



Chemistry and Industry for Teachers in European Schools

CHEMIE UM UNS HERUM

Chemische Experimente mit
Alltagsprodukten

Hana Böhmová, Dana Pisková, Renata Šulcová

Endversion
Eva Stratilová Urválková

Deutsche Übersetzung
Christiane Schüler



Education and Culture

Socrates
Comenius

CITIES (*Chemistry and Industry for Teachers in European Schools*) ist ein COMENIUS-Projekt, in dessen Rahmen Materialien für den Chemieunterricht erstellt und erprobt werden. Diese Materialien sollen Lehrkräften helfen, ihren Unterricht attraktiver zu gestalten, indem der Bezug sowohl zum Alltag und der Lebenswelt als auch zur chemischen Industrie aufgezeigt wird.

Am Projekt CITIES sind die folgenden Partner beteiligt:

- Goethe-Universität Frankfurt, Deutschland, <http://www.chemiedidaktik.uni-frankfurt.de>
- Czech Chemical Society, Prag, Tschechische Republik, <http://www.csch.cz/>
- Jagiellonian University, Krakau, Polen, http://www.chemia.uj.edu.pl/index_en.html
- Hochschule Fresenius, Idstein, Deutschland, <http://www.fh-fresenius.de>
- European Chemical Employers Group (ECEG), Brüssel, Belgien, <http://www.eceg.org>
- Royal Society of Chemistry, London, United Kingdom, <http://www.rsc.org/>
- European Mine, Chemical and Energy Workers' Federation (EMCEF), Brüssel, Belgien, <http://www.emcef.org>
- Nottingham Trent University, Nottingham, United Kingdom, <http://www.ntu.ac.uk>
- Gesellschaft Deutscher Chemiker GDCh, Frankfurt/Main, Deutschland, <http://www.gdch.de>
- Institut Químic de Sarrià, Universitat Ramon Llull, Barcelona, Spanien, <http://www.iqs.url.edu>

Weitere dem CITIES-Projekt assoziierte Institutionen:

- Newcastle-under-Lyme School, Staffordshire, United Kingdom
- Masaryk Secondary School of Chemistry, Prag, Tschechische Republik
- Astyle linguistic competence, Wien, Österreich
- Karls-Universität in Prag, Prag, Tschechische Republik



Dieses Projekt wird mit Unterstützung der Europäischen Kommission durchgeführt. Die vorliegende Publikation gibt die Meinung der Autorinnen und Autoren wieder. Die Europäische Kommission kann nicht für Folgen verantwortlich gemacht werden, die sich aus der Nutzung der vorliegenden Informationen ergeben können. Die am Projekt CITIES beteiligten Partner empfehlen dringend, dass jede Person, die die Versuchsvorschriften von CITIES nutzt, entsprechend beruflich qualifiziert ist sowie mit den Richtlinien für sicheres Arbeiten im Labor und dem Umgang mit Gefahrstoffen entsprechend den nationalen Regelungen vertraut ist. CITIES kann für keinerlei Schäden verantwortlich gemacht werden, die durch die Durchführung der beschriebenen Versuche entstehen.

LISTE DER EXPERIMENTE

Die folgende Liste umfasst Experimente, die von Kollegen aus Deutschland und der Tschechischen Republik entwickelt worden sind. In diesen Experimenten werden Materialien verwendet, die wir im alltäglichen Leben antreffen (wie z. B. Verpackungsmaterialien oder Spanplatten, Kunststoffe, Nahrungsmittel etc.) und die sich sehr leicht unter verschiedenen Gesichtspunkten untersuchen lassen.

- Die Dicke der Aluminiumschicht von Verpackungsfolien
- Spanplatten
- Polyurethan-Schaum auf der Basis von Rizinusöl
- Herstellung eines Nylonfadens
- Reduzierende Wirkung von Vitamin C
- Vitamin C in Obst und Gemüse
- Nachweis von reduzierenden Zuckern
- Nachweis von Proteinen
- Herstellung von Biodiesel
- Fluoreszenz von Pflanzenfarbstoffen

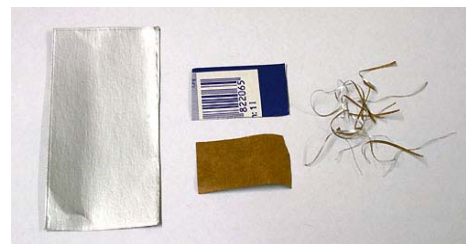
DIE DICKE DER ALUMINIUMSCHICHT VON VERPACKUNGSFOLIEN

<u>ZIEL</u>	Es soll der Aluminium-Gehalt verschiedener Verpackungsmaterialien bestimmt und daraus die Dicke der Aluminiumschicht berechnet werden.
<u>GRUNDLAGEN</u>	In Verpackungen, wie z. B. Getränkeverpackungen, befindet sich zwischen Polyethylenfolien eine Zwischenschicht aus Aluminium. Diese Aluminiumschicht dient als Schutz gegenüber Licht, Gerüchen, Feuchtigkeit und Sauerstoff. Aluminium zeichnet sich durch seine einfache Verarbeitbarkeit, sein leichtes Gewicht und seine Widerstandsfähigkeit aus. Die Aluminiumschicht wird durch Aufdampfen auf die Verpackungsfolie aufgetragen, wobei dies bei Papier oder Pappe nicht direkt möglich ist. Dickere Schichten werden als Folie aufgeklebt. Die Dicke der Schicht lässt sich aus der Fläche und dem Aluminium-Gehalt in der Schicht ermitteln. Dabei wird der Aluminium-Gehalt ermittelt, indem die Metallschicht mit Säure aufgelöst und der Gehalt der Lösung an Al^{3+} -Ionen titrimetrisch mit EDTA bestimmt wird.
<u>ZEITBEDARF</u>	1. Tag: 15 min; 2. Tag: 30 min
<u>GERÄTE</u>	Laborwaage (0,001 g Genauigkeit), Pipette (10 mL), Schere; Messzylinder, Bechergläser (25 mL, 250 mL, 500 mL), Uhrglas, Bürette (50 mL), kleiner und großer Trichter, Filterpapier, Bunsenbrenner, Erlenmeyerkolben, pH-Indikatorpapier
<u>CHEMIKALIEN</u>	Standard-EDTA-Lösung ($c = 0,1 \text{ mol/L}$), Xylenolorange (eine kleine Spatelspitze in 1 mL Wasser gelöst), Zinksulfat-Lösung ($c(\text{ZnSO}_4) = 0,1 \text{ mol/L}$), Salzsäure ($w(\text{HCl}) = 18 \%$), Salzsäure ($c(\text{HCl}) = 2 \text{ mol/L}$), Natriumacetat, aluminiumhaltiges Verpackungsmaterial, z. B. Getränkeverpackungen (Die Papierschicht wird durch Aufweichen in Wasser abgelöst.), Butterfolie, Chipstüten (Da hier die Aluminiumschicht sehr dünn ist, wird eine größere Menge an Tüten benötigt.), Aluminiumfolie
<u>SICHERHEISHINWEISE</u>	EDTA (reizend, X_i), Zinksulfat (reizend, X_i , umweltgefährdend, N), Salzsäure (ätzend, C)

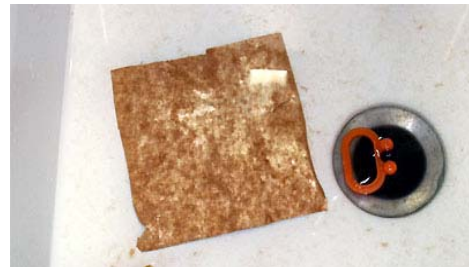
DURCHFÜHRUNG

1. Tag – Reaktion der Aluminiumschicht mit Salzsäure: 50 cm² (bei dünnen Schichten 100 cm²) aluminiumhaltiges Verpackungsmaterial werden in 1 – 2 mm breite Streifen geschnitten. Diese Streifen werden nochmals in kleinere Stücke geschnitten und in ein 250-mL-Becherglas gegeben. Nun fügt man 10 mL Salzsäure (w(HCl) = 18 %) hinzu und bedeckt das Becherglas mit einem Uhrglas. Die Aluminium/Salzsäure-Mischung lässt man über Nacht reagieren.

