

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Säuren, Basen, Salze: Berechnung von pH-Werten

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



H.D.13
Säuren – Basen – Salze
Berechnung von pH-Werten saurer und basischer Lösungen des Alltags I
Ein Beitrag von Daniel Müller

Säure, basisch bzw. alkalisch

Säure, basisch bzw. alkalische Lösungen spielen eine wichtige Rolle in unserem Alltag. Sie werden für die Herstellung und Konservierung von Lebensmitteln benötigt sowie die Reinigungsmittel eingesetzt. In ihrer sauren/basischen Wirkung sind verschiedene Säuren/Basen/Alkalien bei den Essensvorgängen, beim Waschen, beim Reinigen, beim Kochen, beim Putzen, beim Waschen und bei der Herstellung von Kunststoffen, bei der Herstellung von Düngemitteln, bei der Herstellung von Arzneimitteln und bei der Herstellung von Kunststoffen und Metallen zu finden. Die Kenntnis der Eigenschaften von Säuren/Basen/Alkalien ist für die Berechnung von pH-Werten von großer Bedeutung. Auch besteht die Möglichkeit, die Konzentration von Säuren/Basen/Alkalien in einer Lösung zu bestimmen. Die Berechnung von pH-Werten ist ein wichtiger Bestandteil der Chemie und hat viele praktische Anwendungen.

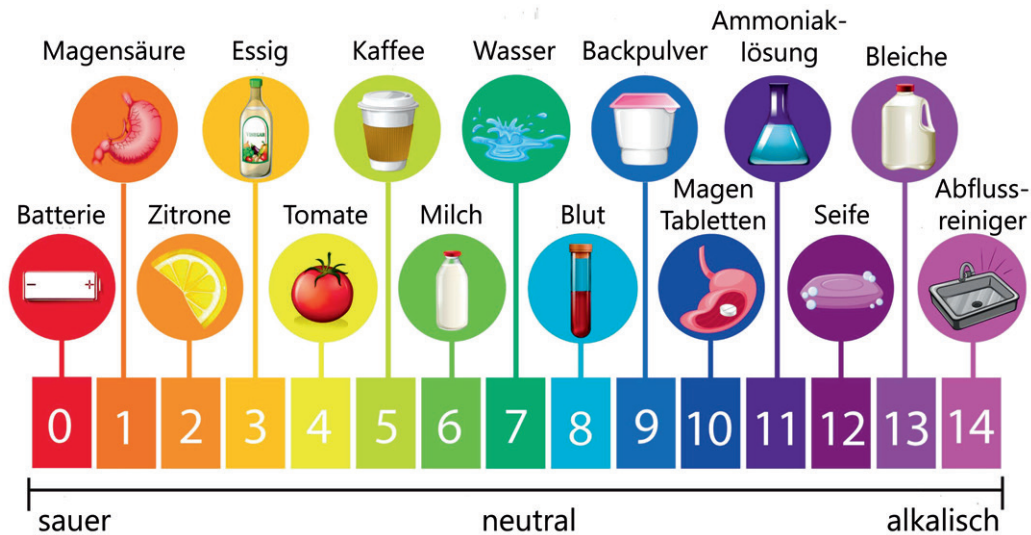
KOMPETENZPROFIL
Klassische: 11/13
Dauer: 45 Minuten
Komplexität: 3
Thematische Bereiche: Säuren, Basen, Salze, pH-Wert, Ammoniaklösung, Backpulver, Seife, Natronlauge, Haushaltschemikalien
Medien: Arbeitsblätter, Experimente, Texte, WebQuest, Spiel

