

Praktikum zur Organischen Chemie für Studierende des Lehramts

WS 2010/11

Praktikumsleitung: Dr. Reiß

Assistent(in): Beate Abé

Name: Johannes Hergt

Datum: 9.2.2011

Gruppe 12: Farb-, Spreng- und Wirkstoffe

Versuch (selbst): Der Radieschenindikator

Zeitbedarf

Vorbereitung: 15 Minuten

Durchführung: 15 Minuten

Nachbereitung: 5 Minuten

Farbstoff des Radieschens

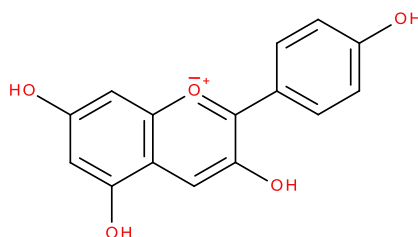


Abb. 1: Pelargonidin.

Chemikalien ^[2]

Tab. 1: Verwendete Chemikalien.

Eingesetzte Stoffe	Summenformel	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbole	Schul-einsatz
1- Propanol	C ₃ H ₇ OH _(l)	200 mL	11-41-67	(2)-7-16-24-26-39	F, Xi	S1
Radieschen		10 Stück				S1
Eisessig	CH ₃ COOH _(aq)	ca. 20 mL	10-35	(1/2)-23-26-45	C	S1
Natronlauge (c = 0,2 mol/L)	NaOH _(aq)	ca. 20 mL	35	26-36/37/39-45	C	S1
Zitronenkonzentrat						S1
Essigessenz						S1
Klarspüler						S1
Multivitamin-Brausetablette						S1
Geschirrspül-Tab					Xi	S1
Kaiser Natron						S1

Geräte

- 2 Erlenmeyerkolben (500 mL)
- Trichter
- Rundfilter
- Reagenzgläser
- Reagenzglasständer
- 250 mL Becherglas
- pH-Meter
- Pasteurpipette
- Pipettenhütchen

Aufbau

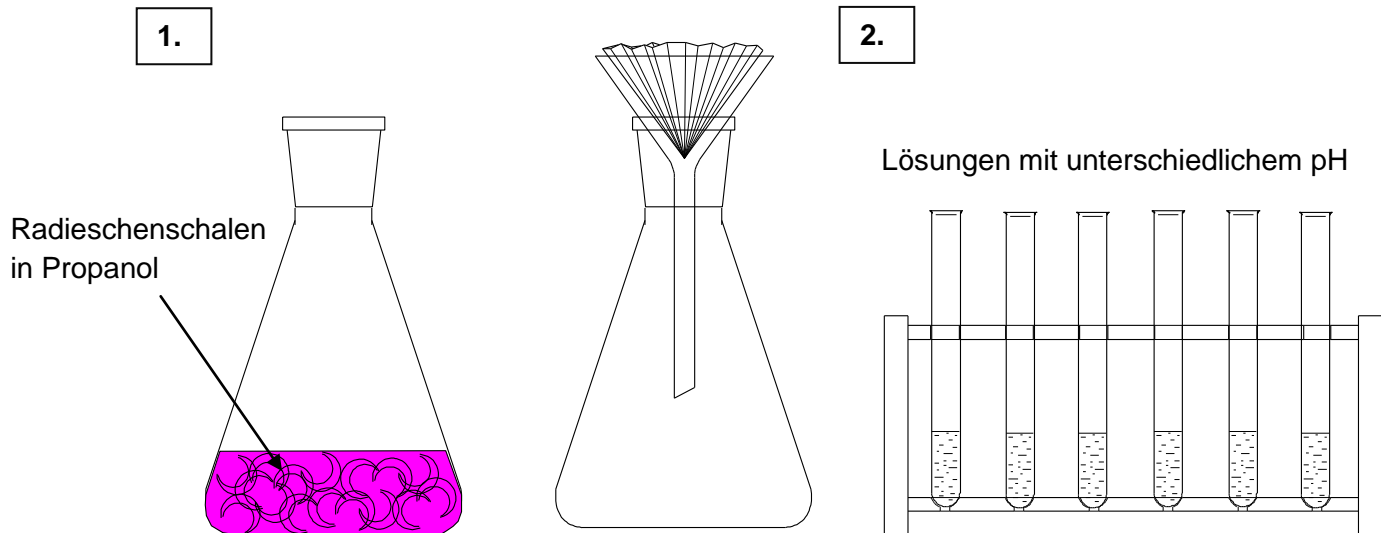


Abb. 2: Versuchsaufbau.

