

pH-Indikatoren und pH-Messung von Alltagssubstanzen

Einleitung

Sauer und *alkalisch* beziehungsweise *basisch* sind 2 wichtige Eigenschaften von wässrigen Lösungen – oder von in Wasser gelösten Substanzen.

sauer: Die Eigenschaft 'sauer' ist uns allen bekannt, denn viele Nahrungsmittel schmecken sauer (z. B. Zitronensaft). Unsere Zunge ist ein guter Sensor für die Eigenschaft 'sauer'. Sauer schmeckende Stoffe bezeichnen wir häufig auch als Säuren, zum Beispiel Zitronensäure oder Salzsäure HCl (aq). Nicht zu stark sauer schmeckende Stoffe empfinden wir als angenehm, besonders in Verbindung mit Zucker.

alkalisch/basisch: Das Gegenteil von 'sauer' ist 'basisch' oder 'alkalisch'. Wir besitzen keine eindeutige Fähigkeit, diese Eigenschaft festzustellen. Man kann jedoch sagen, dass alkalische Stoffe fade und seifig schmecken, also eher unangenehm. Alkalische Lösungen sind zum Beispiel Natronlauge NaOH (aq) oder Seifenwasser.

neutral: Reines Wasser, also destilliertes Wasser, reagiert weder sauer noch alkalisch, es ist 'neutral'.

Ein Mass, um den Säuregrad einer Lösung wiederzugeben, ist der so genannte *pH-Wert*. Diesen Begriff hast du eventuell schon gehört: So wird in der Werbung zum Beispiel mit pH-neutralen Shampoos geworben. Die pH-Skala reicht von 0 (stark sauer) über 7 (neutral) bis 14 (stark alkalisch). Diese 3 grundlegenden Eigenschaften lassen sich mit so genannten *pH-Indikatoren* leicht feststellen. Indikatoren sind Stoffe, die zum Beispiel in einer sauren Lösung eine andere Farbe haben als in einer alkalischen Lösung.

In diesem Praktikum wirst du mit kommerziellen und selbst hergestellten Indikatoren (Rotkohl, Schwarztee) Lösungen von Alltagsstoffen die Eigenschaft 'sauer', 'alkalisch' oder 'neutral' zuordnen respektive deren pH-Wert bestimmen können. Nimm das Etui mit allen Farbstiften und das Handy ins Labor mit.

- | |
|---|
| <p>Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none">• Du kannst für drei wichtige Indikatoren Name und die verschiedenen Farben in saurer, neutraler und alkalischer Lösung aufzählen.• Du bist in der Lage zu erklären, wie ein Universalindikator funktioniert.• Du kannst für die Lösungen der untersuchten Alltagssubstanzen angeben, ob sie die Eigenschaft 'sauer', 'neutral' oder 'alkalisch' zeigen. |
|---|

<p>Sicherheit: ☞ Salzsäure und Natronlauge sowie weitere verwendete Alltagschemikalien wie Entkalker sind ätzende Flüssigkeiten. Beachte die Gefahrensymbole. Natronlauge darf unter keinen Umständen in die Augen gelangen! Das Tragen der Schutzbrille ist für alle obligatorisch, auch für Personen, die nicht direkt hantieren! Hautkontakt mit Säure/Lauge: sofort mit Wasser abwaschen. Säure/Lauge in den Augen: Sofort den ganzen Inhalt des Augensprays (ganz vorne bei der zentralen Ablage und hinten in der Glasvitrine) zur Anwendung bringen. Ansonsten das Auge sofort unter dem Wasserhahn ausspülen – mindestens 10 min lang. Anschliessend Arzt aufsuchen. Säure/Lauge auf der Arbeitsfläche: mit Haushaltspapier aufputzen. Hände waschen.</p>
--

Versuch 1 Sauer, neutral, basisch


Geräte / Material

- Reagenzgläser (3), sauber
- Heizgerät
- Pasteurpipette
- Becherglas (250 ml)
- Schutzbrille

