



Chemie aus dem Koffer

© Wilhelm Pichler



mit Unterstützung der



Graz University of Technology

Einleitung

Was haben Smarties mit Chemie zu tun? Was ist eigentlich der Unterschied zwischen Traubenzucker und Kristallzucker? Warum schmeckt die Zitrone sauer und warum brennt die Seife in den Augen? All diese Fragen stellen sich Kinder immer wieder. Im Chemieunterricht bekommt man Antworten auf so manche Frage, aber verstehen kann man das erst, wenn man es selbst getestet hat.

Die Antworten auf diese Fragen gibt der Chemiekoffer! Mit Experimenten aus dem Alltag wird Chemie besser verstanden. In einem Dutzend Experimente wird das Wie und Warum erklärt.

Steigerung der Attraktivität des Unterrichts

Es ist hinlänglich bekannt und bewiesen, dass selbstständiges Tun im Unterricht die Motivation erheblich steigert. Da Chemie von jeher oft verkannt wird und eher negativ besetzt ist, möchte ich durch die Experimente aus dem „Chemiekoffer“ die Chemie des Alltags bekannt machen und die Notwendigkeit, sich damit auseinander zu setzen. Erkenntnisse zu gewinnen, die mit dem Alltag im Einklang stehen, versprechen auch Nachhaltigkeit über den Chemieunterricht hinaus. Diese positive Einstellung zum Fach Chemie verheißt aber auch Neugierde und weckt den Forschergeist im Schüler oder der Schülerin. Durch den Einsatz des „Chemiekoffers“ als Schülerexperiment kann die gesamte Klasse selbstständig experimentieren und dadurch individuelle Erkenntnisse gewinnen.

Begleitende bzw. abschließende Evaluation

Bei der Erprobung des „Chemiekoffers“ wurde sowohl eine begleitende, als auch eine abschließende Evaluation durchgeführt. An 119 Schüler/innen aus dem HS- und AHS-Bereich wurden 5 Experimente aus dem Koffer getestet. Geprüft wurden Lesbarkeit der Experimentiervorschrift, handwerkliches Geschick, Einfachheit des Experiments usw. bis hin zu allgemeinen Fragen wie: Interesse an Chemie, Verknüpfung von Wissen im Unterricht und Alltag, Zufriedenheit im Unterricht etc.

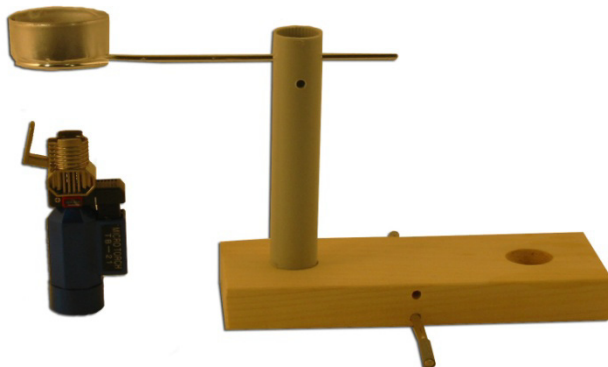
Dabei wurde immer eine Experimentiergruppe mit einer Kontrollgruppe verglichen, so dass eine Veränderung in der Einstellung zum Chemieunterricht erkannt werden konnte. Evaluiert wurden auch die Kolleg/innen, welche die Erprobung durchgeführt hatten. Dabei wurde deutlich bestätigt, dass sich der „Chemiekoffer“ optimal im Chemieunterricht einsetzen lässt.

Wilhelm Pichler

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	2
„Ganz schön versalzen!“ – Gewinnung von Salz durch Abdampfen.....	4
„Viele, viele bunte Smarties...“	5
„Sauerstoff und Wasserstoff – ein ungleiches Paar!“	6
„Jetzt knallt’s!“ – Der Knallgasgenerator	7
„Hell wie ein Blitz!“ – Magnesium verbrennt	8
„H und O machen Blaukraut froh!“	9
„Robust auf hoher See“ – Eine einfache Batterie	10
„Sauer – oder das Gegenteil – basisch?“	11
„Gib dem Affen Zucker – aber welchen?“	12
„In den Nudeln steckt die Stärke“	13
Inhalt des Koffers.....	14

„Ganz schön versalzen!“ – Gewinnung von Salz durch Abdampfen



Was wird gebraucht?

