

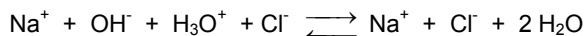
# Neue Medien im Chemieunterricht – Varianten der Säure- Base- Titration

Frank Liebner

Die Volumetrie, auch Titration genannt, ist eine quantitative Analysenmethode in der Chemie. Volumetrische Bestimmungen können in der Regel mit einfachen Geräten ausgeführt werden und erfordern wenig Zeit.

Die Nutzung von modernen Messgeräten in Form von Handheldtechnologie ermöglicht eine neue Herangehensweise an die Behandlung des Analysenverfahrens im Unterricht. Unter Nutzung des eigenen Rechners, des CBL 2™ und entsprechender Messfühler wie Temperatursensor, pH- Sensor und Leitfähigkeitssensor können die Schüler selbst experimentieren.

Nachfolgend werden drei „Varianten“ der Säure- Base- Titration am Beispiel der Reaktion von Natronlauge mit Salzsäure vorgestellt. Die im Teilchenbereich ablaufenden Veränderungen werden durch die folgende Reaktionsgleichung beschrieben.



Das Wesen jeder Neutralisation ist die Reaktion von Hydronium( $\text{H}_3\text{O}^+$ )- und Hydroxid( $\text{OH}^-$ )- Ionen zu Wassermolekülen ( $\text{H}_2\text{O}$ ) durch einen Protonenübergang. Diese Tatsache bildet die Grundlage für die durchzuführenden Messungen.

## Experiment I

Dem Experiment I liegt eine pH- Wertmessung zu Grunde. Mittels des pH- Sensors kann die Veränderung der Stoffmengenkonzentration der Hydronium- Ionen der Salzsäure bei Zugabe von Natronlauge gemessen werden.

Einer Verringerung der Stoffmengenkonzentration der Hydronium- Ionen durch Neutralisation und damit der langsamen Erhöhung des pH- Wertes folgt ein pH- Wertsprung, der den Endpunkt der Titration (Äquivalenz- und Neutralpunkt;  $\text{pH} = 7$ ) enthält. Durch weitere Zugabe von Natronlauge erhöht sich die Konzentration der Hydroxid- Ionen und damit der pH- Wert.



Abb. 1

100 ml Salzsäure der Stoffmengenkonzentration  $c = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  werden mit Natronlauge der Stoffmengenkonzentration  $c = 1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  titriert. Eine pH- Wertmessung wird nach Zugabe von jeweils 1 ml Natronlauge durchgeführt. Die Messung ist nach Aufnahme von 15 Messwerten beendet.

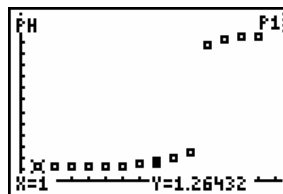


Abb. 2

## Experiment II

Grundlage für die Durchführung dieses Experimentes ist die Änderung der Leitfähigkeit von Lösungen durch Änderungen der Stoffmengenkonzentration von Ionen. Mittels eines Leitfähigkeitssensors werden auftretende Veränderungen gemessen.

Bei Zugabe von Natronlauge zur Salzsäure kommt es zu oben beschriebener Neutralisation. Dabei verringert sich die Konzentration der Hydronium-Ionen in der Lösung. Durch eine geringere relative Ionenbeweglichkeit der ebenfalls zugegebenen Natrium-Ionen im Vergleich zu den Hydronium-Ionen sinkt die Leitfähigkeit der Lösung.

Am Äquivalenzpunkt (Neutralpunkt) besitzt die Lösung die geringste Leitfähigkeit. Danach steigt diese aufgrund der zunehmenden Hydroxid-Ionenkonzentration wieder an.



Abb. 3

100 ml Salzsäure der Stoffmengenkonzentration  $c = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  werden mit Natronlauge der Stoffmengenkonzentration  $c = 1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  titriert. Eine Leitfähigkeitsmessung wird nach Zugabe von jeweils 1 ml Natronlauge durchgeführt. Die Messung ist nach Aufnahme von 20 Messwerten beendet.

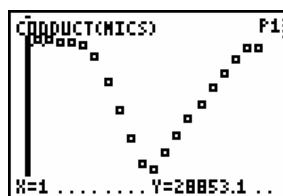


Abb. 4

## Experiment III

Bei der Reaktion von Hydroxid- mit Hydronium- Ionen kommt es zu einer Energieumwandlung und damit zur Abgabe von Wärme. Die daraus resultierende Temperaturänderung der Lösung wird mittels Temperatursensor gemessen.

Die aufgezeichnete Kurve zeigt zuerst einen Anstieg der Temperatur, der durch die ablaufende Neutralisationsreaktion zu erklären ist.

Das Temperaturmaximum gibt den Äquivalenzpunkt (Neutralpunkt) an. Der sich anschließende Temperaturabfall kommt durch das Ausbleiben der Reaktion und dem eintretenden Verdünnungseffekt zustande.

20 ml Natronlauge der Stoffmengenkonzentration  $c = 1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  werden in ein Kalorimetergefäß gegeben und deren Temperatur bestimmt.



Abb. 5

Unter Rühren gibt man siebenmal je 5 ml Salzsäure der Stoffmengenkonzentration  $c = 1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  in die Natronlauge und bestimmt nach jeder Säurezugabe die Temperatur.

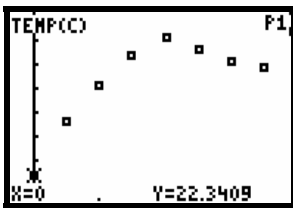


Abb. 6

Die beschriebenen Experimente eignen sich sowohl zur Erarbeitung als auch zur Bestätigung der zu Grunde liegenden

Gesetzmäßigkeiten und zum Einsatz in der analytischen Chemie.

Der Einsatz von z.B. Ethansäure der Stoffmengenkonzentration  $c = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  statt Salzsäure ermöglicht den Vergleich der Titration von starken bzw. schwachen Säuren mit starken Basen. Schüler können durch die Interpretation der entsprechenden Graphen z.B. erkennen, dass es beim Einsatz von schwachen Säuren Unterschiede zwischen Äquivalenz- und Neutralpunkt gibt.

#### Hinweis:

Seit dem Jahre 2005 entwickeln und testen Lehrerinnen und Lehrer aus mehreren Bundesländern für T<sup>3</sup>-Deutschland verschiedene Experimente aus den Bereichen Chemie und Naturwissenschaften. Als Ergebnis präsentiert die Arbeitsgruppe eine Handreichung unter dem Titel:

„Experimenteller Chemieunterricht - Datenerfassung mit dem CBL 2™“.

In dem Material finden Sie eine kurze Einführung in die Handhabung der verwendeten Software, Anleitungen für 9 Experimente und Kopiervorlagen zum Einsatz im Unterricht. Dieses Material wird durch die Autoren ständig erweitert.

Weitere Informationen und Materialien finden Sie im Internet unter <http://www.t3deutschland.de>.

#### Autor

Frank Liebner, Herrnhut (D)  
Geschwister-Scholl-Gymnasium Löbau  
[Frank.Liebner@zi.sda.de](mailto:Frank.Liebner@zi.sda.de)