

Puffer und Mediovorbereitung - Was ist ein Puffer?

Ihre Ziele:

Am Ende der Lektion sollten Sie in der Lage sein zu erklären, wie man eine Pufferlösung herstellt.

Eine **Pufferlösung** (genauer: pH-Puffer oder Wasserstoffionenpuffer) ist eine wässrige Lösung, die aus einer Mischung einer schwachen Säure und ihrer konjugierten Base besteht (oder umgekehrt). Ihr pH-Wert ändert sich nur unwesentlich, wenn ihr eine kleine Menge einer starken Säure oder Base zugesetzt wird. Pufferlösungen werden als Mittel verwendet, um den pH-Wert in einer Vielzahl von chemischen Anwendungen nahezu konstant zu halten. In der Natur gibt es viele Systeme, die die Pufferung zur pH-Regulierung nutzen. Zum Beispiel wird das Bicarbonat-Puffersystem verwendet, um den pH-Wert des Blutes zu regulieren.

pH

In der Chemie ist der pH-Wert (für "Wasserstoffpotential" oder "Wasserstoffkraft") eine Skala, die zur Angabe des Säuregrads oder des Basizitätsgrads einer wässrigen Lösung verwendet wird. Niedrigere pH-Werte entsprechen Lösungen, die eher sauer sind, während höhere Werte Lösungen entsprechen, die eher basisch oder alkalisch sind. Bei Raumtemperatur (25 C oder 77 F) ist reines Wasser neutral (weder sauer noch basisch) und hat einen pH-Wert von 7.

Substance	pH range	Type
Battery acid	< 1	Acid
Gastric acid	1.0 – 1.5	
Vinegar	2.5	
Orange juice	3.3 – 4.2	
Black coffee	5 – 5.03	

Milk	6.5 – 6.8	
Pure water	7	Neutral
Sea water	7.5 – 8.4	
Ammonia	11.0 – 11.5	Base
Bleach	12.5	
Lye	13.0 – 13.6	

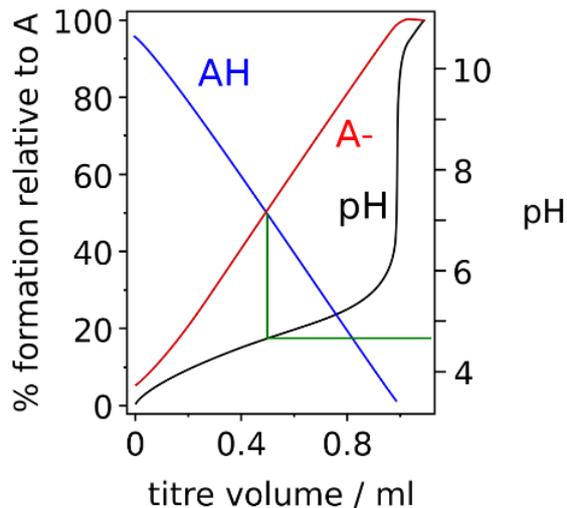
Die pH-Skala ist logarithmisch und gibt umgekehrt die Wasserstoffionenkonzentration in der Lösung an (ein niedriger pH-Wert zeigt eine höhere Wasserstoffionenkonzentration an). Genauer gesagt, ist der pH-Wert der negativ dekadische Logarithmus der Aktivität des Wasserstoffs.

Bei 25°C sind Lösungen mit einem pH-Wert kleiner als 7 sauer und Lösungen mit einem pH-Wert größer als 7 basisch. Der neutrale Wert des pH-Wertes hängt davon ab, ob die Temperatur niedriger als 7 ist, wenn die Temperatur steigt. Der pH-Wert kann bei sehr starken Säuren kleiner als 0 und bei sehr starken Basen größer als 14 sein. Die pH-Skala ist auf eine Reihe von Standardlösungen rückführbar, deren pH-Wert durch eine internationale Vereinbarung festgelegt ist.

