

I.E.23

Grundlagen: Säuren – Basen – Salze

Die Titration – Neutralisationsreaktion zur Bestimmung der Konzentration einer Base

Ein Beitrag von Sandra Kaut, Hamburg

Mit Illustrationen von Julia Lenzmann, Stuttgart



© RAABE 2019

© Shutterstock/Getty Images Plus

Ach herrje, der arme Maler-Azubi Tom soll die Basen im Lager nach ihrer Konzentration ordnen, allerdings sind die Etiketten nicht mehr zu entziffern. Wie kann er bloß die Konzentrationen der Basen bestimmen?

Ihre Schülerinnen und Schüler planen eigenständig einen Versuch, um Tom bei seinem Problem zu helfen. Dabei lernen sie die Neutralisationsreaktionen sowie einen Anwendungsbereich kennen: das Verfahren der Titration.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	9
Dauer:	5 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	1. Phänomene der Stoffumwandlung bei Neutralisationsreaktionen beschreiben; 2. Ein Experiment zur Beantwortung einer Ausgangsfrage und zur Überprüfung ihrer Vermutung planen; 3. Experimente selbstständig durchführen und protokollieren; 4. Eine Titrationskurve zeichnen und auswerten
Thematische Bereiche:	Titration, Neutralisationsreaktion, Säure-Base-Reaktionen

Hintergrundinformationen

Neutralisationsreaktion

Bei einer Neutralisation reagiert eine bestimmte Menge einer Säure mit einer bestimmten Menge einer Base zu Wasser und einem Salz. Die beiden Flüssigkeiten neutralisieren sich also. Dabei gibt die Säure – nach Brønstedt der Protonendonator – ein Proton ab und die Base – nach Brønstedt der Protonenakzeptor – nimmt ein Proton auf. Das Produkt aus Konzentration und Volumen der Säure ist dabei gleich dem Produkt aus Konzentration und Volumen der Base:

$$c(\text{Säure}) \cdot V(\text{Säure}) = c(\text{Base}) \cdot V(\text{Base})$$

Säure-Base-Titration

Der Säure-Base-Titration liegt dieses Prinzip der Neutralisation zugrunde, bei der die Konzentration einer Säure oder einer Base experimentell ermittelt werden kann. Dabei tropft man so lange eine Säure (oder Base) bekannter Konzentration zu einem gewissen Volumen der Base (oder Säure) mit der unbekannt Konzentration, bis der in der Lösung enthaltene Indikator den Neutralpunkt anzeigt. Im Anschluss liest man das verbrauchte Volumen der Säure (oder Base) mit bekannter Konzentration ab und kann die Konzentration der Base (oder Säure) mit unbekannter Konzentration berechnen.

Hinweise zur Didaktik und Methodik

Fachbegriffe „Säure“, „Base“, „saure Lösung“ und „basische Lösung“

Die folgenden Fachbegriffe kommen häufig in der Säure-Base-Thematik zur Anwendung: *Säure, saure Lösung, Base, alkalische Lösung, basische Lösung und Lauge*. Hier hilft die **exakte Ausdrucksweise des Lehrkörpers** dem besseren Verständnis der Schülerinnen und Schüler¹. Es ist sinnvoll, sich auf die Begriffe „Säure und Base“ auf der einen Seite und „saure Lösung und basische Lösung“ auf der anderen Seite zu beschränken. Die Begriffe „alkalische Lösung“ und „Lauge“ haben kein sinnvolles „Gegenüber“, da der Begriff des „Alkali“ heutzutage kaum verwendet wird. So liegt es in Ihrer Verantwortung, auf die **korrekten Begrifflichkeiten** zu achten, damit der Schüler nicht verwirrt wird. Um die Begriffe einheitlich zu verwenden, wird daher durchgängig der Begriff „Base“ verwendet, auch wenn in einem Malerbetrieb wahrscheinlich eher von Laugen gesprochen wird. Bei leistungsstarken Lerngruppen können Sie diese Differenz thematisieren.

