Anna-Lena Eicke
Philipps-Universität Marburg
Organisch-Chemisches Praktikum (LA)
Leitung: Dr. Reiß
WS 08/09

12.11.08

Schulversuche
Assistentin: Beate Abé

Versuchsprotokoll

Nachweis von Kohlenstoff und Wasserstoff in Spagetti

Gruppe 1, Typ: Pflichtversuch

1. Reaktionsgleichung

$$CuO_{(g)} + H_{2(g)} \longrightarrow Cu + H_2O_{(l)}$$

$$\underset{\text{weiß}}{CuSO_{4(f)}} + 5\ H_2O_{(l)} \longrightarrow \underset{\text{blau}}{CuSO_4 * 5\ H_2O_{(f)}}$$

$$2\ CuO_{(g)} + C_{(g)} \longrightarrow 2\ Cu + CO_{2(g)}$$

$$Ca(OH)_{2\ (l)} + CO_{2\ (g)} \longrightarrow CaCO_{3\ (f)} + H_2O_{(l)}$$

2. Zeitbedarf

	Teil 1
Vorbereitung	10 min
Durchführung	5 min
Nachbearbeitung	10 min

3. Chemikalien

Name	Summenformel	Gefahrensymbol	R-Sätze	S-Sätze	Einsatz in der Schule
Kupferoxid (Drahtform)	CuO	Xn	22	2, 22	S I
Kupfersulfat, wasserfrei	$CuSO_4$	Xn, N	22, 36/38, 50/53	22, 60, 61	
Calciumhydroxid	$Ca(OH)_2$	Xi	41	2-22-24-26-39	S I

Gefahrensymbole

4. Materialien/Geräte

Mörser mit Pistill, Reagenzglas mit Ansatz, 2 Reagenzgläser, Einleitungsrohr, Stopfen, Bunsenbrenner, Schlauchstück, Becherglas, Eis, Spagetti

5. Versuchsaufbau

Abb. 1: Versuchsaufbau

6. Versuchsdurchführung

Im Mörser werden zwei Spagetti klein gerieben. Diese werden mit einer Spatelspitze Kupferoxid in das Reagenzglas mit Ansatz gegeben. Am anderen Ende es Einleitungsrohres befindet sich ein Reagenzglas, das mit einer Spatelspitze wasserfreiem Kupfersulfat gefüllt ist und in einem Eisbad steckt. Das Gemisch wird kräftig erhitz. Nach ca. 3 min. wird die Kühlung entfernt und das Reagenzglas mit einem, das eine Lösung Calciumhydroxid enthält, getauscht.

7. Beobachtung

Schon nach wenigen Sekunden steigen gelbe Nebelschwaden im Reagenzglas auf. Der Rückstand wird schwarz (Abb. 2). Das wasserfreie weiße Kupfersulfat färbt sich grün-blau (Abb. 3). Nach dem Tausch der Reagenzgläser färbt sich die milchigweiße Calciumhydroxid-Lösung im unteren Teil braun. Außerdem bildet sich ein weißer Rückstand im Reagenzglas (Abb. 4).

Abb. 2: gelbe Nebelschwaden und schwarzer Rückstand

Abb. 3: grün-blaues Kupersulfat

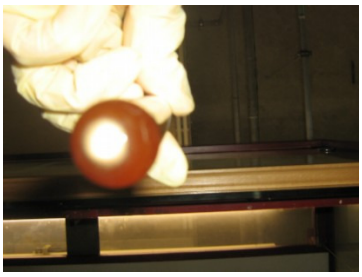

Abb. 4: weißer Rückstand

8. Entsorgung

Die Lösungen werden neutral im Abfluss entsorgt. Der Rückstand im Reagenzglas mit Ansatz kommt trocken und kalt in den Behälter für Feststoffabfälle.

9. Fachliche Analyse

Spagetti bestehen aus Hartweizen und Wasser. Der Hauptbestandteil von Hartweizen stellen die Kohlenhydrate mit ca. 72 g von 100g Spagetti. Zu dieser Stoffklasse der Kohlenhydrate gehören die Zucker, Stärke und Cellulose. Sie entstehen bei der Photosynthese, werden also aus Kohlenstoffdioxid und Wasser aufgebaut. Daher leitet sich auch ihre Molekülformel ab: $C_n(H_2O)_m$. Allerdings enthalten Kohlenhydrate kein Wasser, sondern sind Hydroxyaldehyde oder Hydroxyketone. Sie werden in drei Gruppen unterteilt:

- Monosaccharide (Einfachzucker)
- Oligosaccharide (Verknüpfung von zwei bis acht Monosacchariden)
- Polysaccharide (Vielfachzucker)

Zu den Monosacchariden gehören die Glucose (Traubenzucker), die Fructose (Fruchtzucker) und die Galactose (Schleimzucker). Sie bestehen aus zwei bis sechs Kohlenstoffatomen und enthalten eine Aldehyd- oder eine Keto-Gruppe. Daher kommt auch die Unterscheidung zwischen Aldosen und Ketosen. Aldohexosen besitzen vier und Ketohexosen drei asymmetrische Kohlenstoffatome.

