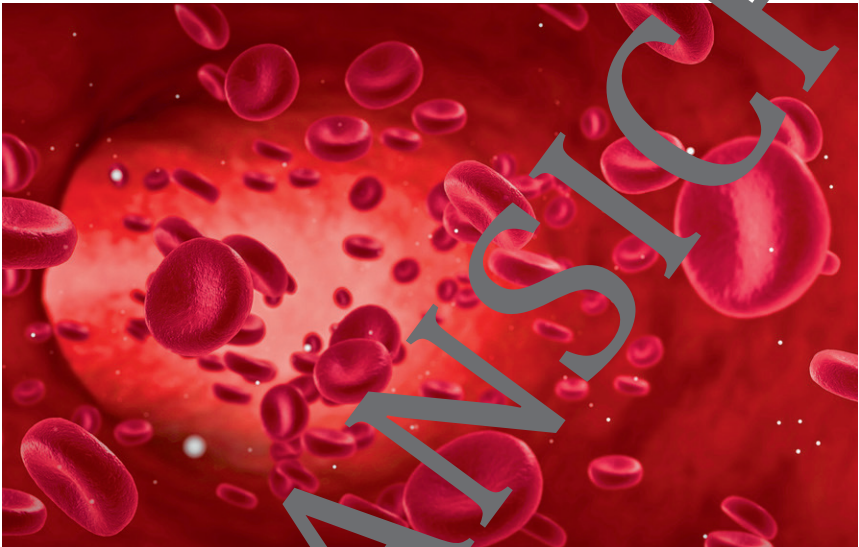


Puffersysteme im Blut

Ein Beitrag von Dennis Dietz



© donfiore/iStock/Getty Images Plus

Das Blut ist unser „Lebenssaft“. Es versorgt die Zellen des Körpers u. a. mit Nährstoffen und Sauerstoff. Auch die Entsorgung von Stoffwechselprodukten, wie beispielsweise Kohlenstoffdioxid, geschieht über das Blut. Wir nehmen das Blut aber in der Regel immer dann wahr, wenn eine Verletzung oder Krankheit vorliegt. Dieser Beitrag besitzt als fachsystematisches Schwerpunktthema die Säure-Base-Chemie. Die verschiedenen Puffersysteme des Bluts werden dargestellt und Krankheitsbilder, die mit der Übersäuerung (Azidose) oder einem Basenüberschuss (Alkalose) zusammenhängen, werden chemisch detailliert thematisiert. Die Puffersysteme des Bluts sind von enormer Bedeutung – denn bereits kleine Abweichungen vom physiologischen pH-Wert des Bluts können schnell zum Tode führen.

Impressum

RAABE UNTERRICHTS-MATERIALIEN Chemie Sek. I/II

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Es ist gemäß § 60a UrhG hergestellt und ausschließlich zur Veranschaulichung des Unterrichts und der Lehre an Bildungseinrichtungen bestimmt. Die Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH erteilt Ihnen für das Werk das einschließliche, nicht übertragbare Recht zur Nutzung für den persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung. Unter Einhaltung der Nutzungsbedingungen sind Sie berechtigt, das Werk zum persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung in Klassensatzstärke zu vervielfältigen. Jede darüber hinausgehende Vervielfältigung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Hinweis zu §§ 60a, 60b UrhG: Das Werk oder Teile hiervon dürfen nicht ohne eine solche Einwilligung an Schulen oder in Unterrichts- und Lehrmitteln (§ 60b Abs. 3 UrhG) vervielfältigt, insbesondere kopiert oder eingescannt, verbreitet oder in ein Netzwerk eingestellt oder sonst öffentlich zugänglich gemacht oder wiedergegeben werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen. Die Aufführung abgedruckter musikalischer Werke ist ggf. ebenfalls zulässig.

Für jedes Material wurden Fremdrechte recherchiert und ggf. angefragt.