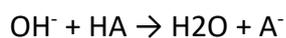
Pufferlösungen erreichen ihre Beständigkeit gegenüber pH-Änderungen durch das Vorhandensein eines Gleichgewichts zwischen der schwachen Säure HA und ihrer konjugierten Base A⁻:



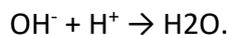
Wird zu einem Gleichgewichtsgemisch aus der schwachen Säure und ihrer konjugierten Base eine starke Säure zugegeben, so werden Wasserstoffionen (H⁺) zugegeben und das Gleichgewicht verschiebt sich nach dem Prinzip von Le Châtelier nach links. Dadurch steigt die Wasserstoffionenkonzentration um weniger an, als für die zugegebene Menge an starker Säure erwartet wird. In ähnlicher Weise nimmt die Wasserstoffionenkonzentration bei Zugabe von starkem Alkali um weniger ab, als für die zugegebene Alkalimenge erwartet wird. Der Effekt wird durch die simulierte Titration einer schwachen Säure mit pK_a = 4,7 veranschaulicht. Die relative Konzentration der undissoziierten Säure ist in blau, die der konjugierten Base in rot dargestellt.



Der pH-Wert ändert sich relativ langsam im Pufferbereich, $\text{pH} = \text{pK}_a \pm 1$, zentriert bei $\text{pH} = 4,7$, wobei $[\text{HA}] = [\text{A}^-]$. Die Wasserstoffionenkonzentration nimmt weniger stark ab als erwartet, da der größte Teil des zugegebenen Hydroxidions in der Reaktion verbraucht wird



verbraucht wird und nur wenig in der Neutralisationsreaktion verbraucht wird (das ist die Reaktion, die zu einem Anstieg des pH-Wertes führt)



Sobald die Säure zu mehr als 95 % deprotoniert ist, steigt der pH-Wert schnell an, da der größte Teil der zugesetzten Lauge bei der Neutralisationsreaktion verbraucht wird.

Hilfreicher Link: <https://www.khanacademy.org/science/ap-chemistry/buffers-titrations-solubility-equilibria-ap/buffer-solutions-tutorial-ap/v/buffer-system>

Der pH-Wert einer Lösung, die ein Puffermittel enthält, kann nur in einem engen Bereich variieren, unabhängig davon, was sonst noch in der Lösung vorhanden sein mag. In biologischen Systemen ist dies eine wesentliche Bedingung für die korrekte Funktion von Enzymen. Im menschlichen Blut beispielsweise finden wir in der Plasmafraktion eine Mischung aus Kohlensäure (H_2CO_3) und Bikarbonat (HCO_3^-), die den Hauptmechanismus für die Aufrechterhaltung des pH-Wertes des Blutes zwischen 7,35 und 7,45 darstellt. Außerhalb dieses engen Bereichs ($7,40 \pm 0,05$ pH-Einheiten) entwickeln sich schnell Azidose- und Alkalose-Stoffwechszustände, die letztlich zum Tod führen, wenn die korrekte Pufferkapazität nicht schnell wiederhergestellt wird.

Wenn der pH-Wert einer Lösung zu stark ansteigt oder fällt, nimmt die Wirksamkeit eines Enzyms in einem Prozess ab, der als Denaturierung bezeichnet wird und in der Regel irreversibel ist. Die meisten biologischen Proben, die in der Forschung verwendet werden,

werden in einer Pufferlösung aufbewahrt, häufig in phosphatgepufferter Kochsalzlösung (PBS) bei pH 7,4.

In der Industrie werden Puffermittel bei Fermentationsprozessen sowie bei der Einstellung der richtigen Bedingungen für Farbstoffe zum Färben von Stoffen verwendet. Sie werden auch in der chemischen Analyse und bei der Kalibrierung von pH-Messgeräten verwendet.

Einfache Puffermittel

Buffering agent	Useful pH range
Citric acid	2.1–7.4
Acetic acid	3.8–5.8
KH₂PO₄	6.2–8.2
CHES	8.3–10.3
Borate	8.25–10.25

Bei Puffern im sauren Bereich kann der pH-Wert durch Zugabe einer starken Säure, wie z. B. Salzsäure, zum jeweiligen Puffermittel auf einen gewünschten Wert eingestellt werden. Bei Puffern im alkalischen Bereich kann eine starke Base, wie z. B. Natriumhydroxid, zugegeben werden. Alternativ kann eine Puffermischung aus einer Mischung aus einer Säure und ihrer konjugierten Base hergestellt werden. Zum Beispiel kann ein Acetatpuffer aus einer Mischung von Essigsäure und Natriumacetat hergestellt werden. In ähnlicher Weise kann ein alkalischer Puffer aus einem Gemisch aus der Base und ihrer konjugierten Säure hergestellt werden.