Stativplatte mit Evilonrohr (kurz), Alubecher (Teelicht), Pinzette, Aluminiumring, Micro-Brenner, Salzlösung.

Wie wird's gemacht?

Fülle beim neben stehendem Aufbau 2 ml Wasser in den Alubecher. Gib eine Spatelspitze Salz hinzu und löse dieses durch Umrühren auf. Halte anschließend den brennenden Micro-Gasbrenner unter den Alubecher und warte, bis das gesamte Wasser verdampft ist. Was stellst du fest?

Wie funktioniert es?

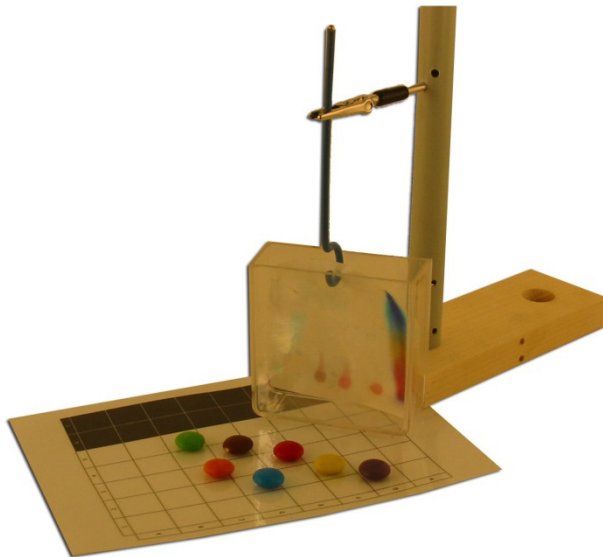
Durch Abdampfen kannst du einen gelösten Stoff aus einer Lösung abtrennen. Ein Beispiel dafür ist die Trennung von Salz aus Salzwasser. Das Wasser wird erwärmt und verdampft. Der feste Rückstand - in unserem Fall Kochsalz - bleibt im Alubecher zurück.

Was der Wissenschaftler meint:

Das Abdampfen von Flüssigkeiten, insbesondere Wasser ist eines der Ältesten, durch den Menschen genutzten chemisch-technologischen Verfahren.



„Viele, viele bunte Smarties...“



Was wird gebraucht?

Stativ mit Evilonrohr (kurz); laminiertes A5-Blatt (Tüpfelfolie); **3 Smarties** (versch. Farben); Filterpapier; Pipette, Küvette, Salzlösung

Wie wird's gemacht?

Zunächst tropfe 3 Tropfen Wasser auf 3 Felder der Tüpfelfolie. Lege auf die Wassertropfen verschiedenfarbige Smarties und warte nun 2 Minuten. Drehe danach die Smarties um und wiederhole den Vorgang. Jede herunter gelöste Farbe sammle mit einer Pipette auf und bringe diese auf ein Filterpapier in einer Linie im Abstand von ca. 1 cm auf. Wiederhole diesen Vorgang für jede Farbe mehrmals, damit sich die Konzentration erhöht. Setze neben den Farbtropfen mit einem schwarzen Filzstift einen Punkt auf das Filterpapier. Rühre nun in 10 mL Wasser einen halben Spatel Salz und schütte die Salzlösung in die Küvette. Danach hänge das Filterpapier auf, sodass es mit dem unteren Rand in die Salzlösung eintaucht. Die Farbpunkte sollen aber nicht in die Lösung eintauchen! Beobachte nun den Verlauf.

Wie funktioniert es?