Voraussetzungen der Lerngruppe

Die Unterrichtseinheit setzt voraus, dass Ihre Schüler bereits Vorwissen zum Thema Säuren und Basen haben. Sie sollten wissen, dass Säuren nach Brønstedt Protonendonatoren sind sowie mindestens einen Indikator und dessen Farbumschlagbereich kennen. Aufgrund der ätzenden Wirkung von sauren und basischen Lösungen sollten die Schüler im Experimentieren geschult sein und Sicherheitsvorschriften einhalten können.

Durchführung

In dieser Einheit steht der Kompetenzbereich der Erkenntnisgewinnung im Mittelpunkt. Die Lerngruppe entwickelt zwei Versuche selbstständig. Der erste Versuch ist leicht zu planen, um die Schüler an dieses Vorgehen zu gewöhnen, die Planung des zweiten Versuchs ist deutlich anspruchsvoller.

¹ Im weiteren Verlauf der Einheit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit nur „Schüler“ verwendet.

Der Einstieg in das Thema erfolgt mit **Farbseite M 1** (falls gewünscht, auch als Folie geeignet), die in einem Comic über den Maler-Azubi Tom die Frage aufwirft, ob es möglich sein kann, dass eine ätzende Säure und eine ätzende Base zusammen einen ungefährlichen, neutralen Stoff ergeben. Diese Problematik animiert die Schüler dazu, eigene Lösungsansätze zu finden und einen entsprechenden Untersuchungsplan aktiv in die Tat umzusetzen.

In den ersten beiden Stunden planen die Schüler mithilfe der Methode **Think-Pair-Share** eigene Versuche, mit denen sie überprüfen, ob sich eine Säure tatsächlich mit einer Base neutralisieren lässt (**Arbeitsblatt M 1**). Nach Absprache mit der Lehrkraft führen sie in einer Gruppenarbeitsphase die Versuche durch und protokollieren die Versuchsplanungen und -durchführungen.

Die Schüler stellen sich ihre Versuchsergebnisse gegenseitig in einer Plenumsphase vor. Sie gehen dabei auf ggf. unterschiedliche Versuchsergebnisse ein und führen eine **Fehleranalyse** durch. Ist es einigen Schülern nicht gelungen, die beiden Lösungen zu neutralisieren, kann ein **Lehrerversuch** folgen, der zeigt, dass dies möglich ist. Anhand von **Arbeitsblatt M 3** erarbeiten sich die Schüler die Beziehung zwischen der Konzentration und dem Volumen zweier Lösungen und den Begriff der **Titration**.

Zu Beginn der dritten und vierten Stunde wird ein neues Problem aufgeworfen: Maler-Azubi Tom soll nun Basen im Lager nach ihrer Konzentration ordnen, deren Etiketten sind aber nicht lesbar. In Gruppen planen die Schüler mithilfe von **Arbeitsblatt M 4** einen Versuch, um die Konzentrationen der Basen zu ermitteln. Dabei stehen ihnen die **Tippkarten M 5** zur Verfügung. Nach der Versuchsdurchführung werten die Schüler ihre Versuche mithilfe von **Arbeitsblatt M 6** aus. Besonders schnelle Gruppen können sich zudem eine Titrationskurve erarbeiten (Vorlage dazu auf der CD 69).

Im Anschluss werden die Versuchsergebnisse besprochen und die Titrationskurve in einer Plenumsphase erläutert.

Den Abschluss der Unterrichtseinheit bilden eine selbstständige **Überprüfung** und **Wiederholung** mittels **Arbeitsblatt M 7** sowie **Arbeitsblatt M 8**, das als abschließender Kurztest eingesetzt werden kann.

Mögliche Weiterführung der Einheit:

Die Unterrichtseinheit eignet sich als Abschluss der Einheit „Säuren, Basen und ihre Reaktionen“. Sie können nach der Einheit einen kurzen Exkurs zu den Themen „Organische Säuren“ oder „Säuren in der Natur und Puffersysteme“ (z. B. Blutpuffer) anschließen. Diese Themen eignen sich ebenfalls gut für Schülerreferate.

Literatur

Haim, Kurt u. a.: Chemie macchiato: Cartoon-Chemiekurs für Schüler und Studenten. Addison-Wesley Verlag. München 2007.

