dann: 	
Ergebnis des Rechners: Volumen im Äquivalenzpunkt: 24,96 mL / zugehöriger pH-Wert: 8,31	
Einzeichnen des Äquivalenzpunktes 	Eintragen der Werte:  Ende: 

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

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

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

Auswerten aufrufen im Hauptmenü: ⇒Extras ⇒ „Konzentrationsberechnung“	
Volumen (Vorlage): $V_v = 50 \text{ mL}$ ; Konzentration der zugegebenen Natronlauge $c_z = 0,1 \text{ mol/L}$	
Die weiteren Daten (z.B.: Volumen: $V_z = 24,96 \text{ mL}$ ) sind schon eingetragen. Ergebnis: $c = 0,0499 \text{ mol/L}$	


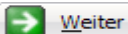
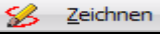

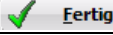


**2. Auswertung: Mineralwasser gekocht**

Eine Auswertung erübrigt sich hier, da, wie man erkennen kann, praktisch keine Säure mehr in dem gekochten Mineralwasser enthalten ist.


### 3. Cola-Getränk unbehandelt


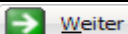
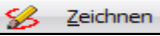

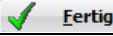
Aktivieren Sie im Objektmanager die entsprechende Datei!

Auswerten aufrufen mit:  oder im Hauptmenü: ⇒Auswerten ⇒ „Drei-Geraden-Methode“	
Folgen Sie den Anweisungen für die <b>1. Vorperiode</b> , <b>2. Hauptperiode</b> und <b>3. Nachperiode</b> ; dann: 	
Ergebnis des Rechners: Volumen im Äquivalenzpunkt: 3,26 mL / zugehöriger pH-Wert: 4,63	
Einzeichnen des Äquivalenzpunktes 	Eintragen der Werte:  Ende: 

### Berechnung des Gehaltes an „Phosphorsäure“


**Prinzip:** Im 1. Äquivalenzpunkt gilt:  $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = n(\text{NaOH})$  also:  $c(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot V(\text{H}_3\text{PO}_4) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})$   
 Im ersten Äquivalenzpunkt:  $c(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{H}_3\text{PO}_4)}$

Auswerten aufrufen im Hauptmenü: ⇒Extras ⇒ „Konzentrationsberechnung“	
Volumen (Vorlage): $V_v = 50$ mL; Konzentration der zugegebenen Natronlauge $c_z = 0,1$ mol/L	
Die weiteren Daten (z.B.: Volumen: $V_z = 3,26$ mL) sind schon eingetragen. Ergebnis: $c = 0,0065$ mol/L	

Auswerten aufrufen mit:  oder im Hauptmenü: ⇒Auswerten ⇒ „Drei-Geraden-Methode“	
Folgen Sie den Anweisungen für die <b>1. Vorperiode</b> , <b>2. Hauptperiode</b> und <b>3. Nachperiode</b> ; dann: 	
Ergebnis des Rechners: Volumen im Äquivalenzpunkt: 23,45 mL / zugehöriger pH-Wert: 9,32	
Einzeichnen des Äquivalenzpunktes 	Eintragen der Werte:  Ende: 

### Berechnung des Gehaltes an Kohlensäure

Bei der Auswertung muss man bedenken, dass im Äquivalenzpunkt außer der Kohlensäure auch schon die zweite Stufe der Phosphorsäure titriert ist. So ist das einzusetzende Volumen der Natronlauge:  $23,45 - 2 \cdot 3,26$  mL = 16,93 mL

Auswerten aufrufen im Hauptmenü: ⇒Extras ⇒ „Konzentrationsberechnung“	
Volumen (Vorlage): $V_v = 50$ mL; Konzentration der zugegebenen Natronlauge $c_z = 0,1$ mol/L	
Die weiteren Daten (z.B.: Volumen: $V_z = 16,93$ mL) sind schon eingetragen. Ergebnis: $c = 0,0339$ mol/L	

### 4. Auswertung: Cola-Getränk gekocht

Eine Auswertung erübrigt sich auch hier, da, wie man erkennen kann, die Kohlensäure abgekocht ist und der erste Kurventeil identisch ist mit dem ersten Kurventeil der Titration von ungekochter COLA mit Natronlauge.

**Tipp:**  
 Beim Umgang mit quantitativen Daten ist Vorsicht geboten, da bei „geheimen Rezepturen“ auch weitere Säuren verwendet werden.

**Entsorgung:**

**Literatur:**