

Organisch-chemisches Praktikum für Studierende des Lehramts

WS 08/09

Praktikumsleitung: Dr. Reiß

Assistent: Beate Abé

Name: Sarah Henkel

Datum: 14.11.2008

Gruppe 1: Einführung der OC

Versuch: Weißer Zucker... schwarze Kohle

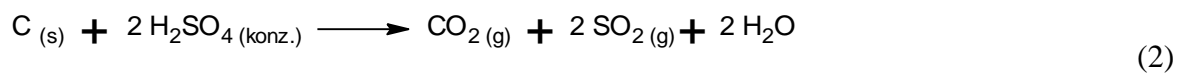
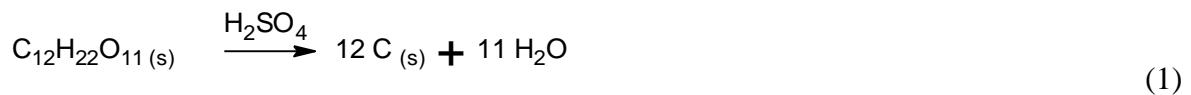
Zeitbedarf

Vorbereitung: 2 Minuten.

Durchführung: 10 Minuten für die Verkohlung und etwa 50 Minuten für das Waschen und das Absaugen der Aktivkohle.

Nachbereitung: 15 Minuten (Neutralisieren und Reinigen der Geräte).

Reaktionsgleichung



Strukturformel

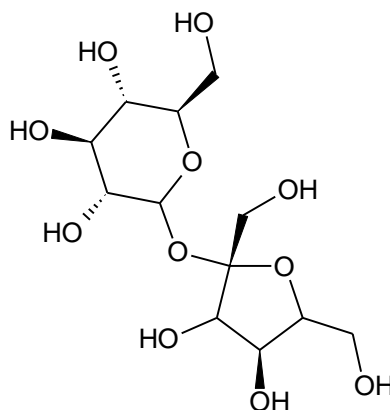


Abb. 1: Saccharose.

Chemikalien

Tab. 1: Verwendete Chemikalien.

Eingesetzte Stoffe	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbol	Schuleinsatz
Zucker oder Saccharose	17 g	-	-	-	S I
Schwefelsäure (konz.)	5 mL	35	26-30-45	C	S II

Geräte

- 250 mL Becherglas
- 5 mL-Vollpipette oder Messpipette
- Peleusball
- Büchnertrichter
- Saugflasche
- Filterpapier
- Glasstab

Aufbau



Abb. 2 – 4: Farb- und Konsistenzänderung des Zuckers durch die Schwefelsäure.



Abb. 5: Verkohlter Zucker.



Abb. 6: Aufblähung des verkohlten Zuckers.

Durchführung

In einem 250 mL Becherglas werden 17 g Zucker abgewogen. Mit einer Pipette werden dann 5 mL konzentrierte Schwefelsäure in das Becherglas pipettiert. Der Zucker wird mithilfe eines Glasstabes mit der Schwefelsäure vermischt und dann stehen gelassen. Die so gewonnene Aktivkohle kann dann abfiltriert werden und von der Schwefelsäure frei gewaschen werden. Im Anschluss daran wird sie getrocknet und gemörsert.

Beobachtung

Bei der Zugabe der Schwefelsäure zum Zucker beginnt sich der Zucker zu verfärben. Er wird zunächst gelb, dann braun und schließlich schwarz. Nach etwa 5 Minuten beginnt sich das Zucker-Schwefelsäuregemisch im Becherglas stark zu erwärmen und es ist eine Dampfentwicklung sowie eine Verkohlung des Zuckers sichtbar. Der verkohlte Zucker wird durch die Gasentwicklung im Becherglas nach oben getrieben und bläht sie auf.

Entsorgung

Die angefallenen Filtrate werden neutralisiert und können dann dem Abwasser zugeführt werden. Die Aktivkohle kann auf ihre Wirksamkeit getestet werden und wird dann in erneut getrocknetem Zustand in die Feststofftonne entsorgt.

Fachliche Auswertung der Versuchsergebnisse

Zucker, wie er heute bekannt ist, wird jedoch erst seit etwa 200 Jahren gewonnen. Der Trend des Zuckers kam aus Südamerika und musste nach Europa exportiert werden. Da dieser Im-

port für die Europäer nicht ganz kostengünstig war, versuchten die Wissenschaftler nach einem Ersatz für den teuren Zucker zu suchen. Auf diese Weise entdeckte der Berliner Apotheker Marggraf, dass der Zucker aus der Runkelrübe, die in Europa heimisch ist, der gleiche ist, der auch aus dem Zuckerrohr in Südamerika gewonnen wird. 1798 stellte dann Achard, der ein Schüler Marggrafs war, zum ersten Mal Zucker großtechnisch her.

Zucker gehört neben Stärke und Cellulose zur Naturstoffklasse der Kohlenhydrate. Wie der Name schon besagt, sind dies Stoffe, die aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen. Sie haben die Summenformel $C_x(H_2O)_y$. Kohlenhydrate werden in drei Untergruppen gegliedert, die Monosaccharide, die Oligosaccharide und die Polysaccharide. Monosaccharide werden auch einfache Zucker genannt, da sie nur aus einem einzigen Zuckermolekül bestehen. Im Gegensatz dazu bestehen Oligosaccharide aus zwei bis acht Monosaccharid-Molekülen und Polysaccharide sind aus ganz vielen Monosaccharid-Molekülen aufgebaut. Sie entstehen durch Polykondensation. Stärke und Cellulose sind ein Beispiel für die Gruppe der Polysaccharide. Die Monosaccharide werden in zwei weitere Gruppen unterteilt. Je nachdem, ob das Molekül eine Aldehyd- oder eine Ketogruppe enthält, werden sie als Aldose bzw. Ketose bezeichnet.

