

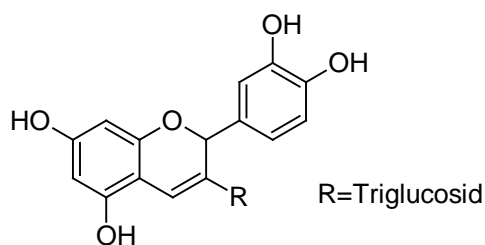
Organisch-chemisches Praktikum für das Lehramt (LA)

Torsten Lasse
 Leitung: Dr. P. Reiß
 WS 2008/09

Assistent: Tobias Gerhardt

Schulversuch (Gruppe 12/Selbst): Rotkohllindikator

Ein natürlicher pH-Indikator wird aus Rotkohl-Blättern gewonnen und exemplarisch erprobt.

Übersicht

Cyanidin-3-triglucosid

Zeitbedarf

Vorbereitung: 10 Minuten

Durchführung: 5-15 Minuten

Nachbereitung: 5 Minuten

Chemikalien und eingesetzte Substanzen

Eingesetzte Stoffe	Summenformel	Menge	R-Sätze*	S-Sätze*	Gefahrenkennzeichnung	Schuleinsatz*
Rotkohl (<i>Brassica oleracea</i> var.) (Tiefkühlprodukt)	-	etwa 4 Esslöffel	-	-	-	- (unbedenklich)
Zitronensaft (ausgepresste Zitrone)	-	3 mL	-	-	-	- (unbedenklich)
Seifenlösung (Messerspitze Handseife in etwa 3 mL Wasser)	-	3 mL	-	-	-	- (unbedenklich)
Leitungswasser	H ₂ O	3 mL	-	-	-	- (unbedenklich)
Schwefelsäure konz.	H ₂ SO ₄	3 mL	35	26-30-45	C	SI
Natronlauge (c=1 mol/L)	NaOH*H ₂ O	3 mL	34	26-37/39-45	C	SI

* = nach HessGiss 2006/07

Geräte und Materialien

Reagenzgläser 5x
Reagenzglasständer
Saugflasche
Magnetrührer
Rührfisch
Becherglas 500 mL
Saugflasche
Gastrichter mit Filterpapier

Versuchsaufbau

~

Durchführung

Etwa 4 gehäufte Esslöffel (vorgekochter und zerkleinerter) Rotkohl aus dem Tiefkühlvorrat wurde in ein 500 mL Becherglas überführt und auf dem Magnetrührer nach Zugabe von etwa 150 mL Wasser (s. Abb. 1) und einem Rührfisch unter ständigem Rühren bis zum Sieden erhitzt. Der gesamte Ansatz wurde nun etwa 2 Minuten lang gekocht.



Abb. 1: Der Rotkohl wurde mit Wasser versetzt.

Im Anschluss wurde der rot-violette Rotkohlsaft durch einen Gastrichter mit Filterpapier in eine Saugflasche filtriert (s. Abb. 2).



Abb.2: Filtrierung des Rotkohlsaftes

Der dickflüssige Ansatz konnte nur sehr langsam filtriert werden. Schließlich konnten jedoch etwa 25 mL rot-violettes Filtrat gewonnen werden (bei längerer Filtration entsprechend mehr).

3 mL Natronlauge ($c = 1 \text{ mol/L}$), Seifenlösung, Leitungswasser, Schwefelsäure (konzentriert) und Zitronensaft wurden in 5 Reagenzgläser gegeben, anschließend wurde jeweils etwa 1 ml des Rotkohl-Filtrates hinzugegeben. Dies wurde danach kurz geschüttelt.

Beobachtung

Es trat eine sofortige Verfärbung der Ansätze auf. Die ursprünglich farblosen Ansätze wurden durch die Zugabe des rötlich-violetten Filtrates abhängig vom pH-Wert verfärbt. Dabei verfärbten sich basische Ansätze (Seifenlösung, Natronlauge) blau-grün bis gelblich. Saure Ansätze (Zitronensaft) verfärbten sich rötlich. Die pH-neutralen Flüssigkeiten behielten annähernd die violette Farbe des Rotkohlfiltrates. Das Rotkohl-Filtrat kann somit als einfacher pH-Indikator fungieren (s. Abb. 3). Der Ansatz mit der konzentrierten Schwefelsäure war kurzzeitig rötlich, veränderte dann jedoch seine Farbe ins Rötlich-Schwarze.



Abb. 3: Rotkohllindikator. Natronlauge ($c=1 \text{ mol/L}$), Seifenlösung, Wasser, Schwefelsäure (konz.), Zitronensaft. V.l.n.r. (zunehmender pH-Wert v.l.n.r., Schwefelsäure und Zitronensaft auf Abb. vertauscht)

Entsorgung

Alle flüssigen Ansätze konnten nach vorhergehender Neutralisation im Lösungsmittelabfall entsorgt werden. Der Filtrerrückstand wurde getrocknet im Feststoffabfall entsorgt. Alternativ hätte jedoch auch eine Entsorgung kompostierbaren Abfalls stattfinden können.