II.D.13

Säuren – Basen – Salze

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

Ein Beitrag von David Keller



Verändert nach:
© bluringmedia/Stock/Getty Images Plus

© RAABE 2021

Saure, basische bzw. alkalische Lösungen spielen eine wichtige Rolle in unserem Alltag. Sie werden für die Herstellung und Konservierung von Lebensmitteln benötigt sowie als Reinigungsmittel eingesetzt. In Obst sind Fruchtsäuren enthalten. Eine verdünnte Salzsäure (Magensäure) aktiviert Verdauungsenzyme, konzentrierte Chlorwasserstoffsäure wirkt hingegen stark ätzend. Die chemischen und physikalischen Eigenschaften sowie das Gefahrenpotenzial saurer oder basischer Lösungen sind von deren Konzentration abhängig. Auch bestimmt sie den pH-Wert. Es ist wichtig den exakten pH-Wert einer wässrigen Lösung zu kennen, da er beispielsweise die Löslichkeit, die Lage von Redoxpotentialen und Reaktionsgleichgewichten beeinflusst. Der pH-Wert kann berechnet werden.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	11-13
Dauer:	6 Unterrichtsstunden (3 Doppelstunden)
Kompetenzen:	1. Säure-Base-Konzept nach Brønsted; 2. Verdünnungsreihen; 3. pH-Wert; 4. Stärke von Säuren und Basen; 5. Aufgaben zur pH-Wert-Berechnung; 6. Wiederholung
Thematische Bereiche:	pH-Wert(-Berechnungen), (starke und schwache) Säuren sowie Basen, Donator-Akzeptor-Prinzip, Neutralisation, chemisches Gleichgewicht
Medien:	Arbeitsblätter, Experimente, Texte, WebQuest, Spiel

Hintergrundinformationen

Der pH-Wert kann Werte zwischen 0 und 14 annehmen. Indikatoren zeigen, ob eine wässrige Lösung sauer, basisch/alkalisch oder neutral ist. Es handelt sich um spezielle Farbstoffe, mit einem ausgedehnten konjugierten π -Elektronensystem. Der Indikatorfarbstoff reagiert in einer Säure-Base-Reaktion mit der Lösung. Es entsteht eine neue chemische Verbindung mit einem anderen π -Elektronensystem und dadurch mit einer anderen Farbe. Über Farbskalen kann der entsprechende pH-Wert zugeordnet werden. Die Methode ist vom subjektiven Farbempfinden abhängig und damit nur begrenzt genau. Der pH-Wert beeinflusst beispielsweise die Lage von chemischen Gleichgewichten, Redoxpotentialen und die Löslichkeit. Auch haben Enzyme ein pH-Wert-Optimum, bei dem sie ihre maximale Aktivität entfalten. Eine exaktere Bestimmung des pH-Wertes ist essenziell. Unter diesem Gesichtspunkt sollten Schülerinnen und Schüler (im Folgenden abgekürzt durch *SuS*) lernen, wie man pH-Werte starker und schwacher Säuren sowie Basen berechnen kann. Im Material werden die relevanten Formeln vorgestellt, ihre Anwendung thematisiert und Zusammenhänge verdeutlicht. Ein Alltagsbezug wird mit Hilfe von Experimenten hergestellt sowie das erworbene Wissen überprüft. Die sichere Beherrschung des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted und Lowry sowie das fehlerfreie Aufstellen von Dissoziationsgleichungen stellen elementare Grundlagen für die Behandlung der Themen pH-Wert und pH-Wert-Berechnungen dar. Sie werden deshalb zu Beginn kurz wiederholt. 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.

Hinweise zur Didaktik und Methodik

Die Unterrichtseinheit besteht aus insgesamt 6 Stunden bzw. drei Doppelstunden. Die SuS sollten sich bereits gut mit dem Säure-Base-Konzept nach Brønsted auskennen und Dissoziationsgleichungen sicher aufstellen können, da nur eine kurze Wiederholung vorgesehen ist. In der zweiten Unterrichtsstunde wird die Überleitung zum Thema pH-Werte vollzogen. Die SuS stellen zwei Verdünnungsreihen (Salzsäure und Natronlauge) her und sollen erkennen, dass der pH-Wert von der Konzentration abhängig ist. Bei einer Verdünnung um den Faktor zehn wird er genau eine Einheit größer. Dies stellt die Grundlage für das Verständnis der pH-Wert-Skala dar. Die theoretischen Hintergründe zum pH-Wert sowie seine Bedeutung im Alltag bilden den Einstieg in die zweite Doppelstunde. Concept Cartoons können einerseits zur Diagnose, Korrektur und Prävention von Fehlvorstellungen (Barke, Engida & Yitbarek 2009), aber andererseits auch als Unterrichtseinstieg sowie für Gruppendiskussionen genutzt werden (Feige & Lembens 2020). Die Überleitung zum Thema Säuren- und Basenstärke wird daher anhand eines Concept Cartoons vorgenommen. Die SuS prüfen die dargestellten Behauptungen anhand von Experimenten und beziehen Stellung. Theoretische Hintergründe sowie die entsprechenden Formeln zur Berechnung erarbeiten sie sich in einer Internetrecherche. In der dritten Doppelstunde lösen die Lernenden vermischte Aufgaben zu pH-Wert-Berechnungen. Ihnen stehen gestufte Hilfen zur Verfügung. Sie ermöglichen es den SuS Aufgaben im eigenen Tempo zu lösen (Hermanns 2020), stellen geeignete Elemente des selbstregulierten Lernens dar und fördern die Entwicklung von Problemlösestrategien (Hermanns & Schmidt 2019). Auch wenn ihre Erstellung zeitaufwendiger ist (verglichen mit herkömmlichen Aufgaben) sind sie sehr lohnend (Hermanns 2020). Anhand eines Textmemorys können die SuS ihr erworbenes Wissen spielerisch testen. Mithilfe der Materialien sollen sie ein vernetztes anwendungsfähiges Wissen zu den Themen pH-Wert und pH-Wert-Berechnungen aufbauen. Im Sinne von heterogenen Lerngruppen wurde auch auf eine progressive Aufgabengestaltung geachtet. Das Material erlaubt außerdem den Einsatz von modernen Medien. Alle Experimente können in Gruppenarbeit durchgeführt werden.