Durchführung

10 Radieschen werden geschält und die Schalen in einen 500 mL Erlenmeyerkolben gegeben. (Die übrig gebliebenen, „nackten“ Radieschen können verspeist oder aber im Biomüll entsorgt werden.) Die Schalen werden mit ca. 200 mL 1-Propanol überschichtet (siehe Abb. 2 links) und ruhen gelassen. Nach 30 Minuten wird die Flüssigkeit über einen Faltenfilter in einen zweiten 500 mL Erlenmeyerkolben überführt.

Nun werden Lösungen unterschiedlichen pHs hergestellt. Dazu wird ein 250 mL Becherglas zur Hälfte mit Wasser aufgefüllt. Durch tropfenweise Zugabe von Eisessig bzw. Natronlauge ($c = 0,2 \text{ mol/L}$) und der Verwendung eines pH-Meters kann ein bestimmter pH eingestellt werden. So werden insgesamt 12 Reagenzgläser auf einem Reagenzglasständer angeordnet, dass eine pH-Reihe von links nach rechts vorliegt: pH = 2, 3, 4 13.

Des Weiteren werden Lösungen mit verschiedenen Haushalts-/Küchenprodukten hergestellt (Zitronenkonzentrat, Essigessenz, Klarspüler, Multivitamin-Brausetablette, Geschirrspül-Tab, Kaiser Natron). Diese können direkt in Reagenzgläsern angesetzt werden.

Nun werden je 3 Pipetten Radieschenfiltrat zu den verschiedenen Lösungen gegeben.

Beobachtung

Wird das Radischenschalen-1-Propanol-Gemisch nach ca. 30 Minuten filtriert, fallen die (im Vergleich zu vorher, siehe Abb. 3) deutlich blässeren Schalen auf. Das Filtrat besitzt eine rosa Farbe.

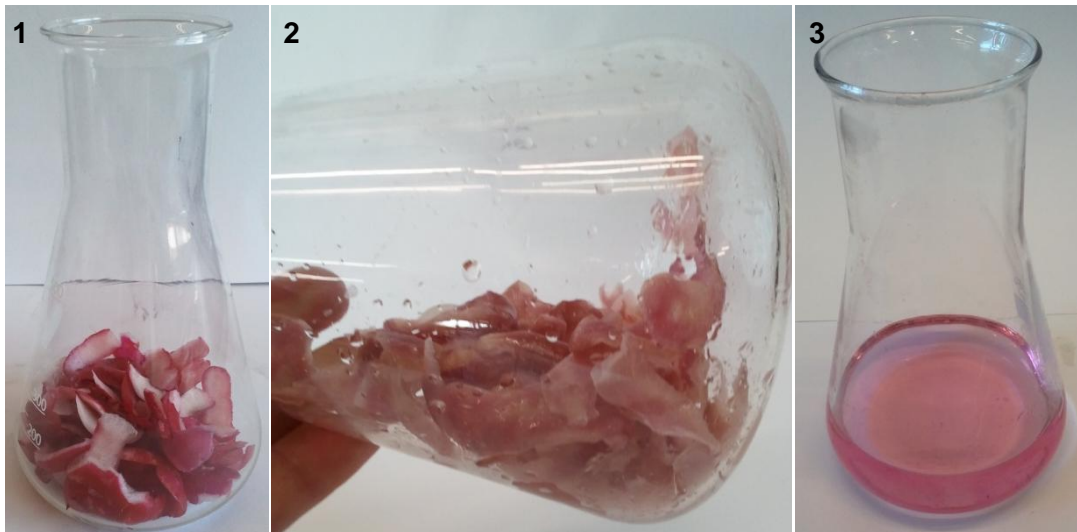


Abb. 3: Frisch geschälte Radischenschalen 1, nach dem Überschichten mit Propanol 2, Filtrat 3.