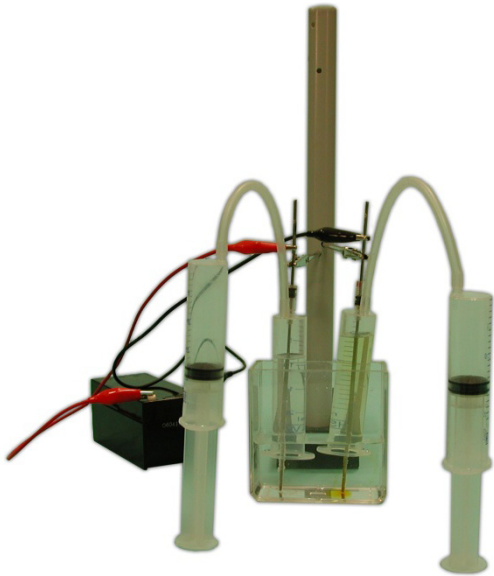
Die Auftrennung der Farbstoffe in einzelne Farben wird in der Fachsprache Chromatographie genannt. Die einzelnen Farben trennen sich deshalb auf, weil sie verschieden stark löslich sind. Die kleineren Farbstoffteilchen oder die weniger stark haftenden fließen schneller, dadurch sind diese nach einer gewissen Zeit weiter oben am Filterpapier angelangt.

Was der Wissenschaftler meint:

Chromatographische Methoden sind Verfahren zur Trennung von Stoffen durch Verteilung zwischen einer ruhenden (stationären) Phase und einer diese durchströmenden fluiden (mobilen) Phase.

Die mobile Phase kann eine Flüssigkeit oder ein Gas sein; die Methoden bezeichnet man dann als *Flüssigchromatographie* (englisch *liquid chromatograph*, LC) bzw. *Gaschromatographie* (GC). Die stationäre Phase ist entweder ein Feststoff oder eine auf einem festen Träger fixierte Flüssigkeit. Sie befindet sich feinkörnig in einer Säule (*Säulenchromatographie*) oder in einer dünnen Schicht auf einer inerten Folie oder Platte (*Dünnschichtchromatographie*). Auch spezielle Filterpapiere können als stationäre Phasen dienen (*Papierchromatographie*).

„Sauerstoff und Wasserstoff – ein ungleiches Paar!“



Was wird gebraucht?

Stativplatte mit Evilonrohr (lang), 2 Spritzen mit einem Loch, 2 Spritzen 20 mL, 2 Einzel Elektroden, 2 Silikonschläuche, 2 Krokoklemmen mit Alustift, Verbindungskabel mit Krokoklemme, 12 V-Akku, Waschsodalösung, Küvette, Holzspan, Feuerzeug.

Wie wird's gemacht?

Gib in die Küvette 3 Spatel Waschsoda und fülle diese $\frac{3}{4}$ voll mit Wasser. Baue die Anlage wie in der Abbildung nebenan zusammen. Achte dabei darauf, dass die Schlauchenden fest in den Öffnungen der Spritzen sitzen. Wenn du die Elektroden an die Batterie anschließt, steigen Gasbläschen auf und die eine Spritze füllt sich mit Wasserstoff, die andere mit Sauerstoff. Es wird doppelt soviel Wasserstoff erzeugt.

Nachweis von Sauerstoff und Wasserstoff siehe unter „Wie funktioniert es?“

Wie funktioniert es?

In diesem Experiment kannst du mit Hilfe von elektrischem Strom Wasser (H_2O) in Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) spalten. Wasserstoff und Sauerstoff sammeln sich in den beiden Spritzen außerhalb der Küvette. Die Spritze, deren Schlauch zum Pluspol führt, enthält Sauerstoff, jene, deren Schlauch zum Minuspol führt, enthält Wasserstoff. Den Wasserstoff kannst du mit Hilfe der „Knallgasprobe“ nachweisen. Dazu musst du den Silikonschlauch von der mit Wasserstoff gefüllten Spritze herunterziehen und den Inhalt in ein RG einleiten. Beachte, dass Wasserstoff leichter als Luft ist, deshalb musst du das RG verkehrt halten. Wenn du die Flamme des Feuerzeugs dem RG näherst, kannst du einen leisen Knall hören. Den Sauerstoff kannst du mit Hilfe der „Glimmspanprobe“ nachweisen. Dazu gehst du ebenso wie beim Wasserstoff vor: Leite den Sauerstoff in das RG ein ohne es verkehrt zu halten! Entzünde den Holzspan, lösche ihn aus und führe den glimmenden Span in das RG. Dabei sollte der Glimmspan wieder zu brennen beginnen.

