

UNIVERSITÄT  
BAYREUTH

Seminar „Übungen im Vortragen – PC“

Säure-Base-Titration

Christina Scharl, WS 12/13

Gliederung

[1 Prinzip 1](#_Toc45711620)

[2 Bestimmung einer Säure durch Halb-Titration 2](#_Toc45711621)

[3 Titration einer starken Säure mit einer starken Base 3](#_Toc45711622)

1. **Einstieg**: Wegen dem vielen Essen an den Weihnachtsfeiertagen kann es zu Sodbrennen kommen, dieses resultiert daraus, dass Magen-Säure in die Speise-Röhre gelangen konnte.



Abb. 1: Weihnachtsgans [8]



Abb. 2: Weihnachtsplätzchen [9]

# Prinzip

1. Bei **Säure-Base-Titrationen** wird eine unbekannte Stoff-Menge Säure (Base) durch Zugabe von einer Base (Säure) bekannter Konzentration bestimmt.
2. Der **Endpunkt** einer Titration ist der Äquivalenz-Punkt, an diesem Punkt wurde zur vorgelegten Säure (Base) eine stöchiometrisch äquivalente Menge Base (Säure) hinzugegeben.
3. Am **Neutral-Punkt** ist die Menge von OH--Ionen gleich der Menge der H+-Ionen und der pH = 7.

# Bestimmung einer Säure durch Halb-Titration

Bei schwachen Säuren kann der pKs -Wert durch Halb-Titration bestimmt werden. Am Halbäquivalenz-Punkt ist pH = pKs, hier ist die vorgelegte Säure (Base) zur Hälfte neutralisiert.

**Protolyse-Reaktion**:

Massenwirkungsgesetz:

Henderson-Hasselbalch-Gleichung:

Der Halbäquivalenz-Punkt liegt im Puffer-Bereich der Säure und der korrespondierenden Base, weshalb die Henderson-Hasselbalch-Gleichung auch Puffer-Gleichung genannt wird. Da [HA] = [A-]: pH = pKs .

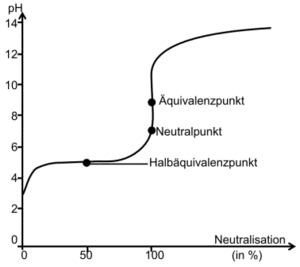


Abb. 3: Titrationskurve der Titration einer schwachen Säure (Essigsäure, c = 0,1 mol/l) mit einer starken Base (Natronlauge, c = 0,1 mol/l)

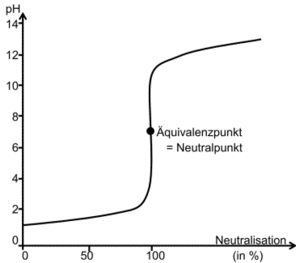


Abb. 4: Titrationskurve der Titration einer starken Säure (Salzsäure, c = 0,1 mol/l) mit einer starken Base (Natronlauge, c = 0,1 mol/l)

# Titration einer starken Säure mit einer starken Base

**Zeitbedarf**: 30 Minuten, Lehrende, 1

**Kompetenz/Zie**l:

**E**: Aufnahme und Deutung einer Titrationskurve.   
Handhabung einer Anordnung zur computergestützten Messwert-Erfassung.

**Material**:

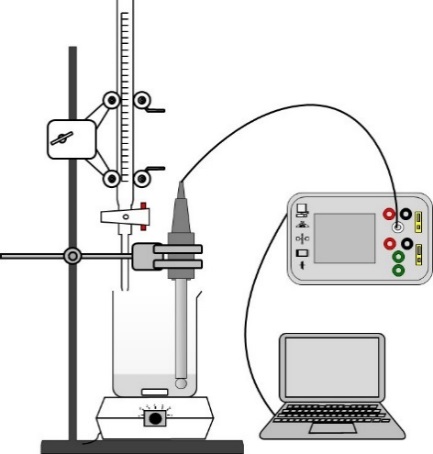
* Becherglas, 150 mL, hoch
* Becherglas, 400 mL, weit
* Magnetrührer, regelbar
* Magnetrührstäbchen, -Entferner
* Stativ
* Büretten-Klemme
* Trichter, d= 60 mm
* Bürette, 50 mL
* 2 Muffen, 2 Klammern
* Messpipette, 25 mL
* All-Chem-Misst II
* pH-Messkette (BCN-Anschluss)
* Computer
* Software AK Analytik

**Chemikalien**:

* + VE-Wasser
* Puffer pH 4 und pH 9
* Salzsäure  
  c= 0,1 mol/L   
  CAS-Nr.: 7647-01-0
* Maßlösung  
  Natronlauge  
  c= 0,1 mol/L   
  CAS-Nr.: 1310-73-2

**Vorbereitung**:

* Computer starten
* Versuch gemäß nebenstehender Skizze aufbauen. Hinweis: ggf. Halter für Messketten-Aufbewahrungsgefäß anbauen.
* Sicherstellen, dass der ACM II mit dem Computer verbunden ist.
* pH-Messkette an den pH-Eingang, dann ACM II an das Netzteil anschließen.
* Programm AK Analytik starten. Messgerät AK-MessII-1-Kanal auswählen. Schnell-Starter laden.
* Anschlüsse bestätigen, weiter.
* Messbereich automatisch festlegen lassen.
* Nach Wunsch die pH-Messkette nach der im Programm angegebenen Anleitung kalibrieren. Hierfür Puffer-Lösungen pH 4 und pH 9 verwenden: die pH-Elektrode eintauchen und den Puffer-pH eingeben. Nach jedem Wert die Elektrode mit wenig VE-Wasser spülen.
* Zur Messung „Titration über Volumen auf Tastendruck“ wählen. Volumenintervalle auf 1 mL und Gesamtvolumen auf 40 mL einstellen. „Direkt zur Messung gehen“.



