Organisch-chemisches Praktikum für Studierende des Lehramts

WS 2010/11

Praktikumsleitung: Dr. Reiß Assistent(in): Beate Abé

Name: Johannes Hergt **Datum: 12.11.2010**

Gruppe 1: Einführung in die organische Chemie

Versuch (Elementarnachweis): „Die Schlange des Pharao“ als Kohlenstoffnachweis

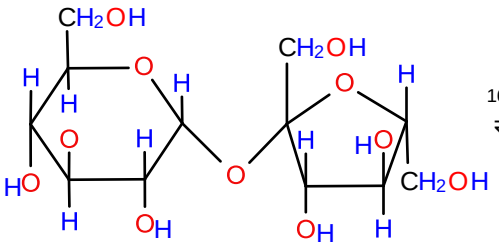
Zeitbedarf

Vorbereitung: 5 Minuten

Durchführung: 10 Minuten

Nachbereitung: 5 Minuten

Reaktionsgleichungen



$$\xrightleftharpoons{160°C} 12\ C_{(s)} + 11\ H_2O_{(l/g)}$$

$C_{12}H_{22}O_{11(s)}$

$$2\ NaHCO_{3(s)} \xrightleftharpoons{50°C} Na_2CO_{3(s)} + H_2O_{(l,g)} + CO_{2(g)}$$

Chemikalien

Tab. 1: Verwendete Chemikalien.

Eingesetzte Stoffe	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahren-symbole	Schuleinsatz
Emser Pastillen	3				S1
Ethanol	3 Pipetten	11	(2)-7-16	F	S1
Sand					S1

Geräte

- Porzellanschale
- Backblech
- Aluminiumfolie
- Glimmspan
- Petrischale

Aufbau

Abb. 1: Versuchsaufbau.

Durchführung

Eine Porzellanschale wird zu einem Viertel mit Sand gefüllt und auf eine feste Unterlage (Backblech mit Aluminiumfolie, siehe Abb.1) gestellt. In eine kleine Sandkuhle in der Mitte der Porzellanschale werden halbierte Emser Pastillen gesteckt, die zuvor etwa 15 Minuten mit Ethanol (Petrischale) getränkt wurden. Zusätzlich wird nun noch mit einer Pipette Ethanol über die Pastillen gegeben und anschließend mit einem Glimmspan entzündet. Es ist darauf zu achten, dass sich keine restlichen Ethanol-Pfützen in der unmittelbaren Nähe zum Versuch befinden, die sich im Ernstfall entzünden könnten.

Beobachtung

Nach dem Entzünden des Ethanols ist zunächst eine schwarze Blasenbildung an der Oberfläche der Pastillen erkennbar. Dann steigt langsam, aber stetig von den Pastillen ausgehend schwarzer Schaum empor. Die wulstige Form verleiht ihm dabei das Aussehen einer „Schlange des Pharao“ (Abb.2). Das Aufsteigen mehrerer Schlangen (Abb.3) von jeweils einer halbierten Pastille blieb jedoch aus.

Abb. 2: Aufsteigen einer schwarzen Kohlenstoff-Schlange im Laborversuch .

Abb.3:[1] zum Vergleich - Bild von Internetquelle zum selben Versuch - mehrere Schlangen.

Entsorgung

Sand und Kohlenstoff werden getrocknet in den Feststoffabfall gegeben. Restliches Ethanol wird in den Sammelbehälter für organische Lösungsmittelabfälle gegeben.

Fachliche Auswertung der Versuchsergebnisse [3-6]

Das Emser Salz, welches Hauptbestandteil der eingesetzten Emser Pastillen ist, wird durch Eindampfen des Mineralwassers der heißen Bad Emser Quelle gewonnen. Bereits Anfang des 19. Jahrhunderts wurde das nebelnde Thermalwasser von den Römern inhaliert, da dessen Heilungswirkung bei Atemwegsbeschwerden bekannt war.

Emser Salz unterscheidet sich von herkömmlichem Salz insbesondere durch seine hohe Konzentration an Hydrogencarbonat. Es liegt hauptsächlich als Natriumhydrogencarbonat vor, in geringeren Mengen aber auch als Kaliumhydrogencarbonat.