Was der Wissenschaftler meint:

Die Elektrolyse ist technisch eines der wichtigsten Herstellungsverfahren für Stoffe. Ohne sie gäbe es weder Haushaltsfolie aus Aluminium noch unverzichtbare chemische Grundstoffe wie Natronlauge (NaOH) und Chlor.

„Jetzt knallt's!“ – Der Knallgasgenerator

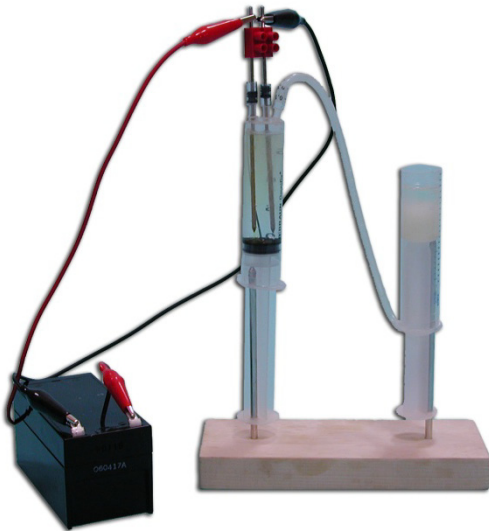
Was wird gebraucht?

Stativplatte, Spritze mit Silikonschlauch, Spritze mit 3 Öffnungen, Elektroden, 2 Verbindungskabel, 12V Akku, Waschsodalösung, Seifenlösung, Feuerzeug, Holzspan

Wie wird's gemacht?

Bereite zunächst eine Waschsodalösung vor, indem du zwei Spatel Waschsoda in 25 mL Wasser in einem Messbecher auflöst. Setze die zwei Spritzen, wie in der Abbildung gezeigt, auf die Stativplatte auf. Stecke den Silikonschlauch der einen Spritze in *eine* der 3 Öffnungen der anderen Spritze.

Befülle nun mit einer einfachen 20 mL-Spritze die dreilöchrige Spritze mit der Waschsodalösung. In die zwei übrig gebliebenen Löcher werden die Elektroden eingeführt. Befülle nun die abgeschnittene Spritze mit 10 mL Seifenlösung und lasse die oberen 10 mL frei. Verbinde nun die zwei Elektroden mit dem Plus- und Minuspol der Batterie. Sofort beginnen Gasbläschen an den Elektroden aufzusteigen. Über den Silikonschlauch werden diese in die Seifenlösung geleitet und in der zweiten Spritze entstehen kleine Seifenblasen. Bringe diese mit einem brennenden Holzspan zur Explosion.



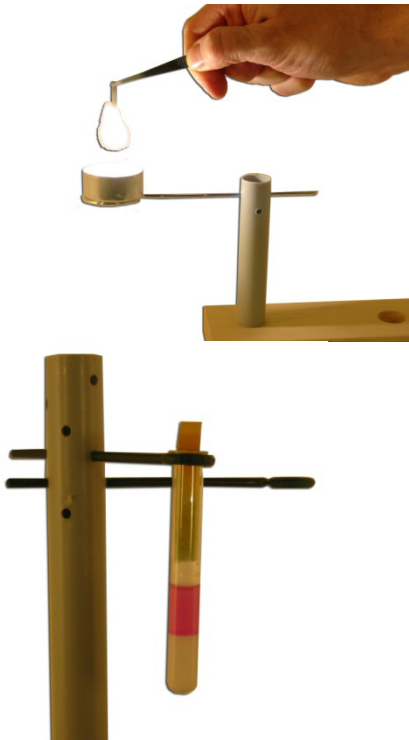
Wie funktioniert es?