In Streifen zugeschnittenes Verpackungsmaterial



Entfernen der Papierschicht durch Aufweichen in Wasser



Aluminium-Streifen in Salzsäure



2. Tag – Bestimmung des Aluminium-Gehaltes

Der Inhalt des Becherglases wird in einen Erlenmeyerkolben filtriert. Um sicher zu gehen, dass alle Al³⁺-Ionen in den Erlenmeyerkolben vollständig überführt sind, werden das Becherglas und der Rückstand der Streifen auf dem Filterpapier zweimal mit destilliertem Wasser gewaschen. Die so gewonnene Probenlösung wird mit 50 mL Standard-EDTA-Lösung (0,1 mL) und 1 mL Salzsäure (c(HCl) = 2 mol/L) versetzt. Die Probe wird 10 Minuten in ein siedendes Wasserbad gestellt.

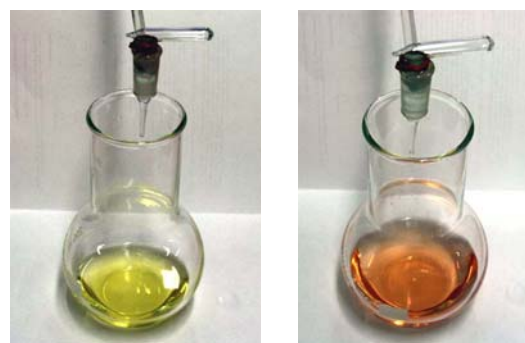
Streifenrückstände



Erhitzen des Erlenmeyerkolbens



Der Inhalt des Erlenmeyerkolbens wird abgekühlt und Natriumacetat-Lösung hinzugefügt, bis sich der pH-Wert des Inhaltes zwischen 5 – 6 einstellt. (Wenn der pH-Wert unter 5 liegt, wird kein Farbumschlag bei der Titration sichtbar!). 3 Tropfen Xylenorange-Indikatorlösung werden zugetropft und mit der Zinksulfat-Lösung bis zum scharf erfolgenden Farbumschlag von gelb nach rot titriert. (Durch einen Überschuss an Zink(II)sulfat bildet sich ein roter Xylenolorange-Komplex).



Farbe des Indikators vor (links) und nach (rechts) dem Farbumschlag

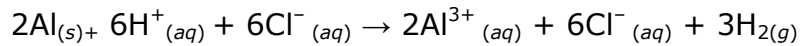
BEOBACHTUNG

Nach der Zugabe von Salzsäure zu den Aluminiumstreifen ist die Entwicklung von Wasserstoff für einige Zeit zu beobachten.

Zu Beginn der Titration ist die Lösung gelb. Nach der Zugabe einer stöchiometrischen Menge an Zinksulfat, schlägt die Farbe der Lösung nach orange um.

AUSWERTUNG

Salzsäure reagiert mit Aluminium zu Al^{3+} -Ionen unter Bildung von Wasserstoff:



Überschüssiges EDTA, das nicht mit Al^{3+} -Ionen komplex gebunden vorliegt, wird durch Rücktitration bestimmt. Da die molare Konzentration von EDTA und Zinksulfat-Lösung gleich ist, entspricht 1 mL Zinksulfat-Lösung 1 mL Überschuss an EDTA. Aus dem Verhältnis zwischen zugegebenem und überschüssigem EDTA-Volumen kann das Volumen der EDTA-Lösung berechnet werden, das zur Komplexbildung der Al^{3+} -Ionen benötigt wird. 1 mL der EDTA-Lösung entspricht einer Aluminiummenge von 0,2689 mg, was sich aus der Stöchiometrie der Reaktion und der molaren Masse des Aluminiums ergibt.

Die Dicke (t) der Aluminiumschicht lässt sich aus dem Verhältnis zwischen Volumen und Fläche des Aluminiums (A ; z. B. 50 cm^2 oder 100 cm^2) berechnen. Das Volumen des Aluminiums ergibt sich aus dem Quotienten zwischen der Masse des Aluminiums und der Dichte des Aluminiums ($2,700 \text{ g/cm}^3$):

$$t = \frac{V}{A} = \frac{m}{\rho * A}$$

Beispiel: Die Fläche des untersuchten Verpackungsmaterials beträgt $4 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}$. Das Volumen der verbrauchten Zinksulfat-Lösung ist 33,4 mL; daraus ergibt sich ein Aluminium-Gehalt von 44,63 mg. Durch Einsetzen in die oben genannte Gleichung ergibt sich eine Schichtdicke von $5,2 \text{ }\mu\text{m}$. In der Literatur wird ein Wert für die Aluminiumschicht von $6,5 \text{ }\mu\text{m}$ für Getränkeverpackungen und $0,05 \text{ }\mu\text{m}$ für Chipstüten angegeben.

ENTSORGUNG

Die verdünnte Salzsäure wird neutralisiert und in den Ausguss gegeben. Zinksulfat wird in den Behälter für wässrige Schwermetalllösungen gegeben.

LITERATUR

B. Landsgesell, H. J. Bader: *MNU* 57:5 (2004), 285–289.

SPANPLATTE

HERSTELLUNG VON FORMALDEHYD-HARNSTOFF-LEIMHARZ

<u>ZIEL</u>	Es werden unterschiedliche Formaldehyd-Harnstoff-Leimharze hergestellt und auf ihre Eigenschaften hin untersucht.
<u>ZEITBEDARF</u>	15 min
<u>GERÄTE</u>	Reagenzglasgestell, Becherglas (200 mL), Glasstab, Heizplatte, Trockenschrank, Glas mit Deckel (ca. 50 mL), 2 Porzellanschalen (50 mL),
<u>CHEMIKALIEN</u>	Formaldehydlösung ($w = 37\%$), Harnstoff, Ammoniumchlorid, Natronlauge ($w = 40\%$), Schwefelsäure ($c = 10\%$), pH-Indikatorpapier
<u>SICHERHEITSHINWEISE</u>	Formaldehyd (giftig, T), Ammoniumchlorid (gesundheitsschädlich, X_n), Natriumhydroxid (ätzend, C), Schwefelsäure (ätzend, C)
<u>DURCHFÜHRUNG</u>	Unter dem Abzug werden im Becherglas langsam unter ständigem Rühren mit einem Glasstab 15 g Harnstoff zu 30 mL Formaldehydlösung gegeben. Es entsteht eine farblose, viskose Flüssigkeit. Die Mischung wird im Becherglas auf 90 °C erhitzt, mit wenigen Tropfen Schwefelsäure angesäuert und so lange weitergerührt, bis eine zähflüssige Masse vorliegt. (Vorsicht, durch plötzlichen Siedeverzug kann heiße Flüssigkeit aus dem Becherglas spritzen!) Die Mischung wird mit einigen Tropfen Natriumhydroxid neutralisiert.

Reaktion von Harnstoff mit einer Formaldehydlösung.



Das entstandene Reaktionsprodukt wird in drei gleich große Portionen aufgeteilt. Die erste Portion wird in ein

verschließbares Glasgefäß gegeben. Die zweite Portion wird in einem Porzellangefäß in einem Trockenschrank bei 120 °C für 40 – 60 min aufbewahrt. Die dritte Portion wird in einem Porzellangefäß mit 3 g Ammoniumchlorid versetzt und ebenfalls im Trockenschrank bei 120 °C für 40 – 60 min aufbewahrt.

BEOBACHTUNG

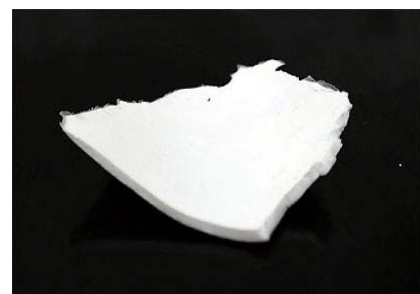
Wird Harnstoff zu Formaldehyd gegeben, entsteht nach kurzer Zeit eine viskose Flüssigkeit. Die Reaktion verläuft so schnell, dass durch Rühren ein Aufschäumen vermieden werden muss.

Die nicht im Trockenschrank erwärmte Probe des Reaktionsproduktes bleibt auch noch nach einigen Tagen unverändert viskos.

Die zweite Probe des Reaktionsproduktes ist zu einem festen Harz geworden, das im Mörser mit einem Pistill pulverisiert werden kann.

