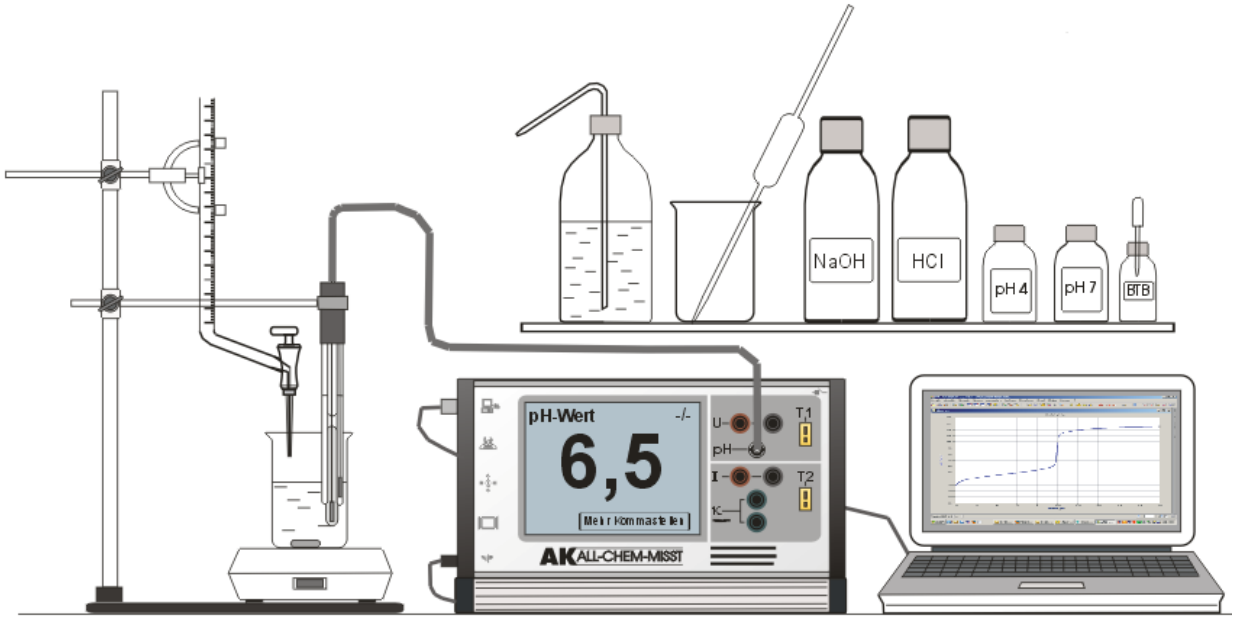
Prinzip: Da sich bei der Neutralisation der pH- Wert ändert, kann man die Titration potenziometrisch verfolgen.

Versuchsaufbau:



Materialliste:

Geräte:

1	ALL-CHEM-MISST II / Netzteil	1	Bürette, 25 mL
1	Computer mit Kabel	1	Stativ
1	serielles oder USB- Kabel	1	Muffe
1	pH- Elektrode mit BNC	1	Bürettenklemme
1	Becherglas, 100 mL	1	Elektrodenklemme
1	„Spülbecherglas“, 250 mL	1	Magnetrührer
1	Pipette, 10 mL	1	Rührfisch

Chemikalien:

Natronlauge, c= 0.1 mol/L
Salzsäure, c=0.1 mol/L
dest. Wasser
Evtl. Pufferlösung pH=7
Evtl. Pufferlösung pH=2
Evtl. Bromthymolblaulösung

Vorbereitung des Versuches:

- Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen und aufbauen.
- 10 mL Salzsäure (bzw. Analysenlösung) mit der Pipette in das Becherglas geben.
- Rührfisch und evtl. Bromthymolblaulösung dazugeben und Becherglas 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:	**pH-Wert**			
pH Kalibrieren	**Ja**	Anweisungen befolgen und entsprechende Werte eingeben.		
Für Grafik	0 - **14** pH	Bei Volumenintervall:	**0,5** mL	Gesamtvol.:(für Grafik) **20** mL
Titration über Volumen auf Tastendruck		**Direkt zur Messung**		

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 [Einzelwert aufnehmen] 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 Maus speichern.
- Beenden mit Klick auf [Messung beenden] oder mit der Taste [Esc].