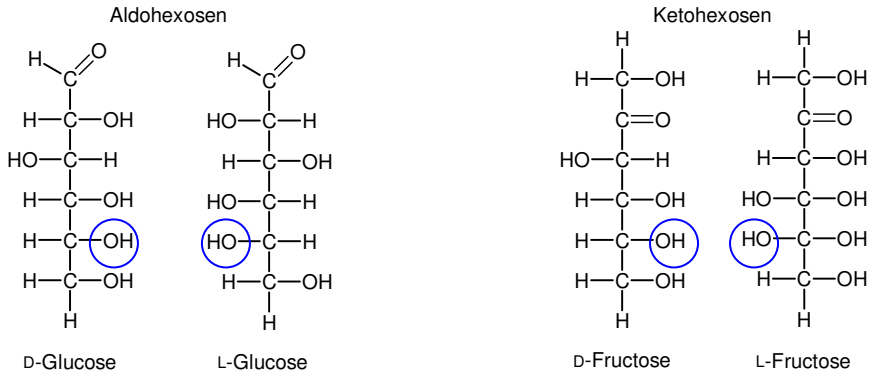

Abb. 5: Struktur von Aldohexosen und Ketohexosen

Die Bezeichung der Saccharide findet über Trivialnamen statt. Die Enantiomere werden durch die D- und L-Nomenklatur unterschieden. Ausschlaggebend ist dabei das asymmetrische Kohlenstoffatom, das am weitesten von der Carbonylgruppe entfernt ist. Steht die OH-Gruppe dieses Kohlenstoffatoms in der Fischerprojektion nach rechts, so erhält es das Präfix D, steht sie links, so ist das Präfix L (Abb. 5). In der Natur kommen nur die D-Glucose, D-Fructose und D-Galactose vor.

Zu den Oligosacchariden gehört die Maltose (Malzzucker) und die Saccharose (Haushaltszucker). Die einfachsten Oligosaccharide sind die Disaccharide, die aus zwei Monosacchariden aufgebaut sind. Es können sich jedoch nicht nur zwei gleiche Monosaccharide zu einem Oligosaccharid zusammenschließen, sondern auch zwei oder mehr verschiedene. Da bei dieser Reaktion Wasser entsteht spricht man von einer Kondensationsreaktion.

Zu den Polysacchariden gehören z.B. die Stärke und die Cellulose. Sie haben alle die allgemeine Zusammensetzung $(C_6H_{10}O_5)_x$. Die Stärke ist für den Menschen das wichtigste Kohlenhydrat. Sie kommt vor allem in Kartoffeln und Getreideprodukten vor und besteht aus zwei Arten von Polymeren: der Amylose (20 %) und dem Amylopektin (80 %). Die Cellulose ist in den Pflanzen eine wichtige Bau- und Stützsubstanz. Als Zellstoff in Verbindung mit Wasser wird so das Papier, auf dem wir schreiben, hergestellt. Der Mensch kann Cellulose nicht verdauen.

Der Mensch nimmt täglich sehr unterschiedliche Kohlenhydrate auf. Immerhin beträgt der Tagesbedarf an Energie durch Kohlenhydrate 52 %. In Brot und Nudeln z.B. ist viel Stärke, in Süßigkeiten befindet sich der Rohrzucker. Im Körper werden alle Zucker in Glucose umgewandelt, welches wiederum zu Kohlenstoffdioxid und Wasser oxidiert. Dadurch sind die Kohlenhydrate der wichtigste Energielieferant für den Menschen. Eine Ausnahme bilden die Ballaststoffe. Sie enthalten die unverdauliche Cellulose. Da sie dadurch im Magen ein Sättigungsgefühl hervorrufen sorgen sie dafür, dass über die Nahrung nicht zu viel Energie aufgenommen wird. Leider nimmt der Mensch jedoch zu viele „falsche“ Kohlenhydrate auf. Aus Rohrzucker stellt der Körper zu schnell Glucose her, die dann zu schnell ins Blut gelangt, wodurch der Blutzuckerspiegel ansteigt und vermehrt die blutzuckersenkende Substanz Insulin ausgeschüttet werden muss. Das Senken des Blutzuckerspiegels geht’s jedoch immer einher mit einem Hungergefühl. Dadurch nimmt der Mensch nicht nur erneut wieder Kohlenhydrate zu sich, die er eigentlich gar nicht benötigt, sondern es besteht auf lange Sicht die Gefahr von Karies und natürlich auch von Gewichtsproblemen. Deshalb sollte der Mensch vermehrt Lebensmittel zu sich nehmen, die Stärke enthalten und wenige die, die Rohrzuckern enthalten.