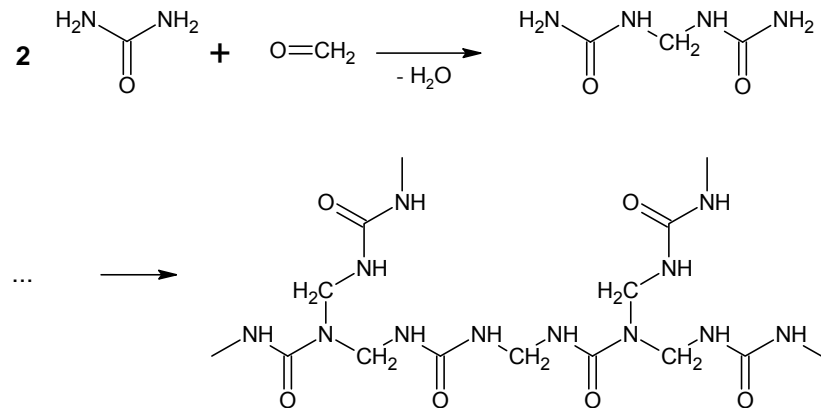
Die mit Ammoniumchlorid versetzte Probe des Reaktionsproduktes ist zu einem sehr widerstandsfähigen Harz geworden, das nicht pulverisiert werden kann.

Unterschiedlich hergestellte Harnstoff-Formaldehyd-Leimharze.



AUSWERTUNG

Leimharz wird durch Polykondensation aus Formaldehyd und Harnstoff hergestellt. Das Harz kondensiert weiter durch Erhitzen, wobei Ammoniumchlorid als Härter dient.



Polykondensation von Formaldehyd und Harnstoff

Harze, die durch Reaktion von Formaldehyd und Harnstoff - oder Substanzen wie Melamin - gebildet werden, dienen als Bindemittel.

DISPOSAL

Formaldehyd wird als organischer Abfall entsorgt. Säure und Natronlauge werden neutralisiert und können in den Ausguss gegeben werden.

LITERATURE

H. J. Bader, A. Lühken: Naturwissenschaften im Unterricht Chemie 10:50 (1999), 33 - 36.

SPANPLATTE

HYDROLYSE VON LEIMHARZ UND ANALYSE DER PRODUKTE

<u>ZIEL</u>	Ein Harnstoff-Formaldehyd-Leimharz wird in kaltem und heißem Wasser hydrolysiert. Die Reaktionsprodukte werden untersucht.
<u>ZEITBEDARF</u>	30 min
<u>GERÄTE</u>	Becherglas (100 mL), 8 Reagenzgläser, Bunsenbrenner, Spatel, pH-Meter (wahlweise)
<u>CHEMIKALIEN</u>	Urease, Phenolphthalein-Indikator; Schiffs Reagenz (Fuchsinlösung ($c = 0,1 \%$)), entfärbt durch Schwefeldioxid), Chromotropsäure Dinatrium-Salz, konz. Schwefelsäure, Leimharz aus dem vorhergehenden Versuch
<u>SICHERHEITSHINWEIS</u>	Chromotropsäure Dinatrium-Salz (reizend, X_i), Schwefelsäure (ätzend, C)
<u>DURCHFÜHRUNG</u>	<p><i>Hydrolyse:</i> Ein erbsengroßes Stück Kunstharz wird zu 20 mL destilliertem Wasser in ein Reagenzglas gegeben und 10 min lang erhitzt. Der Inhalt des Reagenzglases wird anschließend abgekühlt und auf drei Reagenzgläser aufgeteilt, die mit HW1, HW2 und HW3 beschriftet werden. Ein gleichgroßes Stück Kunstharz wird zu 20 mL destilliertem Wasser in ein Reagenzglas gegeben. Nach 10 Minuten wird die überstehende Lösung auf drei Reagenzgläser aufgeteilt, die mit CW1, CW2 und CW3 beschriftet werden.</p> <p><i>1. Nachweis von Harnstoff (Reagenzgläser HW1 und CW1):</i> Zu den Inhalten der Reagenzgläser werden einige Tropfen Phenolphthalein-Indikator und eine Spatelspitze Urease gegeben und es wird kräftig geschüttelt.</p> <p><i>2. Nachweis von Formaldehyd (Reagenzgläser HW2 und CW2):</i> Es werden 1 – 2 mL Schiffs Reagenz zu den Inhalten der Reagenzgläser gegeben.</p>

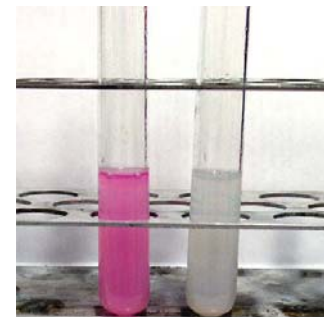
3. Nachweis von Formaldehyd durch Chromotropsäure (Reagenzgläser HW3 und CW3):

In einem Reagenzglas werden eine Spatelspitze Chromotropsäure Dinatriumsalz in 3 mL konz. Schwefelsäure gelöst. Dieses Reagenz zu HW3 und CW3 gegeben. (Wenn die Farbe der Mischung sich nicht ändern sollte, wird das Reagenzglas in einem Wasserbad auf 60 °C für einige Minuten erhitzt.)

BEOBACHTUNG

1. Nach der Zugabe des Phenolphthalein-Indikators und einer kleinen Menge Urease zu den beiden farblosen Proben HW1 und CW1 färbt sich die Probe HW1 pink. CW1 zeigt hingegen keine Farbänderung.

Nachweis von Harnstoff:
Hydrolyse mit heißem Wasser (links),
Kein Nachweis von Harnstoff:
Hydrolyse mit kaltem Wasser (rechts)



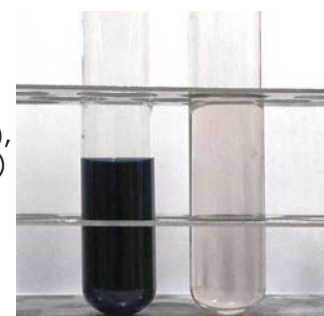
2. Beide Hydrolysate reagieren mit Schiffs Reagenz nach etwa 1 min: Die zuvor farblosen Proben verfärben sich beide rosa bis pink.

Nachweis von Formaldehyd mit Schiffs Reagenz:
Hydrolyse mit heißem Wasser (links),
Hydrolyse mit kaltem Wasser (rechts)



3. Bei der Zugabe von Chromotropsäure verfärbt sich das Hydrolysat nach 1 min violett. In der Probe, die durch Hydrolyse mit heißem Wasser erhalten wurde, ist die Farbe tief violett.

Nachweis von Formaldehyd mit Chromotropsäure:
Hydrolysat mit heißem Wasser (links),
Hydrolyse mit kaltem Wasser (rechts)



AUSWERTUNG

Die Farbänderung in dem Reagenzglas, das Phenolphthalein enthält, erfolgt in Folge der Spaltung von Harnstoff durch Urease. Dabei wird Ammoniak frei, das in wässriger Lösung alkalisch reagiert. (Dies kann auch mit einem pH-Meter nachgewiesen werden.) Die Menge an gebildetem Ammoniak, die durch Hydrolyse mit kaltem Wasser gebildet wird, reicht nicht aus, um eine Farbänderung des Indikators zu bewirken.

Bei der Reaktion mit Schiff's Reagenz reagiert Formaldehyd mit Schwefeldioxid zu einem Addukt unter Freisetzung von Fuchsin.

Chromotropsäure reagiert mit Formaldehyd unter Bildung eines blauviolettten Farbkomplexes.

Harnstoff-Formaldehyd-Leimharze sind in Wasser nicht stabil, was sehr wichtig ist, wenn diese als Klebstoffe verwendet werden. Wie man erwarten kann, verläuft die Hydrolyse in heißem Wasser schneller als in kaltem.

ENTSORGUNG

Schiff's Reagenz und Chromotropsäure werden als organische Abfälle entsorgt.