Mithilfe vieler Cartoons bringt dieses Buch die Grundlagen der Chemie auf humorvolle Weise näher. Der Stoff wird leicht verständlich erklärt und durch viele lustige Beispiele aufgelockert. Das Kapitel beschäftigt sich ausführlich mit dem Thema „Säuren und Basen“.



Auf einen Blick

Lv = Lehrerversuch Tx = Informationstext

Sv = Schülerversuch Ab = Arbeitsblatt

1./2. Stunde





Thema: Neutralisation

M 1 (Sv) Ätzend plus ätzend gleich neutral – ist das möglich?

Ätzend plus ätzend gleich neutral?

Dauer: Vorbereitung: 10 min Durchführung: 10 min

Chemikalien:

- Natronlauge (c = 0,2 mol/l) 
- Salzsäure (c = 0,1 mol/l)  
- Universalindikator-Lösung 

Geräte:

- 1 Schutzbrille (pro Schüler)
- 2 Bechergläser (pro Gruppe)
- Pipetten

M 2 (Ab) Versuchsprotokoll: Ätzend plus ätzend gleich neutral?









M 3 (Ab) Neutralisation – sauer und basisch heben sich auf



Die GBUs finden
Sie auf der CD 69.

VORSCHAU

3.–5. Stunde**Thema:** Titration**M 4 (Sv)** So ein Chaos! – Wie bestimmen wir die Konzentrationen der Basen?**So ein Chaos! – Wie bestimmen wir die Konzentrationen der Basen?****Dauer:** Vorbereitung: 15 min Durchführung: 20 min

- Chemikalien:**
- Leitungswasser
 - Phenolphthalein-Lösung (< 1 %) 
 - Universalindikator-Lösung 
 - Salzsäure (c = 0,1 mol/l)   
 - Natronlauge (c = 0,1 mol/l) 
 - Natronlauge (c = 0,15 mol/l) 
 - Natronlauge (c = 0,2 mol/l) 

- Geräte:**
- 1 Schutzbrille (pro Schüler)
 - 1 Spritzflasche mit dest. Wasser
 - 1 Becherglas
 - 1 Erlenmeyerkolben
 - Reagenzgläser
 - Pasteurpipetten
 - 1 Messpipette
 - 1 Bürette mit Stativ
 - 1 Magnetrührer mit Magnetfisch
 - 1 Bunsenbrenner



Die GBUs finden Sie auf der CD 69.

M 5 (Tx) Wie bestimmen wir die Konzentrationen der Basen? – Tippkarten**M 6 (Ab)** Wir werten unseren Versuch aus – Titration**M 7 (Ab)** Teste dich selbst! – Bist du ein Neutralisationsprofi?**M 8 (Ab)** Jetzt weiß ich's! – Neutralisation und Titration

M 1

Ätzend plus ätzend gleich neutral – ist das möglich?

Maler-Azubi Tom bei der Arbeit ...



© RAABE 2019

Aufgaben

Entwickelt einen Versuch, mit dem ihr die Aussage des Meisters überprüfen könnt.

1. **Denkt** erst allein über einen möglichen Versuch **nach**. **Tauscht** euch anschließend mit eurem Sitznachbarn **aus** und **besprecht** eure Ideen abschließend in eurer Gruppe.
2. **Besprecht** euer Vorgehen mit dem Lehrer, bevor ihr mit dem Versuch beginnt.
3. **Führt** den Versuch **durch** und **fertigt** ein Versuchsprotokoll **an**.

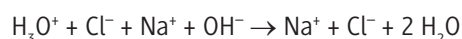


M 3

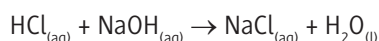
Neutralisation – sauer und basisch heben sich auf

Die saure Wirkung der Salzsäure und die basische Wirkung der Natronlauge heben sich auf, wenn bestimmte Mengen der beiden Lösungen ineinander gelöst werden. Die positiven Oxonium-Ionen in der sauren Lösung (H_3O^+) und die negativen Hydroxid-Ionen in der basischen Lösung (OH^-) ziehen sich an. Aufgrund des Protonenübergangs vom H_3O^+ - auf das OH^- -Ion entladen sich die Ionen und es bilden sich Wassermoleküle.