Wird das rosa Filtrat nun zu den vorbereiteten Lösungen gegeben, sind unterschiedliche Färbungen zu beobachten.

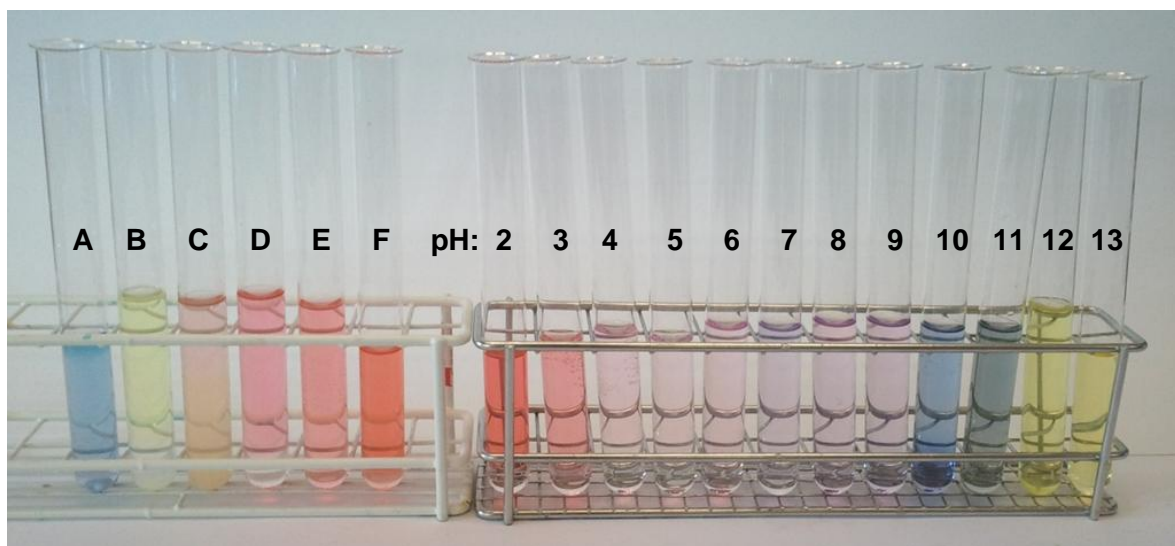


Abb. 4: Lösungen mit rosa Filtrat versetzt.

Haushaltsmittel (links): A = Kaiser Natron

B = Geschirrspül-Tab

C = Multivitamin-Brausetablette

D = Klarspüler

E = Essigessenz

F = Zitronenkonzentrat

pH-Lösungen (rechts): Ziffern stehen für pH-Wert



Abb. 5: Untersuchte Haushaltsprodukte (vgl. Abb. 4).

Wie in Abb. 4 gut zu erkennen ist, sind die pH-Lösungen, welche mit Radieschenschalen-Filtrat versetzt wurden, bei stark sauren Lösungen (pH = 2-3) orange-rot. Bei schwach-sauren Lösungen (pH = 4-7) sind die Lösungen blass rosa. Neutrale bis leicht alkalische Lösungen (pH = 7-9) weisen eine blass violette Färbung auf. Bei pH = 10 u. 11 liegt eine dunkelblaue, bei pH = 12 u. 13 eine gelbe Färbung vor. Dabei geht die Farbe der pH-Werte 11 und 12 leicht in den grünen Bereich.

In Tab. 1 wird der farbliche Vergleich der Haushaltsmittellösungen mit den pH-Lösungen aufgeführt.

Tab. 1: Vergleich der Färbung der Haushaltsmittellösungen mit den pH-Lösungen

Haushaltsmittellösung	pH-Lösung
A) Kaiser Natron	10
B) Geschirrspül-Tab	12
C) Multivitamin-Brausetablette	4
D) Klarspüler	3
E) Essigessenz	2-3
F) Zitronenkonzentrat	2

Entsorgung

Die Lösungen werden neutral im Sammelbehälter für organische Lösungsmittelabfälle entsorgt. Die Radieschenschalenreste werden in den Sammelbehälter für Feststoffabfälle gegeben.