HYDROLYSE VON SPANPLATTEN UND NACHWEIS DER HYDROLYSEPRODUKTE DES LEIMS

<u>ZIEL</u>	Es wird ein Harnstoff-Formaldehyd-Leimharz, das als Klebstoff für Spanplatten dient, hydrolysiert. Die Hydrolyseprodukte des Leims werden analysiert.
<u>ZEITBEDARF</u>	15 min
<u>GERÄTE</u>	Becherglas (500 mL), 3 Reagenzgläser, Bunsenbrenner oder Heizplatte
<u>CHEMIKALIEN</u>	Urease, Phenolphthalein-Indikator, Spanplatte, Schiff's Reagenz (durch Schwefeldioxid entfärbte Fuchsinlösung ($c = 0,1 \%$)), Brady's Reagenz: 1 g 2,4-Dinitrophenylhydrazin werden in 5 mL konz. Schwefelsäure gelöst. Eine Mischung aus 7 mL Wasser und 25 mL Ethanol wird vorsichtig hinzugegeben. Die Lösung wird durch Dekantieren von ungelösten Verunreinigungen befreit.
<u>SICHERHEITSHINWEISE</u>	Brady's Reagenz (leichtentzündlich, F; gesundheitsschädlich, X _n), 2,4-Dinitrophenylhydrazin (gesundheitsschädlich, X _n)
<u>DURCHFÜHRUNG</u>	<p><i>Hydrolyse:</i> In einem Becherglas werden 200 mL destilliertes Wasser zum Sieden erhitzt.. Mehrere Spanplattenstücke werden hinzugegeben. Es wird so lange weiter erhitzt, bis die Spanplatten zerfallen (z. B. 10 – 15 min). Das Hydrolysat wird dekantiert und drei gleichgroße Portionen auf drei Reagenzgläser aufgeteilt, die mit 1, 2, 3 beschriftet sind.</p> <p><i>1. Nachweis von Harnstoff (Reagenzglas 1):</i> Es werden einige Tropfen Phenolphthalein-Indikatorlösung und eine Spatelspitze Urease zum Hydrolysat in Reagenzglas 1 gegeben. Es wird kräftig geschüttelt.</p> <p><i>2. Nachweis von Formaldehyd (Carbonylgruppe) mit Schiff's Reagenz (Reagenzglas 2):</i> 1 – 2 mL Schiff's Reagenz werden zum Hydrolysat in Reagenzglas 2 gegeben.</p> <p><i>3. Nachweis von Formaldehyd mit Brady's Reagenz (Reagenzglas 3):</i></p>

5 mL Brady's Reagenz werden zum Inhalt von Reagenzglas 3 gegeben.

BEOBACHTUNG

1. Nach der Zugabe der Phenolphthalein-Indikatorlösung und einer Spatelspitze Urease zum Hydrolysat in Reagenzglas 1 verfärbt sich dieses nach etwa 1 – 2 min pink (s. vorhergehenden Versuch „Spanplatte – Hydrolyse von Leimharz und Nachweise der Hydrolyseprodukte“).

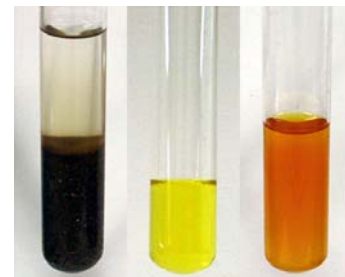
2. Probe 2 verfärbt sich nach Zugabe von Schiff's Reagenz nach etwa 1 min pink.

Spanplattenhydrolysat (links), Schiff's Reagenz (Mitte), positive Reaktion mit Formaldehyd (rechts).



3. Nach der Zugabe von Brady's Reagenz in Probe 2 bildet sich eine orangefarbene Trübung.

Spanplattenhydrolysat (links), Brady's Reagenz (Mitte), positive Reaktion mit Formaldehyd (rechts).



AUSWERTUNG

Bei der Spaltung von Harnstoff mit Urease wird Ammoniak gebildet, das in wässriger Lösung alkalisch reagiert.

Schiff's Reagenz: Formaldehyd reagiert mit dem Schwefeldioxid von Schiff's Reagenz zu einem Addukt unter Rückbildung von Fuchsin.

Brady's Reagenz: 2,4-Dinitrophenylhydrazin reagiert mit Formaldehyd unter Bildung eines festen orangefarbenen Hydrazons.

ENTSORGUNG

Alle verwendeten Lösungen werden als organische Abfälle entsorgt. Schiff's und Brady's Reagenzien werden für weitere Versuche aufbewahrt.

LITERATURE

H. J. Bader, A. Lühken: Naturwissenschaften im Unterricht Chemie 10:50 (1999), 33 - 36.

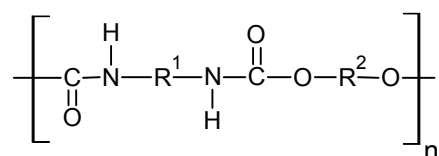
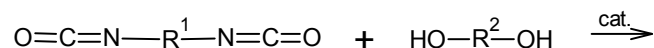
R. Šulcová, H. Böhmová: Netradiční experimenty z organické a praktické chemie. Praha, UK PŘF 2007, 65–66. ISBN 978-80-86561-81-3. (In Tschech.)

HINWEISE

2,4-Dinitrophenylhydrazin ist in festem Zustand eine gesundheitsschädliche Substanz. Daher sollte die Lösung von der Lehrkraft und nicht von den Schülern hergestellt werden.

HERSTELLUNG VON POLYURETHAN-SCHAUM AUF DER BASIS VON RICINUSÖL

<u>ZIEL</u>	Es wird ein Polyurethan-Schaum auf der Basis von Rizinusöl hergestellt.
<u>ZEITBEDARF</u>	5-10 min
<u>GERÄTE</u>	Reagenzglas, Spatel, Messpipette (1.0 mL)
<u>CHEMIKALIEN</u>	Ricinusöl (aus der Apotheke), Toluol-2,4-diisocyanat (oder Diphenylmethan-diisocyanat), 1,4-Diazabicyclo-[2.2.2]octan (oder Saccharose, siehe Hinweise)
<u>SICHERHEITSHINWEIS</u>	Toluol-2,4-diisocyanat (toxisch, T), 1,4-Diazabicyclo-[2.2.2]octan (leichtentzündlich, umweltgefährlich, X _n)
<u>DURCHFÜHRUNG</u>	2 g Rizinusöl werden mit 0,6 mL Toluol-2,4-diisocyanat in einem Reagenzglas gemischt. Man gibt einige Kristalle Aktivator hinzu (z. B. 1,4-Diazabicyclo-[2.2.2]octan) und verrührt wiederum.
<u>BEOBACHTUNG</u>	Kurze Zeit nachdem der Aktivator zugegeben und verrührt worden ist, setzt eine exotherme Reaktion ein, bei der ein festes Harz gebildet wird.
<u>AUSWERTUNG</u>	Polyurethane sind Verbindungen, die durch Polyaddition aus einem Monomer mit mindestens zwei Isocyanatgruppen und einem anderen Monomer mit mindestens zwei Hydroxylgruppen entstehen. Die Reaktion setzt durch Zugabe eines Aktivators ein.



Wasser reagiert mit Isocyanaten unter Bildung von Diaminen und Kohlendioxid, das als Treibmittel dient. Die Diamine reagieren mit überschüssigem Isoyanat zu Polyaddukten, die eine Harnstoffgruppen anstelle einer Urethangruppe enthalten.

ENTSORGUNG

Das aus dem Reagenzglas entnommene Polyurethan wird in den Hausmüll gegeben.

LITERATUR

H. Sommerfeld, R. Blume, H. J. Bader: *Praxis der Naturwissenschaften Chemie in der Schule* **39:2** (1990), 28.

HINWEISE

Saccharose kann ebenso als Aktivator verwendet werden, allerdings ist die Wirkung geringer als die von 1,4-Diazabicyclo[2.2.2]octan.

HERSTELLUNG EINES NYLONFADENS

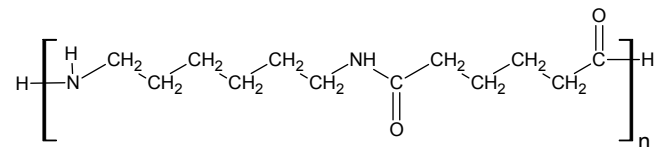
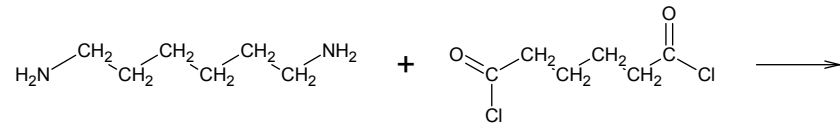
<u>ZIEL</u>	Ein Nylonfaden wird hergestellt und auf seine Elastizität und Festigkeit hin untersucht.
<u>ZEITBEDARF</u>	5-10 min
<u>GERÄTE</u>	2 Becherglas (50 mL, hoh form), Glasstab, Pinzette
<u>CHEMIKALIEN</u>	Lösung A (0,22 g Adipinsäuredichlorid in 6 mL n-Heptan), Lösung B (0,35 g Hexamethyldiamin in 6 mL Methanol), Ethanol, Aceton
<u>SICHERHEITSHINWEIS</u>	Adipinsäuredichlorid (ätzend, C), n-Heptan (leichtentzündlich, F; gesundheitsschädlich, X _n ; umweltgefährlich, N), Hexamethyldiamin (ätzend, C), Methanol (leichtentzündlich, F), Ethanol (leichtentzündlich, F), Aeton (leichtentzündlich, F; reizend, X _i)
<u>DURCHFÜHRUNG</u>	6 mL Lösung A werden in ein hohes 50 mL-Becherglas gegeben. An einem Glasstab entlang lässt man Lösung B vorsichtig in das Becherglas laufen, so dass Lösung A überschichtet wird. (Ein Vermischen der beiden Lösungen soll dadurch vermieden werden). Die an der Grenzfläche durch die Reaktion der Komponenten entstandene dünne Haut wird langsam mit einer Pinzette herausgezogen und auf einem Glasstab zu einem dünnen Faden aufgewickelt. Der Faden wird nacheinander in Ethanol, Aceton und Wasser gewaschen. Der Faden wird auf seine Elastizität durch Dehnen geprüft.
<u>BEOBACHTUNG</u>	Nach der vorsichtigen Zugabe von Lösung B bildet sich eine dünne Membran an der Grenzfläche aus. Je nach Geschicklichkeit kann ein langer Faden gezogen werden. Das Material ist sehr elastisch.