Auswertung des Versuches:

Prinzip: Die Reaktion verläuft nach folgender Gleichung:

$$\mathbf{1\ H_3O^+(aq)} + 1\ Cl^-(aq) + 1\ Na^+(aq) + \mathbf{1\ OH^-(aq)} \rightarrow \mathbf{2\ H_2O(l)} + 1\ Na^+(aq) + 1\ Cl^-(aq)$$

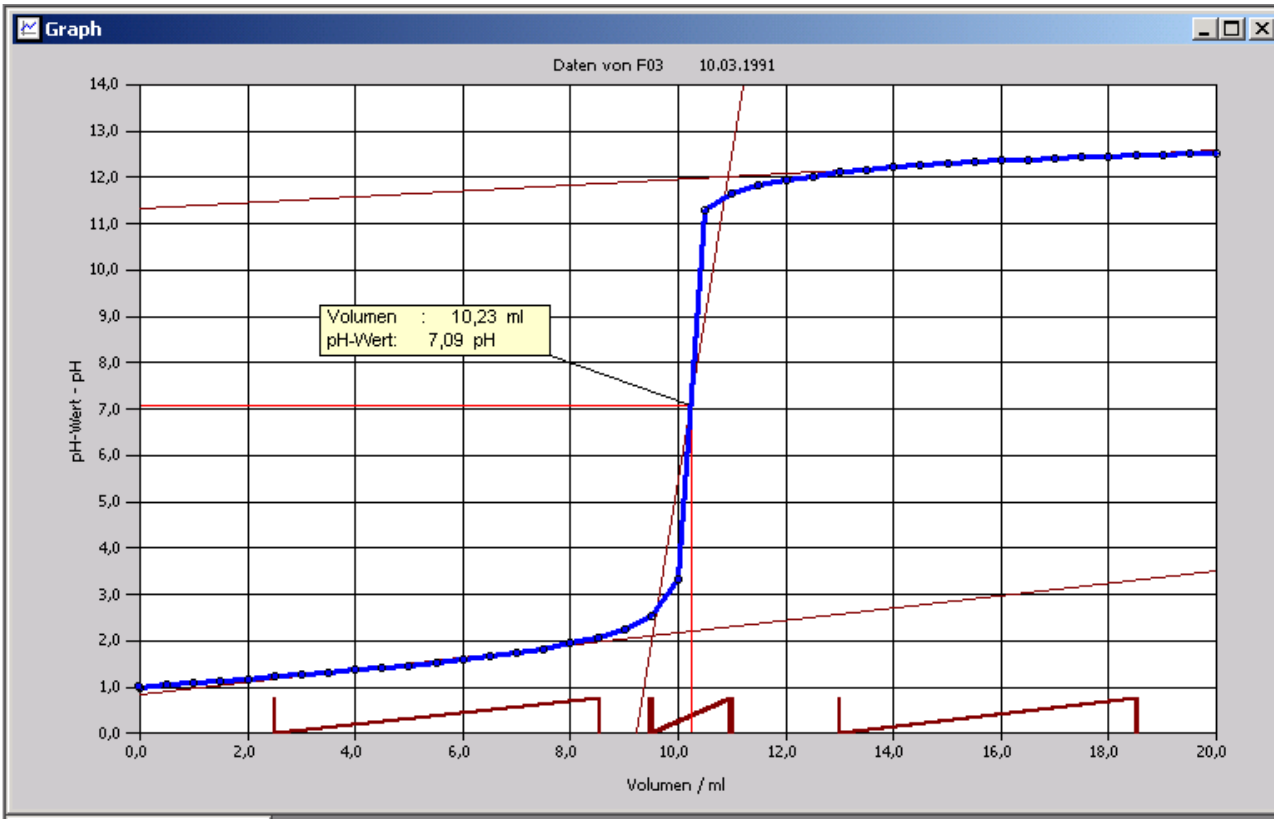
Der pH- Wert ist zu Beginn sehr niedrig, da die Chlorwasserstoffsäure vollständig dissoziiert ist. Im Laufe der Titration werden die H_3O^+-Ionen durch die Hydroxidionen neutralisiert. Wegen der logarithmischen Messweise steigt der pH- Wert nur geringfügig. In der Nähe des Äquivalenzpunktes steigt der pH- Wert bei weiterer Zugabe der Hydroxidionen sprunghaft an. Am Ende der Titration ist die Steigung wieder gering.

Die Bestimmung des Äquivalenzpunktes erfolgt nach der Drei-Geraden-Methode oder mit Hilfe der im Programm vorgesehenen automatischen Wendepunktbestimmung.

