

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Berechnung von pH-Werten saurer und basischer Lösungen des Alltags II

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de

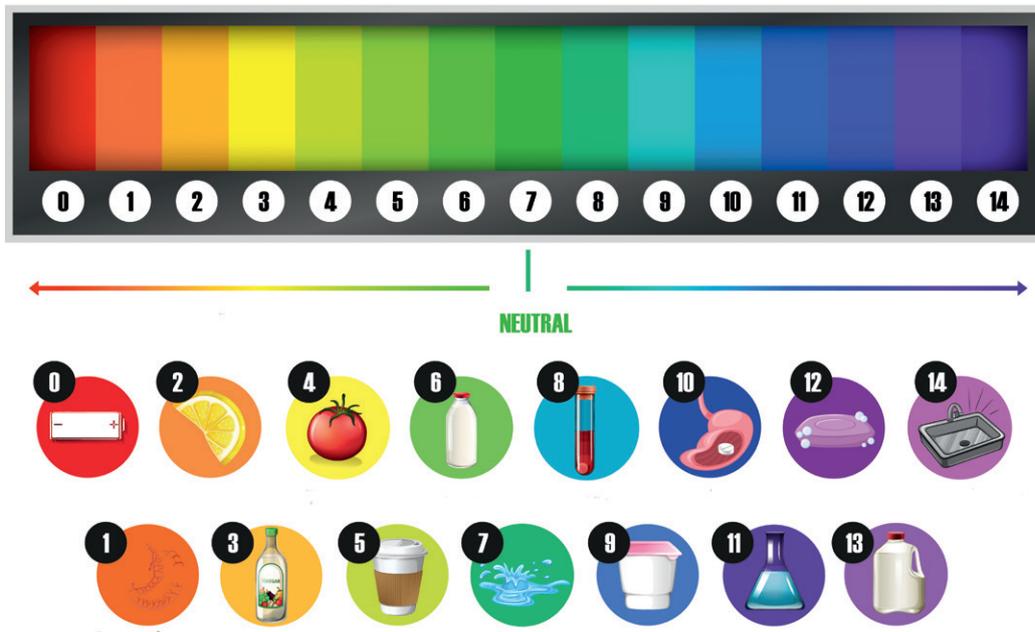


II.D.14

Säuren – Basen – Salze

Berechnung von pH-Werten saurer und basischer Lösungen des Alltags II

Ein Beitrag von David Keller



Verändert nach: © bluringmedia/Stock/Getty Images Plus

In unserem Alltag begegnen wir nicht nur Säuren und Basen, sondern auch Ampholyten. Wasser ist wohl das bekannteste Beispiel. Puffer können den pH-Wert eines wässrigen Systems in gewissen Grenzen konstant halten. Vor zu starker Demineralisation durch Säuren werden unsere Zähne von Hydrogencarbonat-Ionen im Speichel geschützt. Titrations sind wichtige analytische Verfahren in chemischen Laboren, im Bereich der Umweltüberwachung sowie in der chemischen Industrie. Mit Säure-Base-Titrations kann die Konzentration einer sauren oder basischen Lösung ermittelt werden.

KOMPETENZPROFIL



Klassenstufe:	11–13
Dauer:	6 Unterrichtsstunden (3 Doppelstunden)
Kompetenzen:	1. Ampholyte; 2. Puffer; 3. Titration; 4. Rechenaufgaben; 5. Spiel
Thematische Bereiche:	pH-Wert-Berechnungen, Ampholyte, Puffer, Säuren und Basen, Neutralisation, Salze, chemisches Gleichgewicht
Medien:	Texte, Experimente, Arbeitsblätter, Spiel, Interview

Hintergrundinformationen

Bei der Behandlung des pH-Werts in der Oberstufe dürfen die Themen „Ampholyte“ und „Puffer“ nicht fehlen. Ampholyte können je nach Reaktionspartner als Brønsted-Säure oder Brønsted-Base reagieren. Dies wird auch als Säure-Base-Amphoterie bezeichnet. Anhand von Strukturmerkmalen lassen sich Ampholyte in vier Gruppen einteilen: Verbindungen, die zur Autoprotolyse neigen, teilweise deprotonierte mehrprotonige Säuren, teilweise protonierte mehrwertige Basen und Verbindungen, die sowohl über saure als auch über basische funktionelle Gruppen verfügen.