Durch elektrischen Strom kannst du das Wasser (H_2O) in seine Einzelteile zerlegen. Diese sind Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2). Kommen diese zwei Gase im richtigen Mischungsverhältnis vor (2 Teile Wasserstoff und 1 Teil Sauerstoff), so genügt schon ein Funke zum Zünden dieser explosiven Mischung. In unserem Fall wird dies mit einem brennenden Holzspan ausgelöst. Wasser alleine leitet den Strom nicht sehr gut, aus diesem Grunde musst du etwas Waschsoda hinzufügen.

Was der Wissenschaftler meint:

Technisch wird ein Knallgasgebläse zum „autogenen Schweißen und Schneiden“ genutzt. Die Bezeichnung „autogene Schweißung“ rührt daher, dass die Schweißnaht selbst aus dem Metall erzeugt wird und man keine zusätzlichen „Nahtmaterialien“ verwenden muss.

„Hell wie ein Blitz!“ – Magnesium verbrennt



Was wird gebraucht?

Magnesiumband, Aluminiumbecher, Micro-Gasbrenner, Reagenzglas (RG), Lackmuspapier, Phenolphthaleinlösung, dest. Wasser, Pinzette.

Wie wird's gemacht?

Halte ein ca. 3 cm langes Magnesiumband über den Aluminiumbecher und entzünde das Band (nicht direkt in die Flamme sehen) mit dem Micro-Brenner. Lasse, wenn möglich, das Verbrennungsprodukt in ein RG fallen. Andernfalls sammelst du es aus dem Aluminiumbecher auf und gibst es in ein RG. Fülle das RG mit dest. Wasser bis zur Hälfte auf. Schüttle es kräftig, sodass sich das weiße Magnesiumpulver etwas im Wasser löst. Überprüfe nun mit einem angefeuchteten Lackmuspapier, ob es sich blau verfärbt. Überprüfe mit einem Tropfen Phenolphthaleinlösung, ob sich das Gemisch im RG hellrosa verfärbt.

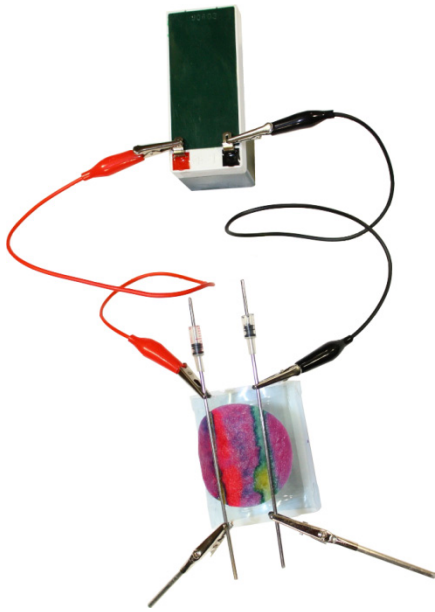
Wie funktioniert es?

Am Verbrennungsprodukt kannst du erkennen, dass sich der Ausgangsstoff bei der Verbrennung stark verändert hat. Aus metallischem Magnesium ist ein weißpulvriges Magnesiumoxid entstanden. Wenn du Magnesiumoxid ins Wasser gibst, entsteht dabei Magnesiumhydroxid, das mit Wasser eine basische Lösung ergibt. Die basische Lösung können wir mit Phenolphthaleinlösung sehr schön zeigen.

Was der Wissenschaftler meint:

Die Begriffe Säure und Base wurden erstmalig 1887 von S. Arrhenius und W. Ostwald verwendet und seitdem mehrfach in ihrer Bedeutung erweitert. Ursprünglich verstand man unter einer Säure eine sauer und unter dem Begriff Base einen seifig schmeckenden Stoff.

"H und O machen Blaukraut froh!"