Es wird noch ein zweiter Teil zum Thema Berechnung von pH-Werten saurer und basischer Lösungen erscheinen. In diesem werden Ampholyte, Puffer sowie Titrationsen behandelt. Entsprechende Experimente und Berechnungen sind vorgesehen.

Fotoprotokoll

Ist wie ein normales Protokoll aufgebaut (Chemikalien und Geräte, Durchführung, Ergebnisse sowie Auswertung). Die Teile Chemikalien und Geräte sowie Durchführung und Ergebnisse werden mit Hilfe von Fotos dokumentiert. Sie bedürfen keiner Verschriftlichung. Nur der Teil Auswertung wird schriftlich dargestellt. Die Methode Fotoprotokoll wird in **M 5** eingesetzt.

WebQuest

Bei der Methode WebQuest sollen Aufgaben mithilfe von Informationen aus dem Internet bearbeitet werden. Entsprechende Seiten werden zur Recherche vorgegeben. Die Methode erlaubt, dass sich die SuS mit fachlichen Inhalten auseinandersetzen und gleichzeitig ihre Medienkompetenz verbessern. Internetrecherchen sollen die Lernenden in **M 1** und **M 5** durchführen.

Durchführung

1./2. Stunde

In der ersten Unterrichtsstunde wird in **M 1** anhand eines Lückentextes das Säure-Base-Konzept nach Brønsted wiederholt. Außerdem stellen die SuS Dissoziationsgleichungen auf. Zur Unterstützung stehen gestufte Hilfen zur Verfügung (**M 2**). Anhand von **M 3** stellen die SuS zwei Verdünnungsreihen mit Salzsäure und Natronlauge her. Diese können jeweils auf zwei Gruppen aufgeteilt werden. Mithilfe des Experiments leiten sie Zusammenhänge zwischen dem pH-Wert und der Konzentration bzw. Verdünnung ab.

3./4. Stunde





Die dritte Unterrichtsstunde beginnt mit einem Textpuzzle zum Thema pH-Wert und pH-Wert-Berechnungen. Es wird auf den gewonnenen Erkenntnissen zu den Verdünnungsreihen aufgebaut, diese werden theoretisch untermauert sowie wichtige Formeln zur pH-Wert-Berechnung angegeben (**M 4**). Anhand eines Concept Cartoons werden die SuS in **M 5** auf das Thema Säuren- und Basenstärke eingestimmt. Mithilfe von Experimenten sollen sie die Behauptungen überprüfen sowie dazu Stellung beziehen. Durch eine Internetrecherche erwerben die SuS das theoretische Wissen zur Säuren- und Basenstärke und lernen die wichtigsten Formeln zur Berechnung kennen.

5./6. Stunde

In der fünften und sechsten Unterrichtsstunde steht das Üben im Mittelpunkt. **M 6** enthält verschiedene Aufgaben zur pH-Wert-Berechnung. Den SuS stehen gestufte Hilfen zur Verfügung (**M 7**). Spielerisch können sie ihr Wissen zum pH-Wert und zu pH-Wert-Berechnungen in **M 8** testen und so Wissenslücken identifizieren



Erklärung zu Differenzierungssymbolen

	Finden Sie dieses Symbol in den Lehrerhinweisen, so findet Differenzierung statt. Es gibt drei Niveaustufen, wobei nicht jede Niveaustufe extra ausgewiesen wird.	
 <p>Grundlegendes Niveau</p>	 <p>Mittleres Niveau</p>	 <p>Erweitertes Niveau</p>