Emser Pastillen bestehen allerdings nicht nur aus Emser Salz, sondern auch aus anderen chemischen Stoffen. Zu einem relativ großen Anteil ist auch Saccharose in den Pastillen enthalten.

Auf diesen zwei Substanzen - Natriumhydrogencarbonat und Saccharose - beruht der eindrucksvolle Effekt des Versuchs „die Schlange des Pharao“. Die Zugabe von Ethanol dient lediglich dazu, die Emser Pastillen anschließend anzuzünden, Ethanol selbst ist an keiner chemischen Reaktion beteiligt.

Beim Verbrennen von Ethanol werden Temperaturen erreicht, die höher als der Schmelzpunkt bzw. genauer gesagt dem Zersetzungspunkt von Saccharose (ab ca. 160°C) liegen. Im Versuch ist das Bilden einer zähen, öligen Masse an der Oberfläche der Pastillen zu erkennen.

$$C_{12}H_{22}O_{11(s)} \overset{\text{ab } 160°C}{\rightleftharpoons} 12\ C_{(s)} + 11\ H_2O_{(l/g)}$$

Dabei wird die Saccharose unter Bildung von Kohlenstoff und Wasser dehydratisiert. Das Entstehende Wasser liegt teilweise in flüssiger Form vor, geht aber auf Grund der hohen Temperatur rasch in die Gasphase über.

Bei Temperaturen oberhalb von 50°C zersetzt sich Natriumhydrogencarbonat nach folgender Reaktionsgleichung:

$$2\ NaHCO_{3(s)} \overset{50°C}{\rightleftharpoons} Na_2CO_{3(s)} + H_2O_{(l/g)} + CO_{2(g)}$$

Das dabei entstehende, weiße Natriumcarbonat ist teilweise auf Abb.1 und sehr gut auf der Vergleichsabbildung Abb.2 zu erkennen.

Das entstehende Kohlenstoffdioxid ist als Gas flüchtig, kann jedoch auf Grund der zähflüssigen Saccharose-Schmelze nicht entweichen. Aus diesem Grund bilden sich kleine Bläschen, die nach und nach einen oder mehrere große schwarze Wülste bilden. Das Produkt sieht aus wie eine Art Kohlen-Schwamm und in der Tat besteht das Gerüst aus

Kohlenstoff mit eingeschlossenen Kohlenstoffdioxidblasen. Letztere platzen beim Trocknen und Erhärten des Wulstes, wodurch das Kohlenstoffdioxid entweichen kann.

Der Versuch kann somit als eine Art Kohlenstoffnachweis angesehen werden: Saccharose, als eine organische Substanz enthält offensichtlich Kohlenstoff.
Wichtig zu wissen ist, dass die Saccharose zwar dehydratisiert wird, aber (noch) nicht oxidiert. Dies würde erst bei höheren Temperaturen geschehen oder aber durch Zugabe eines Oxidationsmittels. So würde Schwefelsäure den entstehenden Kohlenstoff z.B. zu Kohlenstoffdioxid oxidieren:

$$\overset{0}{C}_{(s)} + 2\,\overset{+6}{S}O_4^{2-}{}_{(l)} + 2\,H_3O^+{}_{(l)} \rightleftharpoons \overset{+4}{C}O_{2(g)} + 2\,H\overset{+4}{S}O_3^-{}_{(l)} + 2\,H_2O$$

Eindrucksvoll zeigt der Versuch auch, wie Natriumhydrogencarbonat als eine Art Treibmittel verwendet werden kann. Zum Backen eines Kuchens wird Backpulver verwendet, welches das Natron (=Natriumhydrogenkarbonat) enthält. Auf die gleiche Weise, wie es im Versuch die Kohlenstoffschlange nach oben treibt, sorgt entstehendes, eingeschlossenes CO_2 im Backofen für das Aufgehen des Kuchenteigs.

Methodisch-Didaktische Analyse

1 Einordnung [2]

Laut hessischem Lehrplan wird in der 9. Klasse mit dem Thema „Fossile Brennstoffe - Kohlenwasserstoffe als Stoffklasse“ ein erster Einblick in die organische Chemie gegeben. Um die Funktion fossiler Brennstoffe zu verstehen, ist es unabdingbar, deren Bestandteile, Zusammensetzungen bzw. Molekülstrukturen zunächst zu klären. „Die Schlange des Pharao“ zeigt an dieser Stelle, einen Bestandteil organischer Moleküle und ermöglicht, den Begriff und die Bedeutung des Kohlenwasserstoffs zu erklären.