Was wird gebraucht?

Zugeschnittene PET-Flasche, 2 Einzelelektroden, 2 Kroko-Klemmen, 2 Verbindungskabel, 1 Watte-Pad, Blaukrautsaft, 12 V Batterie.

Wie wird's gemacht?

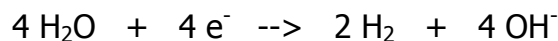
Schneide eine PET-Flasche so zu, wie du es in der Abbildung sehen kannst. Lege auf die PET-Flasche ein in Blaukrautsaft getränktes Watte-Pad, wie in der Abbildung gezeigt. Klemme die zwei Einzelelektroden mit den Kroko-Klemmen und dem Verbindungskabel fest. Schließe die zwei Verbindungskabel an die 12 V – Batterie an. Warte einige Minuten auf den entstehenden Farbumschlag.

Wie funktioniert es?

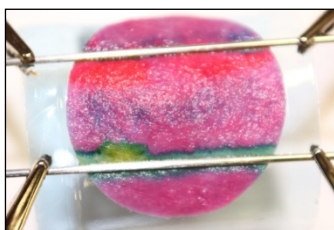
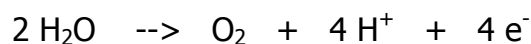
Wird an das blaukrautgetränkte Watte-Pad eine Spannung angelegt, setzt unmittelbar eine sogenannte Elektrolyse ein. Es entsteht am Pluspol Sauerstoff und am Minuspol Wasserstoff. Am Minuspol bilden sich Hydroxid-Ionen und am Pluspol Hydronium-Ionen. Hydroxid-Ionen färben den Blaukrautsaft **GRÜN**, Hydronium-Ionen färben den Blaukrautsaft **ROT**.

Was der Wissenschaftler meint:

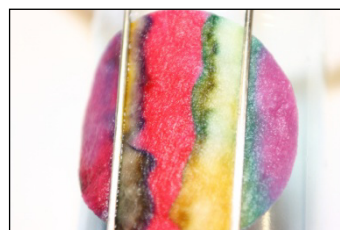
Minuspol: H_2O spaltet sich mit Hilfe der Elektronen, die vom Minuspol kommen, in Wasserstoff H_2 und OH^- -Ionen auf. Die OH^- -Ionen färben das Blaukraut um die Elektrode herum **GRÜN**.



Pluspol: Am Plus spaltet sich das Wasser zu Sauerstoff O_2 und Hydronium-Ionen H^+ auf. Dabei werden Elektronen abgegeben, die vom Pluspol der Batterie aufgenommen werden. Die dabei entstehenden Hydronium-Ionen färben das Blaukraut **ROT**.



nach 3 Min.



nach 10 Min.

„Robust auf hoher See“ – Eine einfache Batterie



Was wird gebraucht?

100 mL Schnappdeckelglas, Zinkblech, Kupferblech, Aluminiumblech, Elektromotor mit Anschlussklemmen, Aktivkohle, Salzlösung (1 Spatel Salz auf 20 mL Wasser).

Wie wird's gemacht?

Fülle das Schnappdeckelglas bis zur Hälfte mit Aktivkohle und gieße 20 mL Salzlösung dazu. Drücke danach die feuchte Masse mit dem Spatel etwas zusammen. Stecke in die Aktivkohle das Zinkblech und wahlweise ein Kupfer- oder Aluminiumblech. Schließe nun an die zwei Bleche den Elektromotor an. Der Elektromotor beginnt sich zu drehen. Sollte dieser nicht sofort anlaufen, musst du vielleicht die Bleche etwas tiefer hineinstecken, oder noch etwas Salzwasserlösung dazugeben.

Wie funktioniert es?

Wie du beim Daniell-Element sehen kannst, werden auch hier wieder Elektronen auf Kosten des Zinks gewonnen. Jedoch werden hier nicht zwei Lösungen verwendet, sondern nur eine Kochsalzlösung. Auch hier löst sich das Zink auf und Kupfer und Aluminium bleiben erhalten.