Chemikalien

- verdünnte Natronlauge (2 M)
- verdünnte Salzsäure (2 M)
- Lackmus
- Bromthymolblau
- Phenolphthalein
- Schwarztee-Beutel

Vorgehen

- (1.1) Erhitze in einem Becherglas (mithilfe Heizgerät) etwa 100 ml dest. Wasser, bis es siedet. Fahre mit Schritt 1.2 weiter. Gib einen Schwarztee-Beutel hinzu und lass ihn 3 Minuten ziehen. Das Schwarztee-Extrakt dient dir als selbst hergestellter pH-Indikator.
- (1.2)  Fülle 3 mit dest. Wasser ausgespülte, saubere RG ca. 2 cm hoch mit dest. Wasser. Das 1. RG bleibt unverändert (= neutrale Lösung), ins 2. RG kommen 2 Tropfen Natronlauge (= alkalische Lösung), ins 3. RG kommen 2 Tropfen Salzsäure (= saure Lösung) – vgl. Tabelle unten.
- (1.3) Gib nun in jedes RG 1 Tropfen Bromthymolblau-Indikator. RGs evtl. leicht zur Durchmischung bewegen. Vorsicht keine Spritzer provozieren. Notiere die Farbe für die 3 Lösungen (Tabelle unten).
Entsorgung: RG-Inhalt in den Abguss transferieren. Die RGs zuerst gut mit Leitungswasser und dann mit dest. Wasser ausspülen. Die RGs werden gleich nochmals gebraucht.
- (1.4) Wiederhole Schritt 1.2 und 1.3 für die 3 weiteren Indikatoren unter Beachtung folgender Punkte:
Phenolphthalein: Zugabe von 1 Tropfen. Lackmus: Zugabe von 5 Tropfen. Falls das 1. RG ('neutral') die gleiche Farbe zeigt wie das 3. RG ('sauer'), dann gib 1–2 Tropfen Leitungswasser zum 'neutralen' RG hinzu, bis sich die Farbe ändert (Mischfarbe zwischen 'sauer' und 'alkalisch').
Schwarztee: Ca. 20 Tropfen (Pasteurpipette verwenden), so dass das Wasser klar gefärbt ist.
Diese pH-Indikatoren respektive die (unten zu notierenden) Farben solltest du in Zukunft kennen.
- (1.5) Die gut gespülten RGs (gemäß Schritt 1.3) werden im nächsten Versuch nochmals gebraucht.

	Farbe des Indikators ¹			
	Bromthymolblau	Phenolphthalein	Lackmus	Schwarztee
neutral (dest. Wasser)				
alkalisch (H ₂ O + verd. Natronlauge)				
sauer (H ₂ O + verd. Salzsäure)				

Versuch 2 Rotkohl-Saft – ein selbst hergestellter Universalindikator

Geräte / Material

- Eigene Farbstifte (alle)
- Heizgerät
- Erlenmeyerkolben (100 ml)
- Thermometer
- Universalindikatorpapier (pH 1–14)
- Uhrglas
- Reibschale (mittelgross) mit Pistill
- Trichter und Filterpapier
- Reagenzgläser (15), sauber
- RG-Gestell
- Küchenbrett (Holzbrett)
- Folienstifte (fett)
- Messer, Pinzette
- Messzylinder (10 ml)
- Becherglas (250 ml)
- Schutzbrille
- Waage

¹ Indikator bedeutet 'Anzeiger' [indicare (lat.): anzeigen]. pH-Indikatoren sind Farbstoffe, die je nach Art der Lösung eine andere Farbe haben. Der Farbumschlag geht mit einer chemischen Reaktion des Indikatorstoffs einher. Diese Reaktion ist umkehrbar.