Herstellung eines Nylonfadens.



AUSWERTUNG Nylon wird durch Polykondensation aus einem Diamin und einer Dicarbonsäure bzw. ihrem Dichlorid gebildet,

wobei Peptidbindungen entstehen. Es gibt zwei Grundtypen des Nylons, Nylon 6.6 und Nylon 6.



Nylon 6.6

Nylon 6 (Polycaprolactam) wird aus ϵ -Caprolactam hergestellt.

ENTSORGUNG

Alle verwendeten Chemikalien werden als organische Abfälle entsorgt.

LITERATUR

R. Šulcová, H. Böhmová: *Netradiční experimenty z organické a praktické chemie*. Praha, UK PČF 2007, 63 – 64. ISBN 978-80-86561-81-3. (In Tschech.)

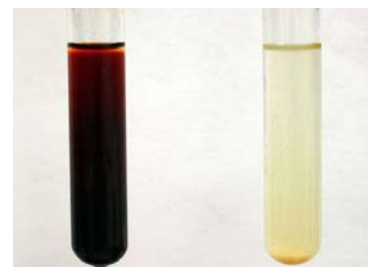
HINWEISE

Für die Nylonherstellung sind im Chemikalienhandel fertige Zubereitungen erhältlich.

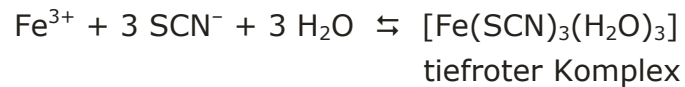
REDUZIERENDE WIRKUNG VON VITAMIN C (ASCORBINSÄURE)

<u>ZIEL</u>	Es wird die reduzierende Wirkung von Vitamin C untersucht.
<u>ZEITBEDARF</u>	5-10 min
<u>GERÄTE</u>	Reagenzglas, Becherglas (150 mL), Messzylinder (5 mL, 100 mL), Pipette
<u>CHEMIKALIEN</u>	Eisen(III)-sulfat-Lösung ($w = 0,1 \%$), Ammoniumthiocyanat-Lösung ($c = 1 \text{ mol/L}$), Vitamin-C-Brausetablette, destilliertes Wasser
<u>SICHERHEITSHINWEIS</u>	Eisen(III)sulfat (reizend, X_i); Ammoniumthiocyanat (gesundheitsschädlich, X_n)
<u>DURCHFÜHRUNG</u>	Eine Vitamin-C-Brausetablette wird in 100 mL destilliertem Wasser aufgelöst. 5 mL Eisensulfat-Lösung werden in ein Reagenzglas gegeben und einige Tropfen Ammoniumthiocyanat hinzugegeben. Nach sorgfältigem Durchmischen werden 5 mL der Tablettenlösung in das Reagenzglas gegeben und erneut durchgemischt.
<u>BEOBACHTUNG</u>	Die Eisen(III)-sulfat-Lösung färbt sich nach Zugabe weniger Tropfen Ammoniumthiocyanat-Lösung tiefrot. Die blutrote Farbe verschwindet, wenn die Vitamin-C-Lösung dazugegeben wird.

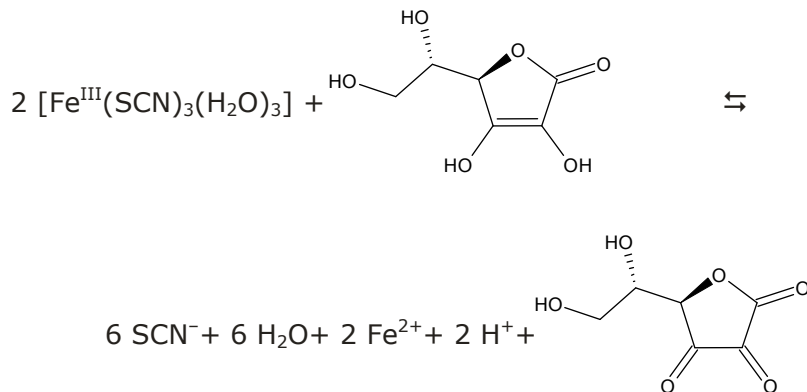
Entfärbung des roten $[\text{Fe}(\text{SCN})_3(\text{H}_2\text{O})_3]$ Komplexes nach Zugabe von Vitamin-C-Lösung (rechts).



<u>AUSWERTUNG</u>	Fe^{3+} -Ionen reagieren mit Thiocyanat-Ionen zu einem tiefrot gefärbten Komplex. (Diese Reaktion wird zum qualitativen Nachweis von Fe^{3+} -Ionen benutzt.)
--------------------------	---



Fe³⁺-Ionen werden durch Vitamin C (Ascorbinsäure) zu Fe²⁺-Ionen reduziert, die nicht mit Thiocyanat-Ionen reagieren, sodass die blutrote Farbe verschwindet:



Ascorbinsäure wird zu Dehydroascorbinsäure oxidiert.

ENTSORGUNG

Die Chemikalien werden zu den wässrigen Schwermetallabfällen gegeben.

LITERATUR

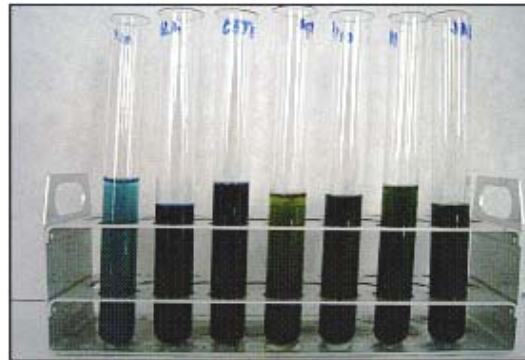
R. Šulcová, H. Böhmová: *Netradiční experimenty z organické a praktické chemie*. Praha, UK PŘF 2007, 63 – 64. ISBN 978-80-86561-81-3. (In Tschech.)

HINWEISE

Die Herstellung der Vitamin-C-Lösung ist nicht unbedingt nötig, ein Stück der Vitamin-C-Tablette kann direkt zu der tiefroten Komplexlösung gegeben werden. Genau so gut kann Ascorbinsäure verwendet werden. Die leichte Oxidierbarkeit der Fe²⁺-Ionen durch Luftsauerstoff – insbesondere in alkalischem Milieu – lässt sich wie folgt zeigen: Eine Eisen(II)-sulfat-Lösung wird in ein Reagenzglas gegeben und mit verdünnter Ammoniak-Lösung schwach alkalisch gemacht. Mit einem Glasstab wird die Mischung an der Luft 1 – 2 min gerührt. Nach dem Ansäuern mit verdünnter Salzsäure lassen sich mit Ammoniumthiocyanat-Lösung Fe³⁺-Ionen nachweisen.