Diese Batterie wird z.B. für Flottenverbände der Deutschen Bundespost getestet. Diese Batterien haben eine hohe Energiedichte und sind zudem relativ preisgünstig.

Was der Wissenschaftler meint:

Moderne Batteriesysteme sind im täglichen Leben heutzutage unverzichtbar. Ohne Sie wären Gegenstände des täglichen Gebrauchs wie Handys, Walkman oder MP3-Player immer noch so groß wie ein Aktenkoffer.

„Sauer – oder das Gegenteil – basisch?“



Was wird gebraucht?

Stativ mit Evilonrohr (lang), Reagenzglashalter, Reagenzgläser (RG), Messbecher, Rotkrautextrakt, Zitronensäure, Vitamin C-Tablette, Backpulver, Geschirrspül-Tabs

Wie wird's gemacht?

Gib eine Spatelspitze des Rotkrautextraktes in den 50 mL-Messbecher und fülle mit Wasser auf 50 mL auf. Baue die Reagenzglashalter wie in der Abbildung gezeigt auf und befülle alle RG bis zur Hälfte mit dem violetten Rotkrautsaft. Gib eine Spatelspitze der verschiedenen Testsubstanzen (Zitronensäure, Vitamin C-Tablette, Backpulver, Geschirrspül-Tabs...) in je ein RG und beobachte den Farbumschlag. Die beigelegte pH-Wert-Skala zeigt dir an, wie stark sauer oder basisch die Lösungen sind.

Du kannst das ganze auch auf der Tüpfelfolie probieren, indem du die Substanzen auf je einen Tropfen Rotkrautsaft gibst.

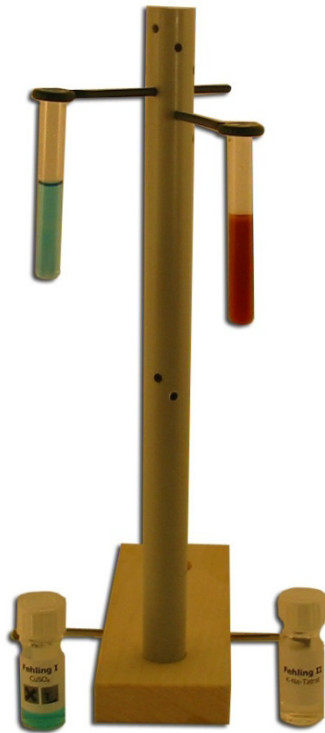
Wie funktioniert es?

Das Rotkraut besitzt einen Farbstoff, der seine Farbe verändert, wenn eine saure oder eine basische Lösung dazukommt. Bei sauren Lösungen verfärbt sich der violette Rotkrautsaft zu hellrosa, bei basischen Lösungen zu einem grünlichen Farbstoff. Mit Hilfe dieses Farbumschlages kannst du die unterschiedlichsten Substanzen als saure oder basische Lösungen erkennen. Neben dem Farbumschlag kannst du durch die verschiedenen Farbnuancen die Stärke der Säure oder Base erkennen. Eine so genannte pH-Wert-Skala, welche Werte zwischen 1 und 14 annehmen kann, ist eine Gliederung dafür. Wobei die niedrigste Zahl (pH-Wert = 1) den stärksten sauren Bereich und die höchste Zahl (pH-Wert = 14) den stärksten basischen Bereich darstellt.

Was der Wissenschaftler meint:

Leider ist der Rotkrautextrakt nicht für längere Zeit stabil und zersetzt sich. Als exakter und wissenschaftlich verwendbarer Indikator ist er daher ungeeignet. In der Chemie verwendet man daher professionellere aber damit auch teurere Indikatoren.

„Gib dem Affen Zucker – aber welchen?“



Was wird gebraucht?

Stativplatte mit langem Eylonrohr, Reagenzglashalter, Reagenzgläser (RG), Einwegpipetten (EP), Traubenzucker, Haushaltszucker, Fehling I, Fehling II, Micro-Gasbrenner

Wie wird's gemacht?