2 Aufwand

Der Aufwand für den Versuch ist relativ gering und die verwendeten Chemikalien sind preiswert. Es bedarf keiner aufwändigen Apparatur und es fallen keinerlei flüssige Abfälle an, die ggf. neutralisiert werden müssten. Die entstehende Kohlenstoffschlange ist ungiftig, sodass keine weiteren Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden müssen. Insgesamt sind Vorbereitung, Demonstration und Entsorgung nicht sehr zeitaufwändig und deshalb als Einführungsversuch einer Unterrichtsstunde bzw. einer neuen Unterrichtseinheit durchaus geeignet.

3 Durchführung

„Die Schlange des Pharaos“ bietet sich sowohl als Demonstrationsversuch des Lehrers vor der gesamten Klasse als auch als Schülerversuch an. Wegen der kurzen Dauer des Versuchs wäre es jedoch sinnvoll den Versuch als Stationsversuch neben Stationen mit anderen Versuchen anzubieten. Sollte man den Versuch als Schülerversuch durchführen wollen, so könnte man mehrere Versuche anbieten, die jeweils die atomare Zusammensetzung von organischen Molekülen (Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Schwefel) aufzeigen. Als reiner Demonstrationsversuch würde es sich zudem anbieten, einen Schüler nach vorne zu bitten, der den Versuch durchführt. Da mit keinerlei giftigen Substanzen gearbeitet wird, würde dies kein Problem darstellen. In einer anschließenden Besprechung im Plenum würde dann diskutiert werden, welche Rückschlüsse man aus dem Versuch ziehen kann.

4 Wissensvermittlung und Fazit

Die Anwendung von Emser Pastillen als Ausgangsstoff/-chemikalie verleiht der „Schlange des Pharao“ einen Alltagsbezug, der den Versuch für die Schüler sehr greifbar macht. Er regt zudem die Neugier des Schülers an, möchte er/sie doch wissen, aus was denn nun das bekannte Mittel gegen einen kratzigen Hals, Heiserkeit und Husten besteht.

Neben der Erkenntnis, dass offensichtlich Kohlenstoff in organischen Verbindungen vorliegt, kann man mit der „Schlange des Pharaos“ auch die Funktionsweise von Backpulver (Natriumhydrogencarbonat) erklären. So werden die Schüler nicht nur in die organische Chemie eingeführt sondern können auch ein „Alltagsphänomen“ erklären.

Insgesamt ist „die Schlange des Pharaos“ deshalb ein spannender und sinnvoller Einstiegsversuch in das Themengebiet der organischen Chemie.

Quellenverzeichnis

Versuchsquelle: www.chemie.uni-regensburg.de/
Organische_Chemie/Didaktik/Keusch/D-Emser_Pastillen-d.htm
Titel: „Pharao-Schlange“
Urheber: Peter Keusch
Zugriff am: 15.11.2010

[1] http://www.simplyscience.ch/desktopdefault.aspx/tabid-394/547_read-2662/admin-1/
Titel: Die Schlange des Pharao
Urheber: Urban Fraefel
(Zugriff am 15.11.2010)

[2] Hessischer Lehrplan: Chemie. **2010**
http://www.hessen.de/irj/HKM_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2

[3] http://www.emser.de/seiten/emser_salz/emser_salz_index1.html
Titel: Natürliches Emser Salz
Urheber: EMS
(Zugriff am 15.11.2010)

[4] Mortimer, Charles, E. und Ulrich Müller: Das Basiswissen der Chemie. E., komplett überarbeitete und erweiterte Auflage. Thieme Verlag. Stuttgart **2010**

[5] http://www.apotheke2u.de/apotheke-medikament/1506954--emser-pastillen-mit-mentholfrische--lut.html
Titel: Emser Pastillen mit Mentholfrische Lutschtabletten
Urheber: Apotheke2u
(Zugriff am 15.11.2010)

[6] http://www.chemie.uni-regensburg.de/Organische_Chemie/Didaktik/Keusch/D-sugar_coal-d.htm
Titel: Weißer Zucker - schwarze Kohle
Urheber: Peter Kreusch
(Zugriff am 15.11.2010)