Puffer bestehen aus einem Gemisch bestimmter Konzentration, einer schwachen Säure und meist der korrespondierenden Base. Sie können den pH-Wert eines wässrigen Systems beim Zutropfen einer Säure oder Base in gewissen Grenzen konstant halten. Je nach gewähltem Puffer und der Konzentration der Puffersäure/Pufferbase werden unterschiedliche pH-Werte gepuffert. Mit der Henderson-Hasselbalch-Gleichung wird der pH-Wert einer Pufferlösung berechnet.

Durch Säure-Base-Titrationsen kann die Konzentration einer sauren oder basischen Lösung bestimmt werden. Hierfür wird der Lösung ein pH-Indikator mit scharfem Farbübergang z. B. Thymolphthalein oder Bromthymolblau zugetropft und gegen eine bekannte Hydroxid- bzw. Oxonium-Ionen-Konzentration titriert. Aus dem Verbrauch der Maßlösung wird die Konzentration berechnet.



Hinweis: In den Materialien wird konsequent von Oxonium-Ionen (H_3O^+) gesprochen. Die Bezeichnung Hydronium-Ionen ist zwar weit verbreitet, aber nach IUPAC nicht mehr zu verwenden und veraltet.

Hinweise zur Didaktik und Methodik

Die Unterrichtseinheit besteht aus insgesamt sechs Stunden bzw. drei Doppelstunden. Die Schülerinnen und Schüler sollten bereits Grundlagenkenntnisse zum Säure-Base-Konzept nach Brønsted und Lowry sowie zum pH-Wert besitzen. Anhand von praxisnahen Beispielen wird eine Wiederholung/Vertiefung der Themen „Ampholyte“, „Puffer“ und „Säure-Base-Titrationsen“ vorgenommen. Als Einstieg dient ein Interview, in dem die Schülerinnen und Schüler erfahren, wie Hydrogencarbonat-Ionen im Speichel Zähne vor Karies schützen können (**M 1**). In dem Material wird eine Kontextorientierung vorgenommen. Ein Kontext ist durch einen Alltagsbezug sowie durch eine gewisse Komplexität gekennzeichnet. Es soll die Sinnhaftigkeit der Beschäftigung mit Chemie und die Bedeutung der Chemie bei fächerübergreifenden Themen herausgestellt werden (Parchmann & Ralle 2016). Im Interview (**M 1**) sind u. a. die Begriffe Ampholyt, Puffer und Titration enthalten. Zu diesen werden die fachwissenschaftlichen Hintergründe in den folgenden Materialien aufgezeigt. In einer Gruppenarbeit recherchieren die Schülerinnen und Schüler auf vorgegebenen Webseiten, welche Arten von Ampholyten es gibt, und notieren Beispielverbindungen (**M 2**). Mit dieser Methode können die Sozial- sowie die Medienkompetenz zugleich gefördert werden. Im Material wird zudem das Aufstellen von Reaktionsgleichungen geübt. Rechenaufgaben zu Ampholyten stehen in **M 3** mit abgestuften Hilfen (**M 4**) zur Verfügung. Sie untergliedern den Lösungsprozess in einzelne aufeinander aufbauende Teilschritte und verringern damit die kognitive Last (Sweller 1988). Die Schülerinnen und Schüler können einzelne Teilaufgaben lösen. Sind sie dabei erfolgreich, steigt ihre Selbstwirksamkeit. Das äußert sich laut Bandura (1977) in einer gesteigerten Selbstzufriedenheit und in einem positiven Selbsterleben. Auch lernen sie ein systematisches Vorgehen, das auf andere Aufgaben angewandt werden kann (Hermanns 2020). Scaffolds können sich zudem positiv auf die intrinsische Motivation von Lernenden auswirken (Keller 2021a). Diese ist im Gegensatz zur extrinsischen Motivation lernförderlich, da sich die Schülerinnen und Schüler aus eigenem Antrieb heraus mit einem