**Durchführung**: Aufnahme der Titrationskurve:

* In dem 150 mL Becherglas ein Rührstäbchen und 25 mL Salzsäure vorlegen; pH-Messkette eintauchen und in einer Klammer spannen. Ggf. mit Wasser so auffüllen, dass die Messkette über das Diaphragma eintaucht. ACHTUNG: KEINE Blasen in Messkette!
* Messung durch Tasten-Druck starten.
* Aus der Bürette 1 mL Maß-Lösung auslaufen lassen, dann Leertaste drücken. Wiederholen bei 19 mL Zugabe.
* Natronlauge tropfenweise zugeben und den pH-Änderung dabei beobachten. Nach 20 mL Zugabe Tastendruck, weitere mL-Weise Zugabe/Tastendruck wie zuerst.
* Nach insgesamt 40 mL Natronlauge-Zugabe Messung stoppen (Software!).
* Kurve unter einem Namen im gewünschten Arbeitsbereich abspeichern.
* X-Achse (Volumen) sinnvoll anpassen. Wieder abspeichern.

**Beobachtung**: Es entsteht eine Titrationskurve, welche typisch ist für die Titration einer starken Säure mit einer starken Base.

**Berechnung**:

c(HCl): Konzentration der Salzsäure

c(NaOH): Konzentration der Natronlauge

VÄq(NaOH): Verbrauch der Natronlauge bis zum Äquivalenzpunkt

VGes: Gesamtvolumen der vorgelegten Säure und zugegebenen Base zum jeweiligen Zeitpunkt

VZu NaOH): Volumen der zugegebenen Natronlauge zum jeweiligen Zeitpunkt

V(HCl): Volumen der vorgelegten Salzsäure

n(H3O+): Stoffmenge der Oxoniumionen zum jeweiligen Zeitpunkt

n(OH-): Stoffmenge der Hydroxidionen zum jeweiligen Zeitpunkt

Stoffmenge der zugegebenen Natronlauge: nZu(NaOH) = VZu(NaOH) \* c(NaOH)

Stoffmenge der vorgelegten Säure: n(HCl) = V(HCl) \* c(HCl)

**Konzentration der vorgelegten Säure**:

**pH bei Beginn der Titration**:

**pH < 7**:

**pH am Äquivalenz-Punkt**: c(H3O+) = c(OH-)

**pH > 7:**

1. **Zusammenfassung**:
   * + Die Säure-Base-Titration ist ein wichtiges qualitatives Analyse-Verfahren.
     + Mit den Messwerten der Titration und Rechnungen lassen sich Titrationskurven erstellen.
     + Die Bestimmung von Eigenschaften, wie etwa der pKs-Wert ist damit möglich.
     + Die Anwendung erfolgt in vielen Bereichen, wie z. B. in der Pharmazie: Medikamente wie Maaloxan sollen die Magen-Säure neutralisieren und Sodbrennen lindern. In Maaloxan ist die starke Base Magnesiumhydroxid enthalten.



Abb. 5: Maaloxan [10].

**Quellen:**

1. Riedel, Janiak: Anorganische Chemie, 7. Auflage, Walter de Gruyter, Berlin, 2007
2. Mortimer, Müller: Chemie, 9. Auflage, Thieme, Stuttgart, 2007
3. <http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/experimente/standard/0712b_hcl_titration_halbautomatisch.htm>, 01.10.13 (Quelle verschollen, 14.07.2020)
4. Atkins, Physikalische Chemie, 1. Auflage, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 1987
5. <http://www.lecker.de/media/redaktionell/leckerde/rezeptsammlungen/weihnachten_1/weihnachtsgans/hbv_781/weihnachtsgans-majoran-aepf.jpg>, 21.12.12 (Quelle verschollen, 14.07.2020)
6. <http://images-photo-s.de/bilder/fotos/images/photos/2011/10/weihnachten-schokolade.jpg>, 21.12.12 (Quelle verschollen, 14.07.2020)
7. <http://www.volksversand.de/netto/product_info.php?products_id=2011112>, 21.12.12 (Quelle verschollen, 14.07.2020)
8. Weihnachtsgans: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Christmas-goose-(Weihnachtsgans)_1.jpg?uselang=de>; Urheber: Jürgen Howaldt; Lizenz: [„Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 2.0 Deutschland“](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/de/deed.de); 14.07.2020
9. Plätzchen: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Weihnachtskeks(RobertK).jpg?  
   uselang=de](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Weihnachtskeks(RobertK).jpg?uselang=de); Urheber: RobertK; Lizenz: [„Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 2.0 Deutschland“](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/de/deed.de); 14.07.2020
10. Maloxan: <https://www.maaloxan.de/wirkstoffe.html>; 14.07.2020