In unseren Beiträgen sind wir bemüht, für Experimente nötigen Substanzen mit den entsprechenden Gefahrenhinweisen zu kennzeichnen. Dies ist ein zusätzlicher Service. Dennoch ist jeder Experimentator selbst angehalten, sich vor der Durchführung der Experimente genauestens über das Gefährdungspotenzial der verwendeten Stoffe zu informieren, die nötigen Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen sowie alles ordnungsgemäß zu entsorgen. Es gelten die Vorschriften der Gefahrstoffverordnung sowie die Dienstvorschriften der Schulbehörden.

Dr. Josef Raabe Verlag GmbH
Ein Unternehmen der Klett Gruppe
Rotebühlstraße 77
70178 Stuttgart
Telefon +49 711 6290-0
Fax +49 711 62900-60
meinRAABE@raabe.de
www.raabe.de

Redaktion: Bugra Bozari
Satz: Roter MEDIA GmbH & Co. KG, Karlsruhe
Bildnachweis Titel: © donfiore/iStock/Getty Images Plus
Korrektur: Josef Mayer

Puffersysteme im Blut

Autor: Dennis Dietz

Methodisch-didaktische Hinweise

| | |
|---|-----------|
| M 1: Puffersysteme im Blut | 3 |
| M 2: Azidose – Übersäuerung des Bluts | 9 |
| M 3: Alkalose – Basenüberschuss im Blut | 14 |
| M 4: Überprüfung der Pufferwirkung eines Puffersystems | 17 |
| Lösungen | 19 |
| Literatur | 29 |

Kompetenzprofil

| | |
|----------------------|---|
| Niveau | vertiefend |
| Fachlicher Bezug | Säure-Base-Chemie |
| Methode | Einzelarbeit, Partnerarbeit, Klausuraufgabe |
| Basiskonzepte | Konzept der chemischen Reaktion |
| Erkenntnismethoden | einen Versuch durchführen |
| Kommunikation | ein Übersichtsschema sowie ein Fließschema erstellen |
| Bewertung/Reflexion | Aussagen bewerten |
| Inhalt (Stichworten) | Puffersysteme, Bikarbonat-Puffer, Hämoglobin, Proteine, Proteinpuffer, Phosphatpuffer, Puffergleichung, Brønsted, Säure, Base, Blut, Azidose, Alkalose, Atmung, Stoffwechsel, diabetische Ketoazidose, Ketokörper |

Überblick:

Legende der Abkürzungen:

AB: Arbeitsblatt

ÜA: Übungsaufgaben

SV: Schülerversuch

TX: Text

| Material | | Material |
|---|-----|----------------|
| Puffersysteme im Blut | M 1 | AB, TX, ÜA |
| Azidose – Übersäuerung des Bluts | M 2 | AB, TX, ÜA |
| Alkalose – Basenüberschuss im Blut | M 3 | AB, TX, ÜA |
| Überprüfung der Pufferwirkung eines Puffersystems | M 4 | AB, TX, ÜA, SV |

Puffersysteme im Blut

Methodisch-didaktische Hinweise

Schon Johann Wolfgang von Goethe stellte fest: „Blut ist ein ganz besonderer Saft.“ Wir nehmen das Blut insbesondere bei Verletzungen bzw. Unfällen wahr. In dieser Lernaufgabe werden Krankheitsbilder behandelt, die mit dem pH-Wert des Bluts zusammenhängen. Beispielsweise kann nach einem Unfall durch einen Schock die Atmung unregelmäßig sein, was einen direkten Einfluss auf den pH-Wert des Bluts hat. Geringfügige Abweichungen vom regulären physiologischen pH-Wert können dabei schnell zum Tode führen. Aus diesem Grund sind in unserem Blut verschiedene Puffersysteme vorhanden. Damit eignet sich das Themenfeld „Puffersysteme im Blut“ für eine materialgestützte Lernaufgabe im Sinne des Unterrichtsansatzes Chemie im Kontext.