Fachliche Analyse

Die starke Natronlauge verfärbte den Ansatz gelblich, die schwach basische Seifenlösung erbrachte eine grüne Färbung (blaue Verfärbungen würden bei pH-Werten dazwischen vorzufinden sein). Neutrale Lösungen wie Wasser verursachten geringfügige bis keine Farbveränderung (violett). Mit niedriger werdenden pH-Werten werden die Lösungen zunehmend rötlich.

Folgende Farbabstufungen sind abhängig vom pH-Wert somit in etwa zu erwarten:

pH-Wert	Farbe
2	rot
4	lila
6	blauviolett
8	blau
10	blaugrün
12	grünlich gelb

Dabei wird ersichtlich, dass lediglich eine grobe Zuordnung zu den pH-Werten erfolgen kann. Für detailliertere pH-Wert-Messungen muss auf andere Indikatoren bzw. Messgeräte zurückgegriffen werden.

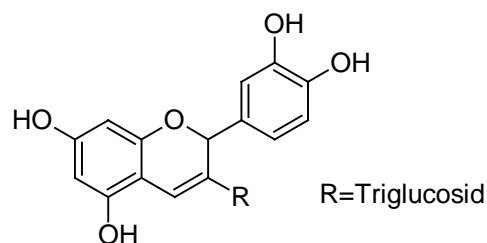
Die dunkle Verfärbung des Ansatzes mit Schwefelsäure ist vermutlich auf die zerstörerische Wirkung konzentrierter Schwefelsäure auf Kohlenhydrate unter Bildung schwarzen Kohlenstoffs zurückzuführen. Somit ist der Indikator nur sehr begrenzt für die Verwendung einer derartigen Säure verwendbar.

Die Ursache für die beobachtbaren Farbveränderungen liegt darin, dass der Rotkohlsaft als pH-Indikator dient. Dabei besitzt dieser natürliche Indikator sogar einen Umschlagbereich im neutralen (pH 7) sowie im alkalischen Milieu (pH >10).

Die heterogene Gruppe der Anthocyane dient in vielen Pflanzen als Farbstoff. Im Rotkohl findet man hingegen vorwiegend ein Derivat, welches für die erfolgreiche Nutzung als pH-Indikator verantwortlich scheint. Dieser Farbstoff lässt sich ebenfalls in Stockrosen, roten Rosen und dem Hibiskus vorfinden.

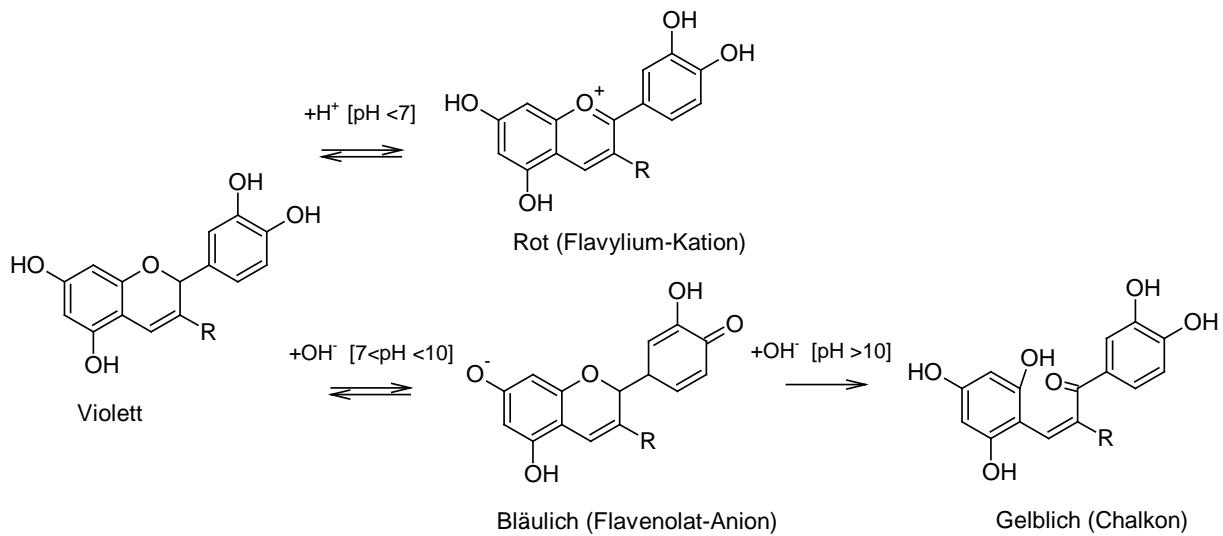
Das Cyanidin-3-triglucosid liegt im Rotkohl jedoch in relativ hohen Anteilen vor.