VITAMIN C IN OBST UND GEMÜSE

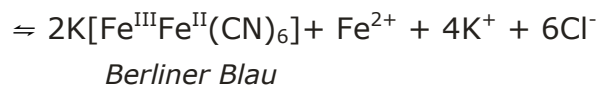
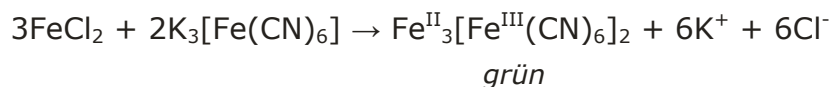
<u>ZIEL</u>	Es wird in verschiedenen Obst- und Gemüsesorten Vitamin C (Ascorbinsäure) nachgewiesen.
<u>ZEITBEDART</u>	15 min
<u>GERÄTE</u>	Mörser und Pistill, Trichter, Filterpapier, Reagenzgläser (entsprechend der Probenanzahl), Pipetten (entsprechend der Probenanzahl), Permanentmarker
<u>CHEMIKALIEN</u>	Eisen(III)-chlorid-Lösung ($c = 5 \%$), Kaliumhexacyanoferrat(III)-Lösung ($c = 5 \%$), Vitamin-C-Brausetablette, Ascorbinsäure, destilliertes Wasser, Apfel, Zitrone, Zwiebel, Karotte, Kartoffel <i>etc.</i>
<u>SICHERHEITSHINWEIS</u>	Eisen(III)-chlorid (gesundheitsschädlich, X_n)
<u>DURCHFÜHRUNG</u>	<p>In einem Reagenzglas werden $\frac{1}{4}$ Vitamin-C-Tablette oder etwa die gleiche Menge Ascorbinsäure in etwa 10 mL Wasser gelöst. Das Reagenzglas wird beschriftet.</p> <p>5 g Furchtfleisch werden in einem Mörser mit einem Pistill zerkleinert, anschließend mit 5 mL destilliertem Wasser aufgenommen und filtriert. Das Filtrat wird in ein mit dem Namen der jeweiligen Obst- und Gemüsesorte beschriftetes Reagenzglas aufgefangen. Dieser Vorgang wird für alle weiteren Obst- und Gemüsesorten in gleicher Weise durchgeführt. In allen Reagenzgläsern soll die gleiche Menge an Extrakt vorliegen.</p> <p>Zu dem Inhalt jedes Reagenzglases fügt man 2 mL Eisen(III)-chlorid-Lösung und 2 mL Kaliumhexacyanoferrat(III)-Lösung und schüttelt kräftig. Die Farbänderungen in den Reagenzgläsern werden miteinander verglichen.</p> <p>Das Reagenzglas mit Vitamin C (Ascorbinsäure) dient als Referenzprobe.</p>
<u>BEOBACHTUNG</u>	Werden Eisen(III)-chlorid- und Kaliumhexacyanoferrat(III)-Lösungen zu einer wässrigen Lösung von Vitamin C gegeben, verfärbt sich die Probe dunkelgrün. Nach einer Weile ändert sich die Farbe nach blaugrün.



Qualitativer Nachweis von Vitamin C in Früchten und Gemüse

AUSWERTUNG

Ascorbinsäure reduziert Fe^{3+} -Ionen zu Fe^{2+} -Ionen und wird dabei zur Dehydroascorbinsäure oxidiert. Die beobachtete Farbveränderung wird durch die Bildung von grün und blau gefärbten Komplexen bewirkt, die durch die Reaktion der Fe^{2+} -Ionen mit Hexacyanoferrat-Ionen gebildet werden.



ENTSORGUNG

Die Lösungen werden in die Behälter für schwermetallhaltige Abfälle gegeben.

LITERATUR

R. Šulcová, H. Böhmová: *Netradiční experimenty z organické a praktické chemie*. Praha, UK PČF 2007, S. 63–64. ISBN 978-80-86561-81-3. (In Tschech.)

HINWEISE

Anstelle der Kaliumhexacyanoferrat(III)-Lösung kann Kaliumthiocyanat-Lösung verwendet werden (siehe vorhergehender Versuch „Reduzierende Wirkung von Vitamin C (Ascorbinsäure)“).

NACHWEIS VON REDUZIERENDEN ZUCKERN

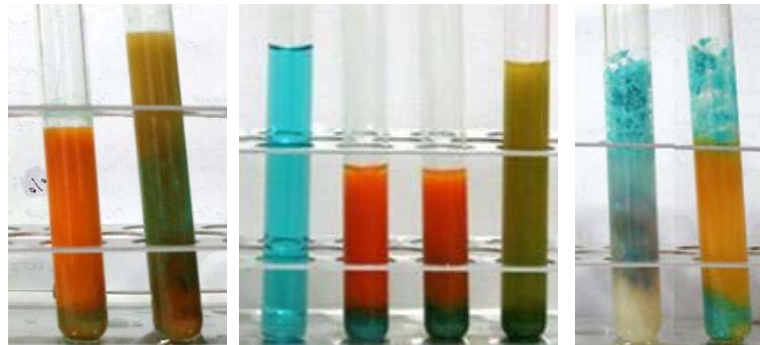
<u>ZIEL</u>	Es werden reduzierende Zucker in Nahrungsmitteln durch Fehlings Reagenz nachgewiesen.
<u>ZEITBEDARF</u>	20 min
<u>GERÄTE</u>	Mörser und Pistill, Reagenzgläser (entsprechend der Probenzahl), Messer und Schneidebrett, Messpipette (20 mL), Wasserkocher oder Bunsenbrenner, Bechergläser (500 mL, 100 mL, je eins pro Probe), Permanentmarker
<u>CHEMIKALIEN</u>	Fehling-I-Lösung (7 g Kupfer(II)-sulfat Pentahydrat werden in 100 mL destilliertem Wasser gelöst.), Fehling-II-Lösung (35 g Kaliumnatriumtartrat and 10 g Natriumhydroxid werden in 100 mL destilliertem Wasser gelöst.), Milch, Zitronensaft, Datteln, Rosinen, Honig, Banane, Zwiebeln, Zucker etc.
<u>SICHERHEITSHINWEIS</u>	Kupfer(II)-sulfat (gesundheitsschädlich, X _n , umweltgefährlich, N), Natriumhydroxid (ätzend, C)
<u>DURCHFÜHRUNG</u>	<p>Gleiche Mengen der zu untersuchenden Nahrungsmittel werden in kleine Stücke geschnitten (oder im Mörser mit einem Pistill zerkleinert). Die einzelnen Proben werden jeweils in ein kleines Becherglas gegeben und mit 50 mL heißem Wasser versetzt. Nach 10 min filtriert man jeweils 10 mL der entsprechenden Probe in ein beschriftetes Reagenzglas.</p> <p>Eine Spatelspitze Honig wird in einem Reagenzglas in 10 mL Wasser gelöst.</p> <p>10 mL Milch und 10 mL Zitronensaft werden direkt in je ein Reagenzglas gefüllt.</p> <p>In jedes Reagenzglas werden 3 mL Fehling-I-Lösung und 3 mL Fehling-II-Lösung gegeben.</p> <p>Anschließend werden 300 mL Wasser zum Sieden gebracht (mit einem Wasserkocher oder mit einem Bunsenbrenner) und in ein 500-mL-Becherglas gegeben. Die Reagenzgläser werden in dieses heiße Wasserbad gestellt, dabei muss darauf geachtet werden, dass kein Wasser in die Reagenzgläser gelangt. Alternativ können</p>

die Reagenzgläser vorsichtig mit einem Bunsenbrenner erhitzt werden. Nach 5 – 10 min wird die Farbänderung in den einzelnen Reagenzgläsern beobachtet und notiert. Auf Grund der Farbänderung können nun die Nahrungsmittelproben ermittelt werden, in denen reduzierende Zucker enthalten sind.

Struktur und Namen reduzierender Zucker können in der Literatur nachgeschlagen werden.

BEOBACHTUNG

Nach dem Erhitzen im Wasserbad kann man bei einigen Proben eine orangerote Verfärbung und einen orange-roten Niederschlag beobachten.



Nachweis von reduzierenden Zuckern mit Fehlings Reagenz (von links nach rechts):
 Honig, Rosine, zitronenhaltiges Getränk, Apfel, Zwiebel, Dattel, Milch, Banane

AUSWERTUNG

Die Aldehydgruppen reduzierender Zucker werden bei der Reaktion mit Fehlings Reagenz zu Carbonsäuren oxidiert, während Cu^{2+} -Ionen zu Cu^+ -Ionen reduziert werden. Es bildet sich rotbraunes Cu_2O . In der Fehling-Lösung sind die Cu^{2+} -Ionen mit KNa-Tartrat komplexiert, um die Ausfällung von $\text{Cu}(\text{OH})_2$ in alkalischer Lösung zu vermeiden.