Diese Einheit besitzt als fachsystematischen Schwerpunkt die Säure-Base-Chemie und weist zahlreiche Querbezüge zum Unterrichtsinhalt Energie auf. Die Materialien sind so konzipiert, dass sie unabhängig voneinander verwendet werden können. Möglich ist aber auch eine interessengeleitete Binnendifferenzierung mit den Materialien **M 2** und **M 3**. Hier können sich die Schülerinnen und Schüler entweder mit der Azidose (der Übersäuerung des Bluts) oder mit der Alkalose (einem Basenüberschuss des Bluts) auseinandersetzen. Nach der Bearbeitung der Aufgaben in **M 2** und **M 3** ist eine Präsentationsphase denkbar. Die Materialien sind ähnlich aufgebaut, die Komplexität ist in **M 2** jedoch etwas höher.

Mit den Aufgaben werden Kompetenzen aus allen vier Kompetenzbereichen gefördert. Zum Kompetenzbereich Fachwissen gehört die Erklärung der Wirkungsweise von verschiedenen Puffersystemen unter der Verwendung der dafür relevanten Fachbegriffe. Dabei muss regelmäßig das Basiskonzept der chemischen Reaktion angewendet werden. Der Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung wird u. a. mit der Durchführung eines Versuchs (Material **M 4**) berücksichtigt. Darüber hinaus wenden die Schülerinnen und Schüler mathematische Methoden im Zusammenhang mit der Henderson-Hasselbalch-Glei-

chung an. Eine typische Kompetenz aus dem Kompetenzbereich der Kommunikation stellt der Wechsel der Darstellungsebene dar. Dazu sollen die Schülerinnen und Schüler in den Materialien **M 2** und **M 3** Übersichtsschemata erstellen. Außerdem ist in den beiden Materialien ein Fließdiagramm anzufertigen. Nach der Durchführung des Versuchs sollen die Schülerinnen und Schüler aufgrund ihrer experimentell gemachten Erfahrungen die Sinnhaftigkeit der Definition eines Pufferbereichs bewerten. Auf diese Weise wird auch der Kompetenzbereich der Bewertung in dieser Lernaufgabe berücksichtigt.

Mit den Arbeitsaufträgen kann flexibel umgegangen werden. So können einzelne Aufgaben herausgenommen und als Hausaufgabe erteilt werden. Einzelne Materialien inklusive derer Aufgaben eignen sich auch als Klausuraufgabe.

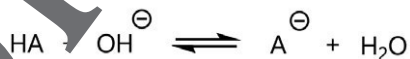
Als zeitlichen Rahmen für diese Aufgabe werden 180 min empfohlen, wenn alle vier Materialien verwendet werden sollen. Diese Zeitschätzung variiert natürlich mit der Stärke Ihrer Lerngruppe, die Sie besser einschätzen können.

M 1 Puffersysteme im Blut

Über die Nahrung nehmen wir täglich Säuren (beispielsweise Aminosäuren und Fruchtsäuren) und Basen (beispielsweise aus Gemüse) auf. Außerdem werden Säuren und Basen im Zuge des Stoffwechsels gebildet und über die Niere wieder ausgeschieden. Ein ausgeglichener Säure-Base-Haushalt des Körpers liegt dann vor, wenn die Bilanz zwischen Aufnahme, Bildung und Ausscheidung von Säuren und Basen ausgeglichen ist. Zwischen der Aufnahme bzw. der Bildung von Säuren und deren Ausscheidung liegt eine zeitliche Verzögerung vor. Diese Stoffe müssen zunächst durch den Körper transportiert werden. An dieser Stelle spielt das Blut eine wichtige Rolle. Der pH-Wert des Bluts liegt durchschnittlich zwischen 7,35 und 7,45. Eine Abweichung des pH-Werts über oder unter diesen Bereich hat schwere gesundheitliche Folgen, die ohne Behandlung schnell zum Tode führen können. Da der Transport von Säuren und Basen über das Blut zu signifikanten pH-Wert-Schwankungen führen würde, besitzt das Blut mehrere Puffersysteme. Chemisch versteht man unter einem Puffer ein System, das in der Lage ist, den pH-Wert in einem gewissen Rahmen bei der Zugabe von Säuren und Basen konstant zu halten. Ein Puffer besteht dazu aus einer schwachen Säure (HA) und ihrer korrespondierenden Base (A⁻). Im Idealfall liegen HA und A⁻ im Verhältnis 1:1 vor. Wenn nun Säure in das Puffersystem gelangt, dann reagieren die Oxonium-Ionen mit der korrespondierenden Base zur schwachen Säure und Wasser:

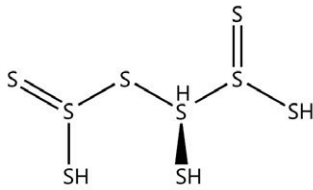


Gelangt wiederum eine Base in das Puffersystem, dann können die Hydroxid-Ionen mit der schwachen Säure zur korrespondierenden Base und zu Wasser reagieren:

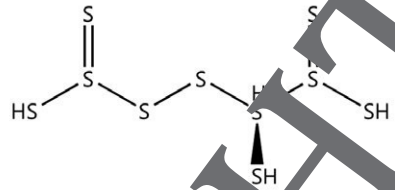


Der pH-Wert wird also in beiden Fällen nur minimal dadurch verändert, dass sich das Konzentrationsverhältnis von korrespondierender Base und schwacher Säure ändert. Zur Berechnung des pH-Werts eines Puffersystems wird die Henderson-Hasselbalch-Gleichung verwendet:

$$\text{pH} = \text{pK}_s + \lg \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$



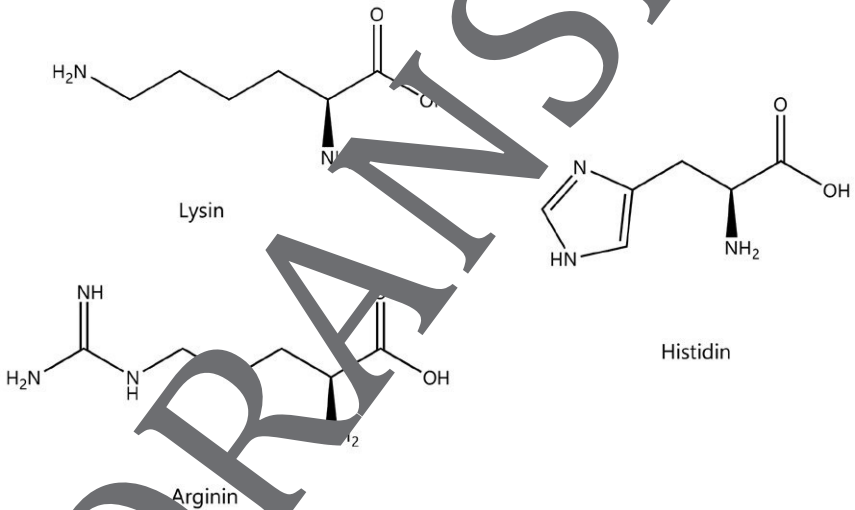
Asparaginsäure



Glutaminsäure

Abbildung M 1.2: Saure Aminosäuren

Säuren können natürlich auch durch basische Aminosäuren abgepuffert werden. Zu den basischen Aminosäuren gehören Lysin, Arginin und Histidin.



Lysin

Histidin

Arginin

© RAABE 2019

Abbildung M 1.3: Basische Aminosäuren

Die Seitenketten dieser Aminosäuren könnten protoniert werden und auf diese Weise den Einfluss von Säuren auf den pH-Wert des Bluts minimieren. In der Tabelle 1.2 sind die pK_s -Werte der Seitenketten der Aminosäuren angegeben. Ein Blick auf die pK_s -Werte zeigt, dass diese Reaktion nur bei Histidin zu erwarten ist. Der Henderson-Hassel-

Sie wollen mehr für Ihr Fach? Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



- ✓ **Über 4.000 Unterrichtseinheiten** sofort zum Download verfügbar
- ✓ **Sichere Zahlung** per Rechnung, PayPal & Kreditkarte
- ✓ **Exklusive Vorteile für Grundwerks-Abonent*innen**
 - 20% Rabatt auf Unterrichtsmaterial für Ihr bereits abonniertes Fach
 - 10% Rabatt auf weitere Grundwerke

Jetzt entdecken:
www.raabe.de