Praktikum 9: pH-Wert und pH-Indikatoren

Chemikalien (alle zentral)

- Rotkohl (Blaukabis)
- Wein (Probegefäß)
- Tafelessig (Probegefäß)
- Cola (Probegefäß)
- Leitungswasser (Probegefäß)
- Orangensaft (Probegefäß)
- Mineralwasser (Probegefäß)
- Zitronensaft (Probegefäß)
- Redbull (Probegefäß)
- Seife
- Waschpulver
- Abwaschmittel (z. B. Handy)
- Jogurt
- Backpulver
- Entkalker
- Zahnpasta
- Fensterputzmittel
- 15 Bechergläser (100 ml), beschriftet pH 0–14, mit ca. 50 ml Lösung mit entspr. pH

Theorie

Lösungen können verschieden stark sauer oder alkalisch sein. Dies kann mit Hilfe von Zahlen, den *pH-Werten* ausgedrückt werden.

Das einfachste Mittel, pH-Werte zu messen, sind die so genannten *Universalindikatoren*: Dabei handelt es sich um eine Mischung verschiedener Indikatorfarbstoffe, mit dieser wird ein Papierstreifen beschichtet respektive imprägniert. Für jeden ganzen pH-Wert ergibt sich eine andere Farbe, die sich aus der Mischfarbe der verschiedenen Indikatorfarbstoffe beim entsprechenden pH-Wert ergibt.

Aufgabe: Halte mit Farbstiften (oder notfalls mit präzisen Farbbezeichnungen) die Farben des Universalindikatorpapiers (vgl. Farbskala auf dem Dosendeckel) für jede ganze pH-Zahl in der folgenden Tabelle fest:

pH-Wert-Farbtabelle des Merck-Universalindikators

pH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	← zunehmend sauer							neu- tral	zunehmend alkalisch →						
Farbe des Universalindikators															

pH-Wert: Der pH-Wert ist ein Mass für den *Säuregrad* einer Lösung. Die pH-Skala reicht von 'stark sauer' (0) über 'neutral' (7) bis 'stark alkalisch' (14).

pH-Werte sind nur für relativ niedrig konzentrierte Lösungen definiert: Eine 4 %ige Salzsäure hat ungefähr einen pH-Wert von 0. Eine 4 %ige Natronlauge hat ungefähr einen pH-Wert von 14.

Vorgehen

- (2.1) Halte jeweils 1 kleinen Streifen Universalindikatorpapier (max. 1 cm lang) mithilfe einer Pinzette kurz (< 1 Sek.) in die bereitstehenden Lösungen (Wein bis Orangensaft → 1. Spalte in der Tabelle auf der nächsten Seite). Bestimme den pH-Wert, indem du die Farbe des Streifens mit der Farbskala auf der Dose vergleichst. Notiere die pH-Werte in die Tabelle auf der nächsten Seite.
Die benutzten Indikatorpapierstreifen kannst du am Schluss des Praktikums in den Abfall werfen.
- (2.2) Bestimme auf analoge Weise den pH-Wert der Stoffe in der 3. Spalte der Tabelle (Abwaschmittel bis Joghurt). Feststoffe oder sehr konsistente Stoffe wie Zahnpasta oder Joghurt sind zuerst in einem Uhrglas mit wenig dest. Wasser zu lösen respektive zu suspendieren.
Das Uhrglas ist jeweils für jede neue Substanz wieder gut zu spülen, zuerst mit Leitungswasser, dann mit dest. Wasser.
- (2.3) Erhitze in einem Becherglas (250 ml) 50 ml Wasser auf 60 °C. Fahre mit Schritt 2.4 weiter.
- (2.4) 5 g Blaukabis auf Küchenbrett (Holzbrett) mit Messer ganz fein schneiden.
- (2.5) Nun erfolgt die Extraktion des Rotkohlindikators durch Zugabe des auf 60 °C erhitzten Wassers zum Rotkohl in der Reibschale (mit dem Pistill kräftig zerdrücken). Anschliessend wird das Extrakt in einen Erlenmeyerkolben (100 ml) filtriert.