Thema befassen. Gegebene Summenformeln oder Chemikaliennamen ordnen die Lernenden in **M 5** den Kategorien Säure, Base/Lauge oder Ampholyt zu. Das Material kann analog als Gruppenzuordnung oder digital via *LearningApps* gespielt werden. Die Wirkungsweise von Puffern erarbeiten sich die Lernenden anhand von Experimenten (**M 6**). Rechenaufgaben zu Puffern inklusive abgestufter Hilfen (**M 7** und **M 8**) sind auch im Beitrag enthalten. Die theoretischen Hintergründe einer Titration und wie diese durchgeführt wird, erfahren die Lernenden in **M 9**. Auch ist hier eine Beispielrechnung zur Konzentrationsbestimmung einer Säure enthalten. Passend zum Eingangsmaterial (**M 1**) führen die Schülerinnen und Schüler in **M 10** eine Titration von frisch gepresstem Apfelsaft durch, berechnen den Säuregehalt und fertigen ein Fotoprotokoll an. Anhand eines Lückentextes (**M 11**) wird der Zusammenhang zwischen den behandelten Fachinhalten hergestellt. Er wurde auch digital in *LearningApps* umgesetzt, da so die Schülerinnen und Schüler flexibler in ihrer Freizeit üben können. Der Einbezug digitaler Medien sorgt für Methodenvielfalt in Ihrem Unterricht.

Fotoprotokoll

Ist wie ein normales Protokoll aufgebaut (Chemikalien und Geräte, Durchführung, Ergebnisse sowie Auswertung). Die Teile Chemikalien und Geräte sowie Durchführung und Ergebnisse werden mithilfe von Fotos dokumentiert. Sie bedürfen keiner Verschriftlichung. Nur der Teil Auswertung wird schriftlich dargestellt. Die Methode des Fotoprotokolls wird in **M 10** eingesetzt.

WebQuest

Bei der Methode des WebQuests sollen Aufgaben mithilfe von Informationen aus dem Internet bearbeitet werden. Entsprechende Seiten sind zur Recherche vorgegeben. Die Methode erlaubt, dass sich die Schülerinnen und Schüler mit fachlichen Inhalten auseinandersetzen und gleichzeitig ihre Medienkompetenz verbessern. Eine solche Internetrecherche führen die Lernenden in **M 2** durch.

LearningApps

Hierbei handelt es sich um ein Lern-Tool, welches ein individuelles Lernerlebnis der Schülerinnen und Schüler ermöglicht. Die Lehrkraft kann sich einen kostenlosen Account zulegen und die verschiedensten Inhalte: z. B. Pärchen bilden, Karten zuordnen, Memory, Lückentexte etc. erstellen. Aufgaben der Arbeitsblätter **M 5** und **M 11** stehen Ihnen auch als *LearningApp* kostenlos in digitaler Form und ohne Registrierung unter <https://learningapps.org/watch?v=pwhkt379n22> (**M 5**) bzw. <https://learningapps.org/watch?v=pzio1044322> (**M 11**) oder den nebenstehenden QR-Codes zur Verfügung. Diese Alternative gibt Ihnen durch die unmittelbare Rückmeldung zu den Lösungen die Möglichkeit, die Lernenden noch selbstständiger arbeiten zu lassen. Außerdem bekommt das Lernen dadurch einen spielerischen Charakter.

Sie wollen die *LearningApp* gerne noch passgenauer für Ihre Klasse? Hierfür rufen Sie die Links <https://learningapps.org/display?v=pwhkt379n22> (**M 5**) bzw. <https://learningapps.org/display?v=pzio1044322> (**M 11**) auf und klicken links unten auf „ähnliche LearningApp erstellen“. In der Maske können Sie nach Belieben Veränderungen vornehmen und die abgeänderte Kollektion in Ihrem eigenen Account abspeichern. Bitte beachten Sie, dass sich der Zugangslink dadurch ändert.



M 5:



M 11:



Durchführung

1./2. Stunde

In den ersten beiden Unterrichtsstunden geht es im weitesten Sinne um das Thema „Ampholyte“. Die Schülerinnen und Schüler lesen sich zunächst das Interview in **M 1** durch und notieren wichtige Aussagen sowie chemische Fachbegriffe. In einer Gruppenarbeit recherchieren sie, welche verschiedenen Ampholyten es gibt (**M 2**). Außerdem lösen sie Rechenaufgaben (**M 3**), zu denen abgestufte Hilfen (**M 4**) bereitstehen.



In einem Zuordnungsspiel ordnen die Schülerinnen und Schüler gegebene Verbindungen bzw. Summenformeln den Kategorien Säure, Base oder Ampholyt zu (**M 5**). Das Spiel kann analog oder via *LearningApps* gespielt werden.