Fachliche Auswertung der Versuchsergebnisse ^[3-6]

Anthocyane

Bei dem im Versuch isolierten, in Wasser löslichen Farbstoff handelt es sich um ein sog. Anthocyan. Das „chemische Grundgerüst“ dieser Farbstoffart entspricht dem des sog. Flavan, weshalb Anthocyane auch als Flavanoide bezeichnet werden.

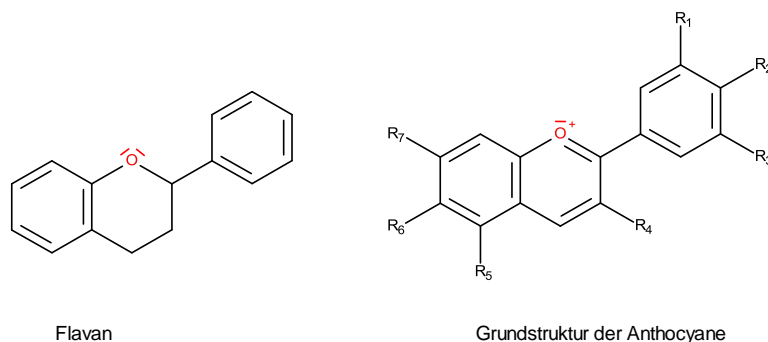


Abb. 6: Flavan und die Grundstruktur der Anthocyane.

Anthocyane sind oft für die charakteristischen Färbungen von Laub, Obst und Gemüse verantwortlich. So enthalten die meisten Pflanzen Anthocyane in ihren Blättern, die aber farblich

erst im Herbst für das menschliche Auge sichtbar werden, wenn kein Chlorophyll mehr gebildet wird, welches jene farblich überdeckt.

Zudem sind die Farbeindrücke vieler Obstsorten, insbesondere aber die von Beeren, auf Anthocyane zurückzuführen.

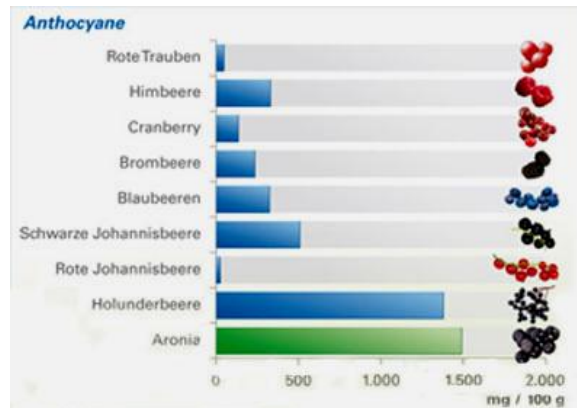


Abb. 7:^[4] Anteil an Anthocyanen in verschiedenen Beerenarten.

In Abb. 7 wird deutlich, dass vor allem Beeren mit einer dunkelblauen Färbung einen hohen Anteil an Anthocyanen besitzen. Diese Beobachtung könnte den altgriechischen Namen der Farbstoffe - anthos = Blüte, kyaneos = dunkelblau - erklären. Wie der Name ebenfalls impliziert, sind Anthocyane auch für die Färbung vieler Blüten verantwortlich.

Pelargonidin

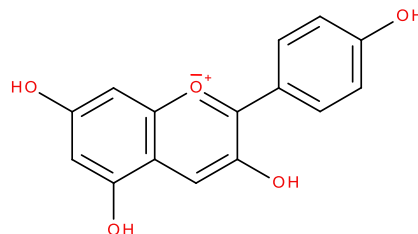


Abb. 8: Pelargonidin.

Bei dem im Radieschen enthaltenen Anthocyanfarbstoff handelt es sich um das sog. Pelargonidin (→ Farbstoff der Pelargonienblüten). Dieses ist u.a. auch für die Färbung der Blüten der Kapuzinerkresse und der Skabiose verantwortlich.



Abb. 9:^[5] Kapuzinerkresse, Pelargonie, Skabiose und Radieschen.