Gib in ein RG eine Spatelspitze Traubenzucker, in das andere RG eine Spatelspitze Haushaltszucker. Hänge die beiden RG in die Reagenzglashalter ein. Fülle die beiden RG mit destilliertem Wasser halb voll. Schüttle die RG so lange, bis sich der Zucker aufgelöst hat. Tropfe in beide RG zuerst 2 Tropfen Fehling I und danach 2 Tropfen Fehling II. Erwärme beide RG kurz mit dem Micro-Gasbrenner und beobachte das Ergebnis.

Wie funktioniert es?

Werden die Lösungen Fehling I und Fehling II zusammen gegeben, so entsteht eine tiefblaue Lösung. Diese Lösung nennt der Chemiker Komplexlösung. Sie kommt vom Kupfer, welches im Fehling I enthalten ist. Kupfer kann in einer Lösung in zwei Formen vorkommen: Einmal kann es zwei Elektronen abgeben und wird zum Cu^{2+} und einmal gibt es ein Elektron ab und wird zum Cu^+ . Wenn es ein Cu^{2+} ist, hat es eine bläuliche Farbe. Ist es hingegen ein Cu^+ so hat es eine orange-rötliche Farbe. Nun kann aber nur der Traubenzucker dieses gelöste Kupfer von seinem Cu^{2+} -Zustand in den Cu^+ -Zustand bringen. Somit kann man mit Hilfe dieser zwei Zustände des Kupfers Traubenzucker und Haushaltszucker unterscheiden.

Was der Wissenschaftler meint:

Redoxreaktionen, also auch die Umwandlung von Cu^{2+} in Cu^+ sind eines der schwierigsten aber auch spannendsten Kapitel der Chemie. Redoxreaktionen lassen sich nicht nur zur Unterscheidung von Zuckern verwenden, sondern sind auch für eine Vielzahl von biologischen Prozessen wichtig. Z. B. die Verbrennung oder die Reaktionen in der Batterie.

„In den Nudeln steckt die Stärke“



Was wird gebraucht?

Stativplatte mit Evilonrohr® (kurz), Alubecher (Teelicht), Pinzette, Aluminiumring, Micro-Brenner, Einwegpipette, Reagenzglas (RG), Wasser, Buchstabennudeln, Jod/Kaliumjodidlösung (Lugol'sche Lösung).

Wie wird's gemacht?

Der Aufbau ist einfach und kann aus der Abbildung nebenan entnommen werden. Gib in den Alubecher einige mL Wasser und ca. 10 Buchstabennudeln dazu. Erhitze dieses Gemisch bis es siedet und lasse es ca. 1 min kochen. Hebe den Alubecher mit einer Pinzette vom Aluring und lasse das Gemisch auskühlen. Sauge mit Hilfe einer Einwegpipette die Flüssigkeit aus dem Alubecher und fülle diese in ein RG. Tropfe mit einer zweiten Pipette 2 Tropfen Jod/Kaliumjodidlösung in das RG. Die Flüssigkeit im RG verfärbt sich tiefblau.

Wie funktioniert es?

Wird eine Jod/Kaliumjodid-Lösung auf ein stärkehaltiges Nahrungsmittel getropft, so erfolgt eine Blaufärbung. Diese Blaufärbung weist auf das Vorhandensein von Stärke im Nahrungsmittel hin. Es entsteht dabei eine so genannte „Komplexlösung“, die das Licht so reflektiert, dass die Lösung für uns blau erscheint. Diese Reaktion ist sehr empfindlich, somit können schon kleine Mengen an Stärke nachgewiesen werden.

Was der Wissenschaftler meint:

Gerade in der Lebensmittelanalytik ist es sehr oft wichtig, schon mit sehr einfachen Mitteln geringste Spuren von Elementen und Stoffen nachzuweisen. Die oben gezeigte Reaktion ist hierfür ein klassisches Beispiel.

Inhalt des Koffers