1. Die Drei-Geraden-Methode

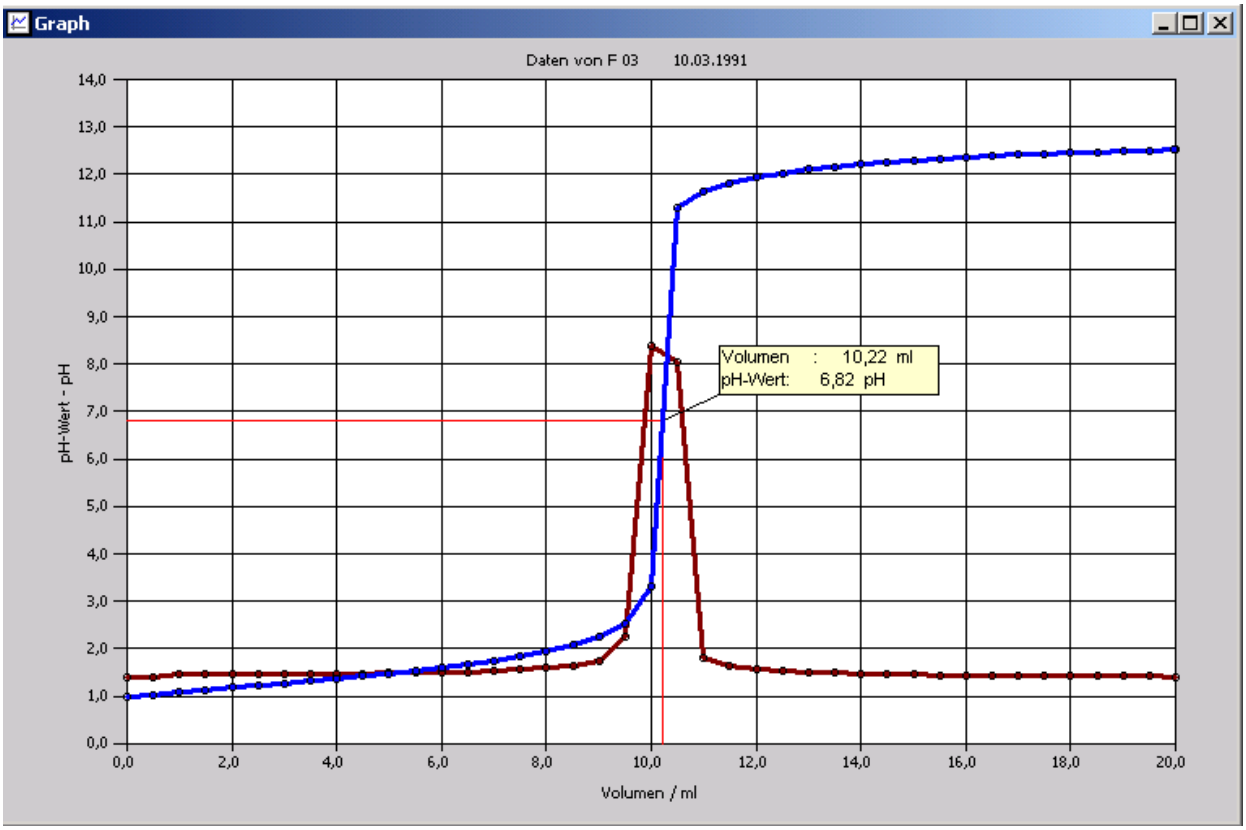
Die Messwerte in und um den Äquivalenzpunkt werden in 3 „Zonen“ eingeteilt. 1. „Vorperiode “, 2. „Hauptperiode“ und 3. „Nachperiode“. In diesen Bereichen kann annähernd ein linearer Verlauf angenommen werden. Durch die Messpunkte der drei Perioden werden vom Computer jeweils einzelne Ausgleichsgeraden gelegt. (Zuhause können die Schüler die drei Ausgleichsgeraden mit Hilfe eines Geo-Dreiecks einzeichnen). Der Mittelwert der x-Werte der beiden Schnittpunkte der drei Geraden ist das Volumen im Äquivalenzpunkt.

Auswerten aufrufen mit:		oder im Hauptmenü: ⇨Auswerten ⇨ „Drei-Geraden-Methode“			
Folgen Sie den Anweisungen für die **1. Vorperiode**, **2. Hauptperiode** und **3. Nachperiode**; dann:				Weiter	
Ergebnis des Rechners: Volumen im Äquivalenzpunkt: 10,23 mL / zugehöriger pH- Wert: 7,09					
Einzeichnen des Äquivalenzpunktes	Zeichnen	Eintragen der Werte:	Beschriften	Ende:	Fertig



2. Möglichkeit über die Steigung (1.Ableitung)

Auswerten aufrufen mit:	oder im Hauptmenü: ⇨Auswerten ⇨ Äquivalenzpunkte (1. Abl.)		
	Empfindlichkeit **0.662** ⇨**OK**		
Ergebnis des Rechners: Volumen im Äquivalenzpunkt: 10,22 mL / zugehöriger pH- Wert: 6,82			
Einzeichnen des Äquivalenzpunktes	Zeichnen	Eintragen der Werte: Beschriften	Ende: Fertig



Berechnung des Gehaltes

Prinzip: Bei Äquivalenz gilt: n(HCl) = n(NaOH) also c(HCl) · V(HCl) = c(NaOH) · V(NaOH)

$$c(HCl) = \frac{c(NaOH) \cdot V(NaOH)}{V(HCl)}$$

Auswerten aufrufen im Hauptmenü: ⇨Extras ⇨ „Konzentrationsberechnung“

Titrationsmittel

Volumen (im Äquival.)	**10.365** mL (wird meist schon vom Programm vorgeschlagen)
Konzentration:	**0.1** mol/L
Titer	**1** (Konzentrationsfaktor)
Stöchiometrischer Faktor	
Titrationsmittel/Vorlage	**1** (laut Reaktionsgleichung: 1:1)
Vorlage-Volumen:	**10** mL

Der Rechner gibt die gewünschte Konzentration an: **0,01037** mol/L

OK

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