Aufgrund der Ungiftigkeit von Anthocyanen (im Gegensatz zu Azofarbstoffen) werden diese auch als Lebensmittelfarbstoffe eingesetzt.

Erklärung des Versuchs

In Abb. 9 wird ersichtlich, dass Pelargonidin in verschiedenen Pflanzen unterschiedliche Farbeindrücke hervorruft. Wie ist dies möglich?

Der durchgeführte Versuch, in dem das Pelargonidin der Radieschenschalen als Farbindikator eingesetzt wurde, veranschaulicht dieses in der Natur vorkommende Phänomen.

In der Beobachtung (Abb. 4) war eine pH-abhängige Farbgebung des Radieschenschalen-Substrats zu erkennen. Dies liegt daran, dass Pelargonidin, wie es in Abb. 8 dargestellt ist, nur in einem stark sauren Milieu ($\text{pH} \leq 3$) in dieser Form vorliegt.

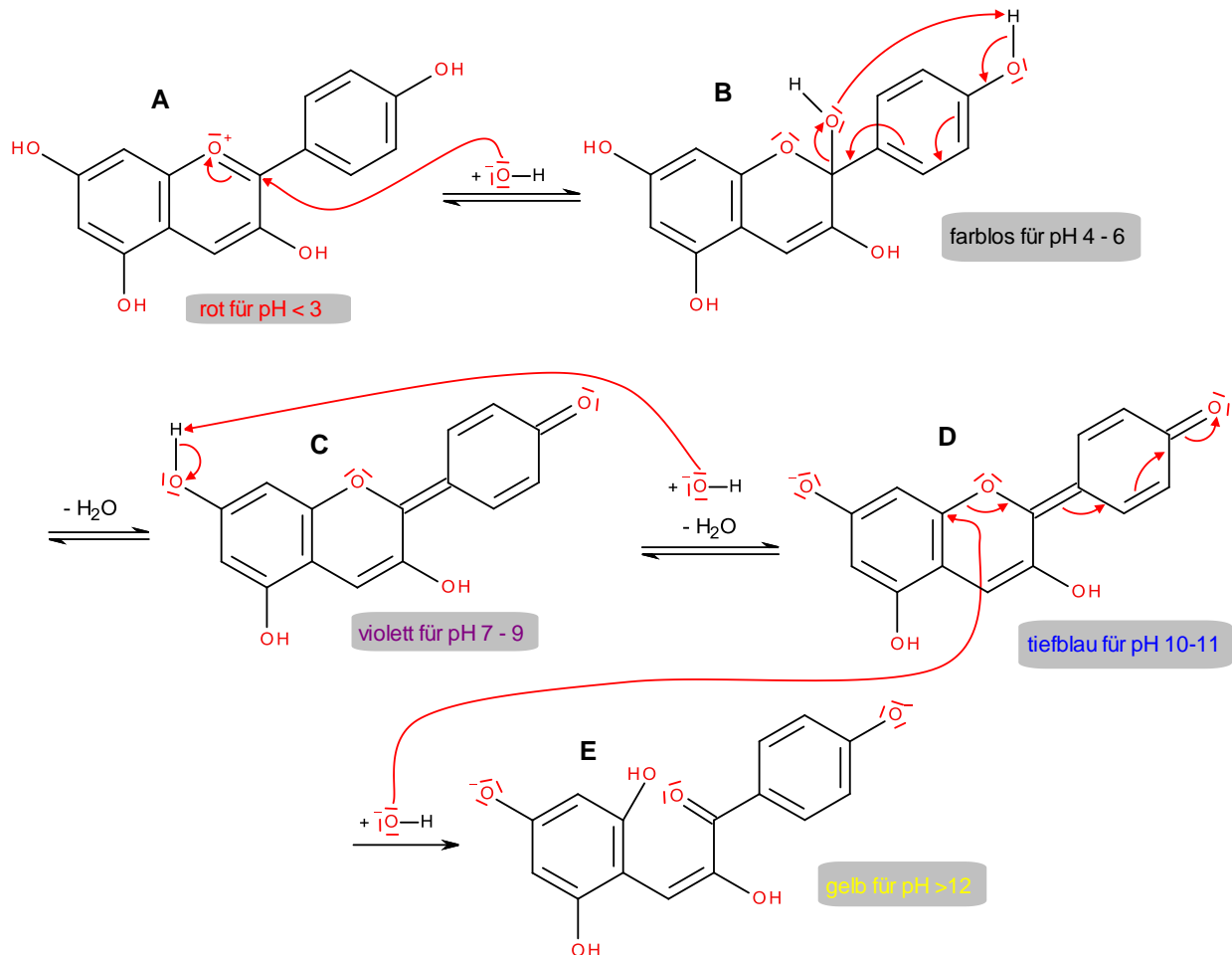


Abb. 10: Pelargonidin bei verschiedenen pH-Werten.

Die im stark sauren Milieu vorliegende Form **A** verfügt über ein relativ großes delokalisiertes π -Elektronensystem. Aus diesem Grund entsteht ein roter Farbeindruck (blau-grünes Licht wird absorbiert). Eine Hydroxylierung kann bereits im schwach Sauren erfolgen, wodurch das delokalisierte π -Elektronensystem unterbrochen wird \rightarrow die Lösung wird farblos (Produkt **B**). Eine blass-rosa Färbung wird aufgrund des in geringen Mengen vorhandenen Produkts **A** (Gleichgewicht) wahrgenommen. Durch Bildung von **C** unter Abspaltung von Wasser wird das delokalisierte π -Elektronensystem wieder hergestellt. Durch die dabei stattfindende Deprotonierung einer Hydroxygruppe wird das System vergrößert, sodass jetzt längerwelliges, grünes Licht absorbiert wird (Farbeindruck: violett).

Durch weitere Deprotonierung bei pH 10 - 11 entsteht Produkt **D**, welches nun noch längerwelliges, oranges Licht (Farbeindruck: blau) absorbiert.