Monosaccharide, wie z. B. Glucose und Fructose, kommen in Früchten und Honig vor. Das reduzierende Disaccharid Lactose ist in Milch enthalten. Saccharose (Haushaltszucker) ist ein nicht reduzierendes Disaccharid.

Zitronenhaltige Getränke (bestehend aus Wasser, Zitronensäure, künstliche Aromen und Rohrzucker) enthalten nur geringe Mengen an reduzierenden Zuckern, so dass sich kein orangeroter Kupfer(I)-oxid-Niederschlag bildet.

ENTSORGUNG

Die Lösungen werden zu den schwermetallhaltigen Abfällen gegeben. Die Fehling-I- und Fehling-II-Lösung

(nicht die Mischungen) sind relativ stabil und können für weitere Versuche verwendet werden.

LITERATUR

R. Šulcová, H. Böhmová: *Netradiční experimenty z organické a praktické chemie*. Praha, UK PŘF 2007, 9-10. ISBN 978-80-86561-81-3. (In Tschech.)

HINWEISE

Anstelle der Fehling-Lösungen kann auch eine Lösung von Kupfer(II)-sulfat ($c = 5\%$) in Natriumhydroxidlösung ($c = 5\%$) verwendet werden. Dabei bildet sich zunächst ein blauer Kupfer(II)-hydroxid-Niederschlag. Wird die Mischung mit reduzierenden Zuckern erhitzt, fällt ebenfalls ein orangeroter Niederschlag aus.

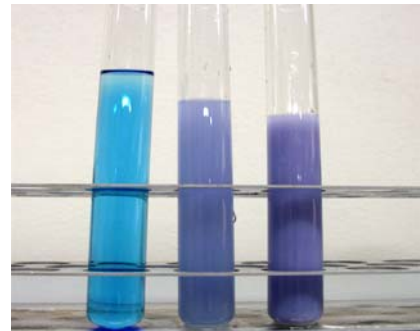
NACHWEIS VON PROTEINEN

<u>ZIEL</u>	Es werden Nahrungsmittel auf die Anwesenheit von wasserlöslichen Proteinen mit Hilfe der Biuret-Reaktion untersucht.
<u>ZEITBEDARF</u>	15 min
<u>GERÄTE</u>	Mörser und Pistill, Reagenzgläser (entsprechend der Anzahl an Proben), Messer und Schneidebrett, Messspitze, Bechergläser (100 mL, entsprechend der Anzahl an Proben), Filterpapier, Glasstab, Löffel, Permanentmarker
<u>CHEMIKALIEN</u>	Fehling-I-Lösung (7 g Kupfer(II)-sulfat Pentahydrat werden in 100 mL destilliertem Wasser gelöst), Fehling-II-Lösung (35 g Kaliumnatriumtartrat and 10 g Natriumhydroxid werden in 100 mL destilliertem Wasser gelöst), Ethanol, Milch, Joghurt, Käse, Weizenmehl und Gebäck, Eiweiß, Bohnen (oder andere Hülsenfrüchte), Soja-Fleischersatz, weiße Schokolade, Butter, etc.
<u>SICHERHEITSHINWEIS</u>	Kupfer(II)-sulfat (gesundheitsschädlich, X _n , umweltgefährlich, N), Natriumhydroxid (ätzend, C), Ethanol (leichtentzündlich, F)
<u>DURCHFÜHRUNG</u>	<p><i>Nachweis von Proteinen:</i> Flüssige Proben werden direkt untersucht. Feste Proben werden zunächst mit einem Messer in kleine Stücke geschnitten oder im Mörser zerkleinert und in kleine Bechergläser gegeben. Jeweils 50 mL heißes Wasser werden hinzugefügt. Nach 10 min filtriert man ca. 7 mL in Reagenzgläser (Beschriftung nicht vergessen!). Man fügt zu dem Inhalt jedes Reagenzglases jeweils 1 mL Fehling-I- und Fehling-II-Lösung hinzu. Nach 5 – 10 min werden die Veränderungen in den Reagenzgläsern beobachtet und die Ergebnisse notiert.</p> <p><i>Nachweis von Gluten in Mehl:</i> Ein Löffel Mehl (oder klein geriebenes Gebäck) wird in wenig Ethanol gegeben. Es entsteht ein dünner Brei, der für einige Minuten gerührt oder geschüttelt wird. Der Ethanolextrakt wird in ein Reagenzglas filtriert oder dekantiert und auf die Anwesenheit von Proteinen nach dem zuvor beschriebenen Verfahren geprüft.</p>

BEOBACHTUNGEN

Einige Proben verfärben sich violett oder pink.

Negativer Biuret-Nachweis mit Wasser (links), positiver Biuret-Nachweis mit Sahne und Joghurt (Mitte und rechts).



AUSWERTUNG

Die Farbänderung zeigt die Anwesenheit von wasserlöslichen Proteinen. Bei der Biuret-, Reaktion bilden sich im basischen Milieu aus Cu^{2+} -Ionen und wasserlöslichen Proteinen pink- bzw. violette Komplexe. Das Elektronenpaar am Stickstoff-Atom in der Peptid-Verbindung dient als Ligand, der die koordinative Bindung mit den Kupfer(II)-Ionen ausbildet.

ENTSORGUNG

Die Lösung werden zu den schwermetallhaltigen Abfällen gegeben. Die Fehling-I- und Fehling-II-Lösung, nicht aber die Mischungen, sind relativ stabil und können für weitere Versuche verwendet werden.

LITERATUR

R. Šulcová, H. Böhmová: *Netradiční experimenty z organické a praktické chemie*. Praha, UK PČF 2007, 9-10. ISBN 978-80-86561-81-3. (In Tschech.)

HINWEIS

Anstelle der Fehlings Lösungen kann auch eine Lösung aus Kupfer(II)-sulfatlösung ($c = 5\%$) und Natriumhydroxidlösung ($c = 5\%$) verwendet werden.

HERSTELLUNG VON BIODIESEL

ZIEL Durch Umesterung von Rapsöl mit Methanol wird Biodiesel hergestellt.

ZEITBEDARF 20 min

GERÄTE Becherglas (400 mL), 3 große Reagenzgläser (Durchmesser ca. 2,5 cm), Magnetrührer mit Heizplatte, Thermometer, Rückflusskühler (durchbohrter Gummistopfen (passend zum Reagenzglas) mit 40 cm langem Glasrohr), Stativ mit Stativklammern, Pipette, Abzug, Handschuhe

CHEMIKALIEN Natriumhydroxid, Methanol, Rapsöl

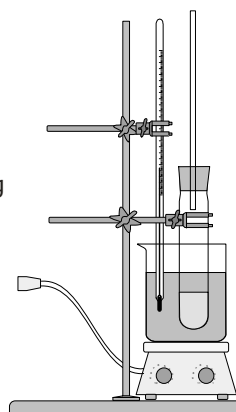
SICHERHEITSHINWEIS Natriumhydroxid (ätzend, C), Methanol (leichtentzündlich, F)

DURCHFÜHRUNG *Herstellen* einer Natriummethanolat-Lösung:
Es werden 0,3 g Natriumhydroxid in 100 mL Methanol gelöst.

Umesterung:

8 mL der Natriummethanolatlösung und 4 mL Rapsöl werden in einem trockenen Reagenzglas vermischt. Man gibt einen Rührkern zu und setzt den Rückflusskühler auf das Reagenzglas. Die Apparatur wird in ein auf 75 °C erhitztes Wasserbad (Magnetrührer mit Heizung, s. Abb.) gebracht. Man lässt 5 - 7 min reagieren. Die Probe wird dabei beobachtet.

Apparatur zur Biodieselherstellung



Nach Abschalten des Magnetrührers wird der Rückflusskühler abgenommen und die Reaktionsmischung in ein mit Wasser halbvoll gefülltes Reagenzglas gegeben. Nach sehr vorsichtigem Umschwenken der Mischung wartet man die Phasentrennung ab. Anschließend wird die obere Phase (Biodiesel) in ein sauberes Reagenzglas pipettiert.

Der hergestellte Biodiesel wird bezüglich seiner Eigenschaften mit dem Edukt Rapsöl verglichen. Die Viskosität beider Öle wird untersucht, indem die Fließgeschwindigkeit auf einem Uhrglas und die Tropfgeschwindigkeit aus einer Tropfpipette verglichen werden.

BEOBACHTUNG

Nach dem Vermischen der Edukte Rapsöl und Methanol-Lösung entsteht zunächst eine milchig erscheinende Emulsion, die nach etwa 5 min zu einer farblosen Flüssigkeit wird. Wird die Mischung in Wasser gegeben, bilden sich zwei nicht mischbare Phasen.