In diesem Versuch wurden zwei Spagetti mit Kupferoxid verkohlt, also unter Sauerstoffausschluss, um eine Verbrennung zu vermeiden. Dabei kommt es zu Pyrolysevorgängen, also zu thermischen Zersetzungen von C-C- und C-H-Bindungen. Die so entstehenden Radikale können sich zu neuen Alkanen und Alkenen bzw. auch Wasserstoff verbinden. Der Wasserstoff verbindet sich mit einem Sauerstoffatom aus dem Kupferoxid zu Wasser. Dieses geht bei der hohen Verkohlungstemperatur über und wird mit wasserfreiem Kupfersulfat nachgewiesen, denn dieses ist in wasserfreiem Zustand fast weiß, wasserhaltig jedoch blau (Abb. 3).

$$CuO + H{-}H \longrightarrow Cu + H_2O$$

$$CuSO_4 + 5\,H_2O \longrightarrow CuSO_4 * 5\,H_2O$$

Nachdem das Wasser übergegangen ist, geht auch das entstandene Kohlenstoffdioxid über. Diese wird nachgewiesen, indem es in eine wässrige Calciumhydroxid-Lösung geleitet wird. Es fällt ein weißer Niederschlag von Calciumcarbonat aus (Abb. 4).

$$2\,CuO + C \longrightarrow 2\,Cu + CO_2$$

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

10. Didaktische Analyse

Dieser Versuch kann hervorragend zu Einführung die Kohlenstoffchemie in Klasse 11 benutzt werden. Ebenso kann er aber auch erst in im 2. Halbjahr von Klasse 12 im GK und im LK technisch, aber vor allem biologisch wichtige Kohlenstoffverbindungen darstellen. Es bietet sich hier vor allem wieder fächerübergreifender Unterricht mit der Biologie an, da die Naturstoffklasse der Kohlenhydrate behandelt werden kann. Dabei sollte es sowohl um die chemische Zusammensetzung, wie auch um Vorkommen und vor allem der Herstellung, der Photosynthese, und die Bedeutung für den Menschen gehen. Gerade vor dem Hintergrund, dass sich viele Menschen heute falsch ernähren, kann sich auch eine Einheit über gesunde Ernährung anschließen.

Bleibt man beim Fach Chemie ist es natürlich auch möglich andere organische Funktionsgruppen zu besprechen. So kann man über Kohlenhydrate beispielsweise auch auf Eiweiße und Fette eingehen.

Vor diesem Versuch sollten die Schüler grob wissen, dass Nudeln zum größten Teil aus Kohlenhydrate, besser noch Stärke, bestehen. Da der Versuch nicht sehr lange dauert und keine gefährlichen Chemikalien verwendet werden, könnten auch verschieden Nahrungsmittel wie z.B. Brot und Kartoffeln ebenfalls pyrolisiert werden. Dazu müssten nur genügend Apparaturen vorhanden sein. Anschließend könnten die Ergebnisse verglichen werden.

In der Schule sollte darauf geachtet werden, dass wirklich alle Wasserreste aus der Apparatur vertrieben worden sind, bevor das Reagenzglas mit dem Kupfersulfat gegen das mit der Calciumhydroxid-Lösung getauscht wird, damit die braunen Reste nicht in die klare Lösung tropfen und die Bildung des Calciumcarbonats verdecken. Ansonsten sind die Ergebnisse gut sichtbar. Da hier ein sehr bekanntes Nahrungsmittel verwendet wird, steigt die Motivation der Schüler herauszufinden, was genau hinter dem Versuch steckt. Eine Chemikalie aus dem Chemikalienschrank wird niemals so starke Neugierde erwecken, da die Schüler häufig das Gefühl haben, dass sie mit dem Stoff nie wieder in Berührung kommen werden. Ein Versuch mit einem bekannten Alltagsgegenstand hingegen bleibt lange im Gedächtnis.

11. Literatur

Versuchsquelle:
[1] Chemie heute SI, Baden-Württemberg, Schroedel-Verlag, 2007, S. 322

Fachquellen:
[2] Landesinstitut für Schule Nordrhein-Westfalen, *Liste zur Einstufung von Gefahrstoffen (Soester-Liste)*, 10. Auflage, Stand: 22.06.2003, Version 2.7

[3] *Lehrplan Chemie für die Jahrgansstufen G7 bis G12* des hessischen Kultusministeriums, 2005 (http://www.kultusministerium.hessen.de/irj/HKM_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2)

[4] Fachinformationszentrum Chemie, http://www.chemgapedia.de (letzter Zugriff: 15.11.08, 15:09 Uhr)

[5] Mortimer, Charles E., *Chemie*, 7., korrigierte Auflage, Thieme, Stuttgart, 2001

[6] snoopmedia GmBH, *das ist drin, Bernbacher PASTA – Purere Hartweizen 500 g,* http://das-ist-drin.de/Bernbacher-PASTA--Purer-Hartweizen-500-g--8027/?d=ernaehrung (letzter Zugriff: 15.11.08, 16:00 Uhr)

[7] Vollhardt, K. Peter C., Schore, Neil E., *Organische Chemie*, Vierte Auflage, Wiley-VCH, Weinheim, 2005

[8] Wikimedia Foundation Inc., http://de.wikipedia.org (letzter Zugriff: 15.11.08, 15:09 Uhr)