Literatur

- ▶ **Arnold, K., et al.** (2013). *Chemie Oberstufe – Gesamtband: Allgemeine Chemie, Physikalische Chemie, Organische Chemie*. 1. Auflage, 3. Druck. Volk und Wissen: Berlin.
- ▶ **Barke, H.-D., Engida, T., Yitbarek, S.** *Concept Cartoons. Diagnose, Korrektur und Prävention von Fehlvorstellungen im Chemieunterricht*. In: PdN (2009), 58, (8), 44-49.
- ▶ **Binnewies, M., Jäckel, M., Willner, H., Rayner-Canham, G.** (2010). *Allgemeine und Anorganische Chemie*. 2. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag: Heidelberg.
- ▶ **Feige, E.-M., Lembens, A.** *Concept Cartoons im naturwissenschaftlichen Unterricht einsetzen*, In: MNU (2020), 73, (5), 370-376.
- ▶ **Hermanns, J.** *Scaffolding for chemistry students – which tools are assessed as being more helpful: stepped supporting tools or task navigators?* In: *Chemistry Teacher International* (2020), Online erschienen am 25.11.2020. Erhältlich unter: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/cti-2020-0019/html>
- ▶ **Hermanns, J., Schmidt, B.** *Developing and Applying Stepped Supporting Tools in Organic Chemistry to promote Students' self-Regulated Learning*. In: *J. Chem. Educ.* (2019), 96, (1), 47-52. Erhältlich unter: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.8b00565>
- ▶ **Keller, D.** (2020). *Das Einstellen und Beeinflussen von Gleichgewichtsreaktionen nach Le Chatelier*. In: *RAAbits Chemie, Raabe Fachverlag für die Schule: Stuttgart*.
- ▶ *Teste dein Wissen mit Aufgaben aus der ChemieOlympiade! Verdünnungsreihen* In: *CHEMKON* (2017), 24, (2), 91-92. Erhältlich unter: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/ckon.201780271>

[Letzter Abruf: 01.10.2021]

Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt, Hk = Hilfekarten, LEK = Lernerfolgskontrolle, Sv = Schülerversuch

1./2. Stunde

Themen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Abhängigkeit des pH-Wertes von der Konzentration


M 1 (Ab) Das Säure-Base-Konzept nach Brønsted

M 2 (Hk) Abgestufte Hilfen zu M 1

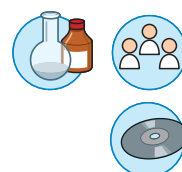
M 3 (Sv) Verdünnungsreihen mit Salzsäure und Natronlauge

Sv 1: Bestimmung der pH-Werte von Salzsäure-Lsg. unterschiedlicher Konzentration

Dauer: Vorbereitung: 5 min Durchführung: 20 min

Chemikalien: Salzsäure (0,1 M) 
 Wasser


Geräte: 7 Bechergläser 50 ml
 2 Messpipetten 50 ml
 1 Messpipette 5 ml
 3 Peleusbälle
 pH-Meter
 Glasstab
 Papiertücher
 Schutzbrille
 Kittel



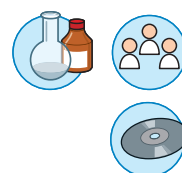
Die GBUs finden Sie auf der CD **77**.

Sv 2: Bestimmung der pH-Werte von Natronlauge unterschiedlicher Konzentration

Dauer: Vorbereitung: 5 min Durchführung: 20 min

Chemikalien: Natronlauge (1 M) 
 Wasser

Geräte: 7 Bechergläser 50 ml
 2 Messpipetten 50 ml
 1 Messpipette 5 ml
 3 Peleusbälle
 pH-Meter
 Glasstab
 Papiertücher
 Schutzbrille
 Kittel



Die GBUs finden Sie auf der CD **77**.

3./4. Stunde

Themen: Theoretische Hintergründe zum pH-Wert, Formeln zur pH-Wert-Berechnung, starke und schwache Säuren sowie Basen










M 4 (Ab) Der pH-Wert und grundlegende Formeln zur pH-Berechnung

M 5 (Ab, Sv) Das Supermarktgespräch: Wie stark ist die Essigsäure?