Liegt der pH über 12 kommt es durch eine Hydroxilierung zur irreversiblen Zerstörung des „mittleren Benzolrings“. Das vorliegende System des Produkts **E** ist weniger stark aromatisiert als die anderen Produkte und ergibt deshalb einen gelben Farbeindruck, der von der Absorption energiereichen, blauen Lichts ausgeht.

Durch die Farbänderung Pelargonidins bei verschiedenen pHs, ist es gut als pH-Indikator geeignet. So wurden im Versuch auch Haushaltsprodukte auf ihren pH geprüft. Die Farbänderung des Anthocyans kann zudem auch zur Erklärung der unterschiedlichen Färbungen in der Pflanzenwelt herangezogen werden. Die orange-roten Blüten der Pelargonie und der Kapuzinerkresse, sowie die Radieschenschalen scheinen einen eher sauren Charakter zu haben, wohingegen die violette Blüte der Skabiose auf ein eher basisches Milieu hinweist. Einige Pflanzen, wie z.B. Skabiosen oder Hortensien können durch pH-Änderungen des Nährbodens aufgrund der beschriebenen Prozesse unterschiedliche Färbungen in den Blüten annehmen.



Abb. 11: Hortensien sind je nach pH und Aluminiumanteil (Komplexbildung mit Anthocyanen) des Nährbodens blau, weiß, rosa oder violett gefärbt.

Methodisch-Didaktische Analyse

1 Einordnung^[7]

Laut hessischem Lehrplan werden Farbstoffe im Leistungskurs in der Qualifikationsphase 2 oder als Wahlthema der angewandten Chemie im Grund- oder Leistungskurs der Qualifikationsphase 4 behandelt. PH-Indikatoren, natürliche Farbstoffe und Lebensmittel-farbstoffe werden explizit erwähnt. Der Versuch lässt sich somit gut in den Lehrplan einordnen und besitzt zudem einen sehr guten Alltagsbezug, da er zur Erklärung der Verschiedenfarbigkeit vieler Pflanzen (bzw. deren Blüten) in der Natur beiträgt.

Um den Radieschenindikator zu verstehen, sollten den Schülern Begriffe wie „delokalisiertes π -Elektronensystem“, „energiearmes und -reiches Licht“, „Wellenlängen“, „Spektralbereich“ und „Komplementärfarben“ geläufig sein. Auf dieser Grundlage bildet der Versuch eine sinnvolle Vertiefung des Gesamtthemas „Farbstoffe“.