Praktikum 9: pH-Wert und pH-Indikatoren

- (2.6) Das Filtrat mit dest. Wasser auffüllen bis 50 ml. Nun haben wir einen selbst hergestellten Universalindikator.
- (2.7) Befülle nun ein sauberes RG mit ca. 2 ml der Rotkohllösung – das erste Mal mit einem 10 ml-Messzylinder abmessen, weitere 14 RGs sind 'von Auge' gleich hoch abzufüllen.
Beschrifte mit Foliestift (fett) das erste RG ca. 1 cm über dem Flüssigkeitsspiegel mit '0' (entspricht pH=0). Die anderen RGs sind analog von '1' bis '14' zu beschriften (entspricht pH 1–14). Deine 15 RGs sollten nun alle im RG-Gestell der Reihe nach positioniert sein.
- (2.8) In den vordersten 4 Kapellen befinden sich Bechergläser mit Lösungen, welche pH-Werte von 0 bis 14 aufweisen. Gib von der Lösung des Becherglases mit pH=0 höchstens 0.5 cm hoch Flüssigkeit zu deiner Rotkohllösung im RG '0'.
Du musst nur so viel Flüssigkeit hinzugeben, bis die Rotkohllösung gerade klar ihre Farbe ändert. Wenn sich die Farbe nicht ändert, ist das auch eine Beobachtung. Notiere die Farbe der Rotkohllösung in der letzten Spalte der unten stehenden Tabelle.
Verfahre analog mit den anderen Lösungen. Die Reihenfolge spielt keine Rolle.
Du kannst nun mit dem Handy ein Foto der unterschiedlich farbigen Lösungen in den RGs machen: Ordne die RGs nach steigendem pH-Wert und entferne die RGs, deren Lösungen die gleiche Farbe wie beim RG davor und danach aufweisen. Bsp.: Wenn du feststellst, dass die Lösungen mit pH=4, pH=5, pH=6 die gleiche Farbe aufweisen, dann kannst du das RG '5' entfernen.
- (2.9) Die Rotkohllösungen in den RGs sind via Abguss zu entsorgen.
- (2.10) Wenn es dich interessiert, kannst du zusätzlich den pH-Wert von weiteren Substanzen (z.B. Speichel, Urin, Kochsalzlösung...) mit Universalindikatorpapier messen. Bitte besprich aber deine zusätzliche Messreihe mit der Lehrperson.

Substanz	pH (Indikatorpapier)	Substanz	pH (Indikatorpapier)	pH der farblosen Lösungen	Farbe der Rotkohllösung
Wein		Abwaschmittel		0	
Essig		Fensterputzmittel		1	
Coca-Cola		Entkalker		2	
Zitronensaft		Waschpulver		3	
Mineralwasser		Seife		4	
Leitungswasser		Zahnpasta		5	
Redbull		Backpulver		6	
Orangensaft		Joghurt		7	
				8	
				9	
				10	
				11	
				12	
				13	
				14	

Aufgaben

- (2.1) Welche Gemeinsamkeit und welcher Unterschied besteht zwischen der Rotkohl-Lösung und dem Merck-Universalindikator(papier).
- (2.2) (a) Welche Alltagssubstanzen oder deren Lösungen sind \pm neutral, welche sauer respektive alkalisch?
(b) Ist eine Alltagssubstanz besonders sauer oder alkalisch, welche Werte haben dich überrascht?
- (2.3) Natronlauge ist eine Lösung von Natriumhydroxid (NaOH) in Wasser. Natronlauge mit einer Konzentration von 1 mol/l – also 1 mol NaOH (s) pro Liter Natronlauge – entspricht etwa einer 4 %igen Natronlauge und hat einen pH-Wert von 14. Für die alkalischen Eigenschaften der Lösung sind Hydroxidteilchen verantwortlich.
- (a) Wie gross ist die Masse von Natriumhydroxid in 50 g Natronlauge (4 %)?
(b) Wie gross ist die Stoffmenge von Natriumhydroxid in 50 ml Natronlauge (1 mol/l)?
(c) Wie viele Hydroxidteilchen sind in 1 Liter Natronlauge (1 mol/l) in Lösung?