Reaktionsgleichung:



Kurzschreibweise:



Für das Neutralisieren von Lösungen sind deren Konzentrationen wichtig. Um 5 ml Salzsäure zu neutralisieren, benötigt man also nicht unbedingt 5 ml Natronlauge. Die beiden Lösungen neutralisieren sich nur, wenn sie auch die gleiche Konzentration haben.

Die Konzentration einer Lösung hängt von der gelösten Stoffmenge ab.

Diese wird in Mol pro Liter (mol/l) angegeben.

Beispiel: Für Natronlauge mit der Konzentration $c = 1 \text{ mol/l}$ muss man ein Mol festes Natriumhydroxid in einem Liter Wasser lösen.

Bei der Neutralisation reagiert ein Oxonium-Ion mit einem Hydroxid-Ion zu zwei Wasser-Molekülen. Es reagieren dementsprechend ein Mol Oxonium-Ionen mit einem Mol Hydroxid-Ionen zu Wasser. Deshalb lässt sich mit einer Base bekannter Hydroxid-Ionenkonzentration die unbekannte Oxonium-Ionenkonzentration einer Säure bestimmen. Dieses Verfahren nennt man Maßanalyse oder Titration.

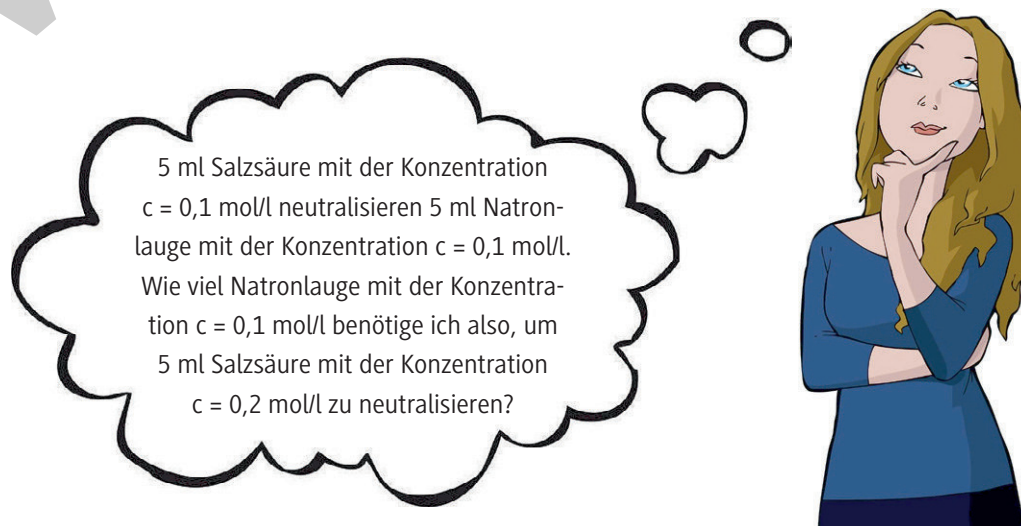
Dabei gilt folgende Beziehung:

$$\text{Konzentration (Säure)} \cdot \text{Volumen (Säure)} = \text{Konzentration (Base)} \cdot \text{Volumen (Base)}$$

$$c(\text{Säure}) \cdot V(\text{Säure}) = c(\text{Base}) \cdot V(\text{Base})$$

Aufgabe

Lies den Text durch und hilf Lena bei der Beantwortung ihrer Frage (**berechne**).



5 ml Salzsäure mit der Konzentration $c = 0,1 \text{ mol/l}$ neutralisieren 5 ml Natronlauge mit der Konzentration $c = 0,1 \text{ mol/l}$. Wie viel Natronlauge mit der Konzentration $c = 0,1 \text{ mol/l}$ benötige ich also, um 5 ml Salzsäure mit der Konzentration $c = 0,2 \text{ mol/l}$ zu neutralisieren?