3./4. Stunde

In die dritte Unterrichtsstunde wird mit einem Experiment eingestiegen, welches den Lernenden die Wirkungsweise eines Puffers verdeutlicht (**M 6**). Danach lösen sie Rechenaufgaben zu Puffern (hauptsächlich über die Henderson-Hasselbalch-Gleichung) (**M 7**), zu denen abgestufte Hilfen bereitstehen (**M 8**).



5./6. Stunde

In der fünften Unterrichtsstunde lernen die Schülerinnen und Schüler die Methode der Titration kennen, indem sie in einer Gruppenarbeit frisch gepressten Apfelsaft titrieren (**M 9** und **M 10**) und so die Konzentration der Apfelsäure bestimmen. Hierdurch wird ein Bezug zu **M 1** hergestellt. Zum Experiment ist ein Fotoprotokoll anzufertigen. Abschließend füllen die Lernenden einen Lückentext aus, der den Themenbereich zusammenfasst (**M 11**). Er steht in analoger oder digitaler Form via *LearningApps* zur Verfügung.



Literatur

- ▶ Arnold, K., et al. (2013) Chemie Oberstufe – Gesamtband: Allgemeine Chemie, Physikalische Chemie, Organische Chemie. 1. Auflage, 3. Druck. Volk und Wissen: Berlin.
- ▶ Bandura, A. Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review* (1977), 84, (2), 191–215.
- ▶ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2005) Qualität von Tafeläpfeln im Einzelhandel – eine Marktanalyse 2002 bis 2004 für die Region Bayern. Erhältlich unter: https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/p_19815.pdf
- ▶ Bentz, K. (2020) G8 Abituraufgaben Chemie Carbonsäuren und Derivate. Erhältlich unter: <https://chemieabitur.de/wp-content/uploads/OG-G8-Abituraufgaben-Chemie-Carbonsaeuren-und-Derivate.pdf>
- ▶ Binnewies, M., Jäckel, M., Willner, H., Rayner-Canham, G. (2010) Allgemeine und Anorganische Chemie. 2. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag: Heidelberg.
- ▶ Deutsche Apotheker Zeitung (1998) Speicheltest: Wie hoch ist das Kariesrisiko? Erhältlich unter: <https://www.deutsche-apotheker-zeitung.de/daz-az/1998/daz-25-1998/uid-3549>
- ▶ DocMedicus. Puffer-Kapazitätsbestimmung. Erhältlich unter: <http://www.zahngesundheit-online.com/Kariologie/Puffer-Kapazitaetsbestimmung/>
- ▶ Hermanns, J. How should stepped supporting tools be designed to support non-major chemistry students while solving tasks in organic chemistry – results of a think-aloud study. In: *Progress in Science Education* (2020), 3, (1), 9–25. Erhältlich unter: <https://e-publishing.cern.ch/index.php/prise/issue/view/105>

- ▶ Holleman, A. F., Wiberg, E., Wiberg, N. (1995) Holleman-Wiberg: Lehrbuch der Anorganischen Chemie. 101. Auflage. Walter de Gruyter: Berlin.
- ▶ Johnstone, A. H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. In: J. Chem. Educ. (1993), 70, (9), 701–705.
- ▶ Keller, D. (2020) Das Einstellen und Beeinflussen von Gleichgewichtsreaktionen nach Le Chatelier. In: RAAbits Chemie, Raabe Fachverlag für die Schule: Stuttgart.
- ▶ Keller, D. (2021a) Weiterentwicklung von Aufgaben-Navigatoren als digitale Tools sowie deren Erprobung und Evaluation, Masterarbeit Universität Potsdam.
- ▶ Keller, D. (2021b) Berechnung von pH-Werten saurer- und basischer Lösungen des Alltags I. In: RAAbits Chemie, Raabe Fachverlag für die Schule: Stuttgart.
- ▶ Obst-Ex-Press Inhaltsstoffe im Apfelsaft.
Erhältlich unter: <https://www.obst-ex-press.de/tipps-hinweise/apfelsaft/>
- ▶ Parchmann, I., Ralle, B. Chemie im Kontext. Lernen von und in sinnstiftenden Zusammenhängen. In: PdN (2016), 65, (5), 14–18.
- ▶ Sweller, J. Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. In: Cognitive Science (1988), 12, (2), 257–285.

Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt, Hk = Hilfekarten, La = LearningApp, LEK = Lernerfolgskontrolle, Sp = Spiel, SE = Schülerexperiment



Vorbemerkung

Die GBU zu den verschiedenen Experimenten finden Sie im **Online-Archiv**.

1./2. Stunde

Themen: Hydrogencarbonat-Ionen im Speichel, wichtige Ampholyte und Berechnungen zu Ampholyten

- M 1 (Ab)** Das Geheimnis schöner Zähne
- M 2 (Ab)** Überblick zu Ampholyten
- M 3 (Ab)** pH-Wert-Berechnungen zu Ampholyten
- M 4 (Hk)** Abgestufte Hilfen zur pH-Berechnung von Ampholyten
- M 5 (Sp, La)** Zuordnungsspiel Säure/Base oder Ampholyt

Benötigt: Ggf. Smartphone oder Tablet
 <https://learningapps.org/watch?v=pwhkt379n22>

3./4. Stunde

Themen: Was sind Puffer in der Chemie, Rechenaufgaben zu Puffer (Henderson-Hasselbalch-Gleichung)

M 6 (Ab, SE) Modellexperiment zur Wirkungsweise eines Puffers

SE 1: Wirkungsweise eines Essigsäure-Acetat-Puffers

Dauer: Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 10 min

Chemikalien: Wasser Universalindikator-Lösung  
 Essigsäure (0,1 M) Salzsäure (0,1 M)
 Natriumacetat-Lösung (0,1 M) Natriumhydroxid-Lösung (0,1 M)

Geräte: 4 Reagenzgläser Weiße Kontrastwand
 6 skalierte Pasteurpipetten Schutzbrille
 Reagenzglasständer Kittel
 pH-Wert-Skala des Universalindikators

M 7 (Ab) Rechenaufgaben zu Puffer-Lösungen

M 8 (Hk) Abgestufte Hilfen: Rechenaufgaben zu Puffer-Lösungen

5./6. Stunde**Themen:** Säure-Base-Titration, Wiederholung Ampholyte, Puffer und Titrationsen**M 9 (Ab)** Säure-Base-Titrationsen**M 10 (Ab, SE)** Titration von frisch gepresstem Apfelsaft**SE 2:** Bestimmung des Säuregehaltes eines Apfels**Dauer:** Vorbereitung: 10 min, Durchführung: 30 min

Chemikalien:

<input type="checkbox"/> Wasser	<input type="checkbox"/> Thymolphthalein-Ethanol-
<input type="checkbox"/> frischer Apfelsaft (saure Sorte)	Lösung
	<input type="checkbox"/> Natriumhydroxid-Lösung (0,05 M)

Geräte:

<input type="checkbox"/> Reibe	<input type="checkbox"/> Vollpipette (10 ml)
<input type="checkbox"/> Schüssel	<input type="checkbox"/> Peleusball
<input type="checkbox"/> Nudelsieb	<input type="checkbox"/> Trichter
<input type="checkbox"/> Topf	<input type="checkbox"/> 2 Bechergläser (50 ml, 250 ml)
<input type="checkbox"/> Kaffeefilter	<input type="checkbox"/> Weiße Unterlage
<input type="checkbox"/> Bürette	<input type="checkbox"/> Schutzbrille
<input type="checkbox"/> Stativ mit Bürettenhalter	<input type="checkbox"/> Kittel
<input type="checkbox"/> 3 Erlenmeyerkolben (250 ml)	
<input type="checkbox"/> Standzylinder (100 ml)	

M 11 (La, LEK) Überprüfen Sie Ihr Wissen rund um Ampholyte, Puffer und Säure-Base-Titrationsen

Benötigt:

- Ggf. Smartphone oder Tablet
- <https://learningapps.org/watch?v=pzio1044322>

Erklärung zu Differenzierungssymbolen

	Tauchen diese Symbole auf, sind die Materialien differenziert. Es gibt drei Niveaustufen, wobei nicht jede Niveaustufe extra ausgewiesen wird.	
einfaches Niveau	mittleres Niveau	schwieriges Niveau

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

*Berechnung von pH-Werten saurer und basischer Lösungen
des Alltags II*

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de