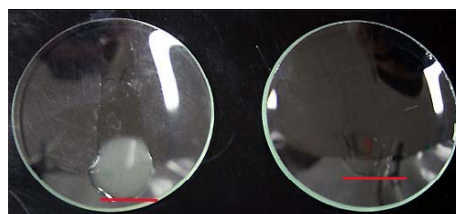
Klare Flüssigkeit nach Mischen und Erhitzen



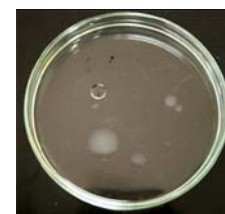
Phasentrennung bei der Rapsöl-Umesterung

Der hergestellte Biodiesel ist die obere Phase.

Der hergestellte Biodiesel hat eine geringere Viskosität als das Edukt Rapsöl. Seine Fließgeschwindigkeit ist auf dem Uhrglas größer und seine Tropfgeschwindigkeit aus der Pipette ist höher, als die von Rapsöl.



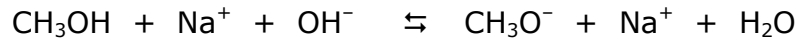
Höhere Fließgeschwindigkeit von Biodiesel (links)



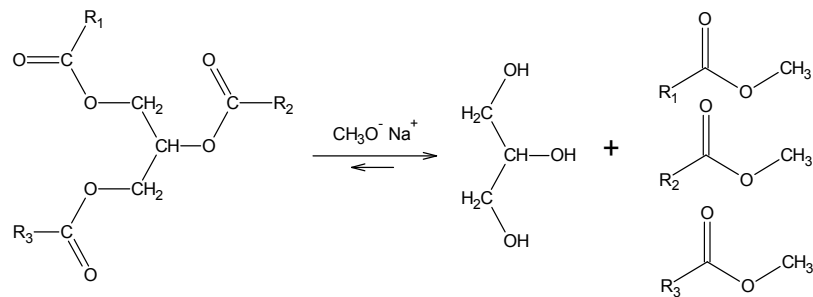
„Fettaugen“ von Rapsöl (transparent) und Biodiesel (milchig) auf einer Wasserobefläche

AUSWERTUNG

Das Gleichgewicht der Reaktion von Methanol mit Natriumhydroxid liegt auf der rechten Seite:



Durch Natriummethanolat findet eine Umesterung des Rapsöls statt. Dabei bildet sich ein Gemisch aus Fettsäuremethylestern (Öl-, Linol- und Linolensäure) und Glycerin. Dieses Gemisch ist in Methanol löslich. Das Reaktionsgleichgewicht liegt auf der rechten Seite, da die Rückreaktion durch den Überschuss an Methanol unterdrückt wird.



Mischt man die Reaktionsmischung mit Wasser, reagiert Natriummethanolat zu Natriumhydroxid und Methanol. Sowohl Methanol, Glycerin, Natriumhydroxid als auch Natriummethanolat sind wasserlöslich. Auf der anderen Seite sind die Methylester der Fettsäuren - wie z. B. Biodiesel - in Wasser nicht löslich und bilden die obere (nichtwässrige) Phase.

ENTSORGUNG

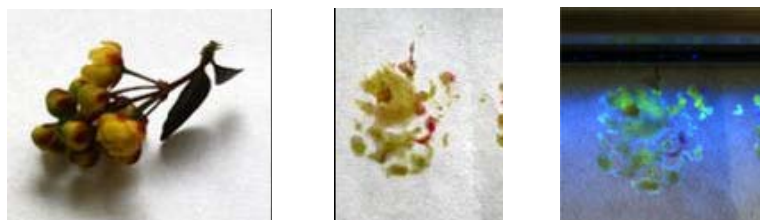
Natriumhydroxid wird neutralisiert und kann in den Abguss gegeben werden. Die anderen Chemikalien werden im Behälter für organische Abfälle entsorgt.

LITERATUR

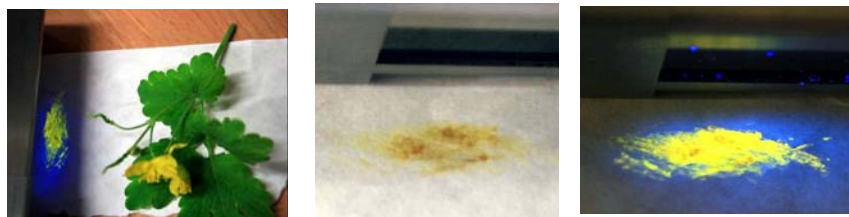
V. Baur, I. Melle, H. J. Bader: *Chemie Konkret* 7:3 (2000), 143–144.

FLUORESCENZ VON PFLANZENFARBSTOFFEN

<u>ZIEL</u>	Die Fluoreszenz des Berberinfarbstoffs in Proben der Pflanzen Schöllkraut und Berberitze wird demonstriert.
<u>ZEITBEDARF</u>	10 min
<u>GERÄTE</u>	Filterpapier, Schere, UV-Lampe (Ideal ist ein Gerät, das für Geldscheine benutzt wird.), Leuchtmarker, Verdunklung (oder große Kiste), Gummihandschuhe, Schöllkraut (Halm, Blatt), Berberitze (vorzugsweise frische Triebe oder die Blütendolde), Zitronenschale (mit Flavonoid-Gehalt)
<u>CHEMIKALIEN</u>	keine
<u>SICHERHEITSHINWEIS</u>	Beide Pflanzen sind giftig. Der Saft des Schöllkrauts - Latexmilch - führt bei Berührung zu Reizungen oder auch zu Verletzungen der Haut.
<u>DURCHFÜHRUNG</u>	<p>Eine in Stücke zerkleinerte Pflanzenprobe wird zwischen ein gefaltetes Filterpapier gelegt und gepresst. Die Pflanzenstücke werden anschließend entfernt und das geöffnete Filterpapier wird bei Tageslicht und unter UV-Licht betrachtet. Wenn frisch gepflücktes Schöllkraut verwendet wird, wird die Latexmilch direkt aus dem Halm auf das Filterpapier gedrückt. Das Filterpapier (oder die Latexmilch auf dem Filter) kann aufgehoben werden und wiederholt untersucht werden.</p> <p>Anschließend werden mit Textmarkern einige Punkte auf ein Filterpapier gemalt. Die Fluoreszenz der beiden Pflanzenproben wird mit der Tinte der Textmarker verglichen.</p>
<u>BEOBACHTUNG</u>	Die gelbgrüne Fluoreszenz der Berberitze-Flecken ist unter UV-Licht sichtbar.



Blütendolde einer Berberitze (links), Abdruck der Berberitzdolde auf einem Filterpapier bei Tageslicht (Mitte), Fluoreszenz eines Abdrucks unter UV-Licht (rechts)



Fluoreszenz von Schöllkraut (links):
Abdruck von Latexmilch auf einem Filterpapier bei Tageslicht (Mitte), Abdruck von Latexmilch auf einem Filterpapier unter UV-Licht (rechts)

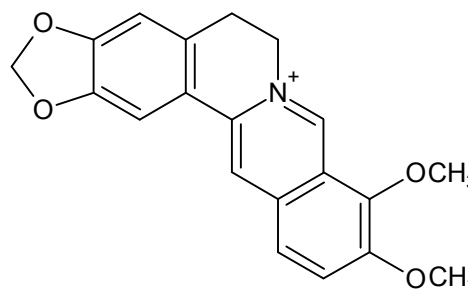


Filzstift- und Textmarkerschriftzüge auf Filterpapier bei Tageslicht (links) und unter UV-Licht (rechts)

AUSWERTUNG

Das Prinzip der Fluoreszenz beruht darauf, dass eine Substanz UV-Licht absorbiert, wobei Elektronen auf ein höheres Energieniveau (angeregter Zustand) angehoben werden. Wenn die Elektronen wieder in ihren Grundzustand zurückkehren, wird die überschüssige Energie als (gelbgrünes) Licht abgegeben.

Struktur von Berberin



ENTSORGUNG

Die Pflanzenreste werden in den Hausmüll gegeben.

LITERATUR

R. Šulcová, H. Böhmová: *Netradiční experimenty z organické a praktické chemie*. Praha, UK PŘF 2007, 31–32. ISBN 978-80-86561-81-3. (In Tschech.)



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-No Derivative Works 3.0 Unported License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> or send a letter to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.