Sv 3: Bestimmung der pH-Werte verschiedener Säure-Lösungen

Dauer: Vorbereitung: 10 min Durchführung: 20 min

Chemikalien:

- Essigessenz 
- Essigsäure  
- Entkalker Lösung  
- Salzsäure  
- Universalindikator  
- VE-Wasser





Geräte:

- 4 Bechergläser 50 ml
- 1 Becherglas 250 ml
- 4 Messzylinder 50 ml
- pH-Meter
- Spritzflasche
- Papiertücher
- Schutzbrille
- Kittel

Sv 4: Untersuchung der Säurestärke

Dauer: Vorbereitung: 5 min Durchführung: 10 min

Chemikalien:

- Essigsäure  
- Salzsäure  
- Calciumcarbonat

Geräte:

- 2 Uhrglasschalen
- Spatellöffel
- 2 Pipetten
- Stoppuhr
- Smartphone oder Fotoapparat
- Waage
- Schutzbrille
- Kittel



Die GBU's finden Sie auf der CD 77.



Die GBU's finden Sie auf der CD 77.

5./6. Stunde

Themen: pH-Wert Berechnung, Wiederholung

M 6 (Ab) Vermischte Rechenaufgaben

M 7 (Hk) Abgestufte Hilfen zu M 6

M 8 (LEK) Textmemory zum Säure-Base-Konzept nach Brønsted, dem pH-Wert und pH-Wert-Berechnungen

Das Säure-Base-Konzept nach Brønsted

M 1



Saure und basische Lösungen begegnen uns im Alltag. Sie sind in vielen Lebensmitteln, Hygieneartikeln sowie Haushaltsprodukten enthalten. Die sichere Beherrschung des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted ermöglicht das Verständnis wichtiger Säure-/Base-Phänomene.

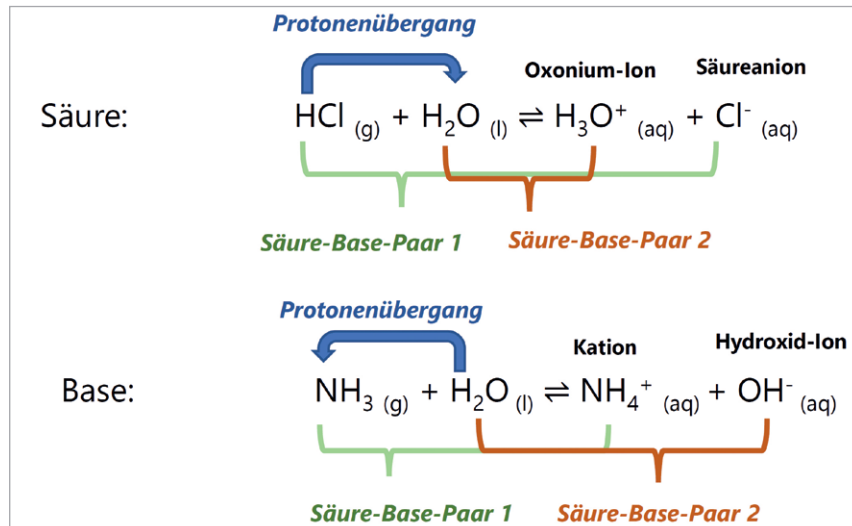


Abb. 1 Dissoziation einer Säure und einer Base in Wasser, als Protonenübergangsreaktion.

Die beiden _____ Johannes Nicolaus Brønsted und Thomas Martin Lowry lieferten 1923 unabhängig voneinander ein realistisches Modell zur Beschreibung des _____ von Stoffen. Das Konzept wird bis heute angewendet. Sie definierten Säuren als _____ (lateinisch: donare = schenken bzw. geben) und Basen als _____ (lateinisch: accipere = annehmen bzw. aufnehmen). Säuren geben _____ ab, Basen nehmen sie auf. Meistens ist an dem Vorgang ein _____ Lösungsmittel, wie Wasser, beteiligt. Der _____ bestimmt, ob es als Säure oder Base reagiert (siehe Abb. 1). Wird eine Säure in Wasser gelöst, so entstehen positiv geladene _____ (H_3O^+), die teilweise auch Hydronium-Ionen genannt werden, und negative _____. Bei Basen bilden sich negativ geladene _____ (OH^-) und positive _____ aus. Die Oxonium-Ionen sind für den sauren und die Hydroxid-Ionen für den _____ Charakter einer Lösung verantwortlich. Stoffe, die sowohl als Brønsted-Säuren als auch als Brønsted-Basen reagieren können, heißen _____. Das Kennzeichen von Säure-Base-Reaktionen ist der _____, welcher von der Säure zum polaren _____ oder vom Lösungsmittel zur _____ stattfinden kann. Auch entsteht aus der Säure eine Base und umgekehrt (siehe Abb. 1). Eine Säure und die zugehörige Base bilden zusammen ein _____ Säure-Base-Paar. Dabei gilt, je _____