2 Aufwand

Der Versuch ist mit keinem großen Zeitaufwand verbunden, lediglich für das Lösen des Pelargonidins wird ein wenig Zeit benötigt. Die verwendeten Chemikalien sind ungiftig und kostengünstig. Wird anstelle von 1-Propanol Ethanol/Brennspiritus verwendet, eignet sich der Versuch auch als experimentelle Hausaufgabe.

3 Durchführung

Aufgrund der ungiftigen Chemikalien und der schönen visuellen Eindrücke ist der Versuch sehr gut als Schülerversuch geeignet.

Um Chemikalien zu sparen und die Kommunikation zwischen den Schülern zu fördern, würde es sich anbieten, die Schüler in Gruppen arbeiten zu lassen. Der Lehrer sollte bereits vor der Unterrichtsstunde eine „Palette“ an verschiedenen pH-Lösungen ansetzen, sodass die Schüler diese während der Versuchsdurchführung lediglich in ihre Reagenzgläser geben müssen. Besonders groß ist der Alltagsbezug unter Verwendung von Haushaltsmitteln, die mit Hilfe des Radischen-Indikators auf ihren pH untersucht werden können. Der Lehrer sollte deshalb eine große Auswahl an derartigen „Alltagschemikalien“ zur Verfügung stellen und den Schülern freistellen, welche sie untersuchen wollen.

Die Schüler sollten dazu aufgefordert werden, Fotos von dem Versuch zu machen (viele Schüler besitzen Fotohandys), um die Farbeindrücke festzuhalten.

4 Fazit

Der Versuch ist aufgrund der guten Einordnung in den Lehrplan, einem gutem Alltagsbezug, ungiftiger Chemikalien, geringem Zeitaufwand und schöner visueller Eindrücke hervorragend als Schülerversuch geeignet.

Quellenverzeichnis

- [1] Versuchsquelle:
(Mathematisch Naturwissenschaftlicher Unterricht: *Der Radieschenindikator - Eine gute Alternative*. Heft 7, Jhg. 1998, S. 410-413.)
→ Heft 7 nicht in Sammlung vorhanden!
- Deshalb Internetquelle:
<http://www.axel-schunk.de/experiment/edm1009.html>
Titel: Experiment des Monats September 2010 - Radieschen-Indikator
Urheber: A. Schunk, Charité - Universitätsmedizin Berlin
Zugriff am: 9. Februar 2011
- [2] HessGISS - GUV-Regel Umgang mit Gefahrenstoffen im Unterricht
Ausgabe Januar 1998 (Aktualisierte Fassung Juni 2004)
- [3] Bruice, Paula Y.: *Organische Chemie*, 5. Aktualisierte Auflage, Pearson Studium, München **2007**, S. 639 f.
- [3] <http://www.chemikus.de/sites/anthocyaninfo.htm>
Titel: Anthocyane
Urheber: Peter Slaby
Zugriff am: 20. Februar 2011
- [4] Graphik
<http://www.cellin.hippel.eu/cellin.html>
Titel: Cellin® Produktbeschreibung
Urheber: Petra Hippel
Zugriff am: 20. Februar 2011
- [5] Bilder:
Skabiose - <http://www.martinaorlich.de/My%20Garden/Die%20kleine%20Pflanzenschau/Monatsseite%20Juni.html>
Kapuzinerkresse - <http://www.horst-luenser.de/gartenpflanzen/kapuzinerkresse.html>
Pelargonie - <http://www.janko.at/Fotos/Flora/Bluete%20rot%20Pelargonie.htm>
Radieschen - <http://putzlowitsch.de/2008/02/27/ich-bin-ein-wahrsager/>
- [6] <http://www.chf.de/eduthek/projektarbeit-naturstoffe-indikatoren.html>
Titel: Naturstoffe als Indikatoren
Urheber: Mara Heyer und Katrin Wittwer
Zugriff am: 20. Februar 2011
- [7] Hessischer Lehrplan: Chemie. **2010**
http://www.hessen.de/irj/HKM_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2
(Zugriff am 20. Februar 2011)