Der Aufbau dieses Moleküls wird im Folgenden dargestellt, wobei der Rest (R) glykosidisch an die Ringstruktur gebunden ist und ein Trimer der Glucose darstellt. Cyanidine können als Farbsäuren bezeichnet werden. Der komplizierte Aufbau der Moleküle beinhaltet 2 Hydroxylgruppen, die durch Abgabe von Protonen einen farblichen Wechsel der Lösung verursachen können.



Cyanidin-3-triglucosid

Eine Zugabe von verschiedenen Säuren oder Basen lässt den Indikator in unterschiedlichen Formen erscheinen:



Jegliche Färbungen sind reversibel – die Blau- und Gelbfärbungen verändern sich durch Zugabe von Säure wieder ins Rötliche. Die Grünfärbung zeigt sich als Mischfarbe aus Blau und Gelb.

Auffallend ist, dass der gelbe Farbstoff langsam in einen anderen gelben Stoff überführt wird und dann nicht mehr mit Säure zurück zu Blau oder Rot reagiert. Diese Reaktion ist also irreversibel.

Methodisch-didaktische Analyse

Der Versuch kann im Rahmen des Prüfens von Stoffen aus dem Alltag und von Chemikalien aus dem Labor mit natürlichen und künstlichen pH-Indikatoren als fakultativer Unterrichtsinhalt der Jahrgangsstufe 7 durchgeführt werden. Als Einleitung in die pH-Skala kann der Versuch in frühen Jahrgangsstufen als ausreichender pH-Indikator eine stetige Anwendung finden.

Der zugrunde liegende Mechanismus ist m.E. nur eventuell für Leistungskurse in der Oberstufe empfehlenswert. So kann beispielsweise eine Behandlung im Rahmen der

Thematik der Farbstoffe (pH-Indikatoren) der 12. (bzw. 11.) Jahrgangsstufe sowohl im Leistungs- als auch Grundkurs erfolgen.

Die Schüler sollten als Voraussetzung die Thematik der pH-Werte kennen bzw. kennenlernen. Die beobachtbaren Farbveränderungen eines nahezu alltäglichen Lebensmittels dürfte auf die Schüler eine gewisse Faszination ausüben.

Die Vorbereitung dauert etwa 10 Minuten, die Durchführung je nach verwendeter Anzahl der zu untersuchenden Flüssigkeiten 5-15 Minuten, die Nachbereitung höchstens 5 Minuten. Somit kann der Versuch problemlos in einer Einzelstunde untergebracht werden. Alle verwendeten Materialien und Gegenstände – sowie die Chemikalien – sind in einem Schullabor zu finden. Alternativ können die verwendeten Chemikalien auch sinnvoll variiert werden. Aufgrund der Ungefährlichkeit der Chemikalien ist die Durchführung als Schülerversuch sehr empfehlenswert. Eventuell müssen Rotkohlblätter gekauft werden.

Es zeigte sich, dass die erfolgreiche Durchführung des Versuches unabhängig von der Frische des Rotkohls ist. So wurde hier vorgekochter, tiefgekühlter Rotkohl verwendet, der sehr gute Ergebnisse liefert. Gerade zu Jahreszeiten, wo Rotkohl nicht frisch zu bekommen ist, bietet sich dies als problemlose Alternative an.

Durch geschickte Wahl von Flüssigkeiten mit leicht differenten pH-Werten kann, mit einem gewissen Aufwand, eine optisch ansprechende Farbskala erzeugt werden, die zukünftige Zuordnungen zu pH-Werten bei der Verwendung dieses natürlichen Indikators im Schullabor erleichtern kann.

Ebenfalls kann der Versuch als reizvolle, praktische Hausaufgabe für die Schüler vorgesehen werden. Mit verschiedenen in (fast) jedem Haushalt vorzufindenden Substanzen (Natron, Mineralwasser, Essig etc.) könnten die Schüler zu einer eigenständigen Durchführung animiert werden.

Literatur

Mortimer CE: Chemie; 4. Auflage 1983, 1. Nachdruck 1986, Georg Thieme Verlag, Stuttgart

Peter K , Vollhardt C, Schore NE: Organische Chemie, 4. Auflage, 1. korrigierter Nachdruck 2007, Wiley-VCH, Weinheim

Idee aus:

<http://www.seilnacht.com/Download/Abrotkoh.doc>; Zugriff am 21.01.09

Weitere Quellen:

Hessisches Gefahrstoffinformationssystem Schule; <http://www.hessgiss.de/>; Version 2006/07

Hessischer Lehrplan Chemie G8; unter <http://www.kultusministerium.hessen.de/>; Zugriff am 22.02.09

<http://www.chids.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0011Rotkohlindikator.pdf>; Zugriff am 23.02.09

<http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/rotkohl.htm>; Zugriff am 23.02.09