Saccharose, der normale Rohrzucker, ist ein Disaccharid, der sich, wie in Abbildung 1 zu sehen ist, aus einer α -D-Pyranoseeinheit (Sechsring) und einer β -D-Furanoseeinheit (Fünfring) zusammensetzt.

Aktivkohlestoffe sind mikrokristalline, porenreiche Kohlenstoffsorten, welche eine sehr große innere Oberfläche besitzen. Durch diese große Oberfläche lassen sie sich außerordentlich gut als Adsorptionsmittel für chemische Stoffe einsetzen. Die Darstellung erfolgt über gelindes Erhitzen von organischen Stoffen. So sind zum Beispiel Holz, Kokoschalen, Torf, Steinkohle Ausgangsstoffe, aus denen sich Aktivkohle gewinnen lässt. Früher wurden auch Knochen, Blut und Zucker zur Darstellung von Aktivkohlen verwendet. Durch das Hinzusetzen von Fremdstoffen wie Zinkchlorid wird die Porenstruktur entwickelt. Sie können später leicht herausgelöst werden. Eine andere Möglichkeit zur Ausbildung der notwendigen Poren ist das nachträgliche Überleiten von Wasserdampf, Luft oder kohlendioxidhaltigen Gasen bei 700-900 °C. Die Oberfläche wird „anoxidiert“, indem die Poren hinein gebrannt werden.



Diesen Vorgang bezeichnet man auch als „Aktivierung“ der Aktivkohle. Die Oberfläche der Poren kann dabei mehr als $1000 \text{ m}^2/\text{g}$ erreichen, was ungefähr einem Porenradius von < 10 bis $> 50 \text{ \AA}$ entspricht. Sie können etwa 50 % ihrer Masse an organischen Stoffen aufnehmen.

Aktivkohle wird zur Entfuselung von Spiritus, zur Entfernung von Farbstoffen und Verunreinigungen aus Lösungen, zur Reinigung von Gasen, zur Luftzerlegung und in der Medizin zur Entgiftung und Entgasung des Darmkanals verwendet. Holzkohle wird unter anderem auch in der Raffination von Kupfer verwendet und ist auch Bestandteil des Schwarzpulvers („Schießpulver“). Für die Schießpulvergewinnung verwendet man die Holzkohle aus dem Holz des Faulbaumes, welche bei relativ niedriger Temperatur hergestellt wird.

Durch das Hinzufügen der stark hygroskopischen Schwefelsäure zum Zucker entsteht reiner Kohlenstoff. Die Schwefelsäure entreißt dem Zucker unter Wasserbildung alle Wasserstoff- und Sauerstoffatome (Gleichung (1)). Dieser Vorgang ist daran zu erkennen, dass der Zucker sich schwarz wie Kohle verfärbt. Die blähende Wirkung im Anschluss der Verkohlung kommt durch eine weitere Reaktion des entstandenen Kohlenstoffs mit der noch vorhandenen Schwefelsäure zustande. Gleichung (2) zeigt eine Reaktion, bei der Kohlenstoff mit Schwefelsäure zu Kohlenstoffdioxid, Schwefeldioxid und Wasser reagiert. Durch die Gasbildung entstehen Poren innerhalb des Kohlenstoffs. Die Oberfläche wird so stark vergrößert, dass der Kohlenstoff als Aktivkohle nutzbar gemacht werden kann.

Methodisch-Didaktische Analyse

1 Einordnung

Dieser Versuch eignet sich zum Nachweis von Kohlenstoff in Zucker. Er kann somit zum einen als Einführung in die Organische Chemie benutzt werden, zum anderen aber auch beim Thema Kohlenhydrate zur Veranschaulichung, dass Zucker auch ein Kohlenwasserstoff ist und somit zur Stoffklasse der organischen Moleküle gehört. Mit diesem Versuch kann auch ganz schön gezeigt werden, was passiert, wenn eine stark hygroskopische Substanz wie Schwefelsäure mit organischer Materie zusammentrifft. Die Schwefelsäure entwässert den Zucker, sodass der reine Kohlenstoff zurückbleibt. Etwas Ähnliches lässt sich auch mit einem Stück Papier (Cellulose) zeigen. Gibt man etwas Schwefelsäure auf das Papier, so färbt sich dieses in kürzester Zeit schwarz. Auch die Haut besteht aus organischer Substanz und würde in gleicher Weise mit der Schwefelsäure reagieren. Aus diesem Grund ist die Handhabung mit

Schwefelsäure erst in der Sekundarstufe II erlaubt. Da jedoch meistens erst in der Oberstufe mit der Organischen Chemie begonnen wird, kann der Versuch auch als Schülerversuch durchgeführt werden.

2 Aufwand

Für die einfache Versuchsdurchführung ist der Aufwand relativ gering, da der Zucker nur mit der Schwefelsäure gemischt werden muss und dann fünf Minuten zum Weiterreagieren stehen bleibt. Ist der Versuch jedoch darauf ausgelegt, dass aus dem Zucker Aktivkohle gewonnen werden soll, die anschließend noch aufgearbeitet wird, so muss etwas mehr Zeit einberechnet werden. Das Waschen mit Wasser, um die Säure zu entfernen, dauert genauso wie das abfiltrieren sehr lange. Es ist sehr aufwendig, an alle Stellen der Aktivkohle heranzukommen. Aus diesem Grund muss die Kohle während des Waschens und Abfiltrierens immer wieder zerkleinert werden. Letztendlich bleibt das saure Filtrat, das neutralisiert werden muss. Innerhalb des ganzen Versuchs sind etwa 2 L Filtrat angefallen, die neutralisiert werden mussten.

3 Durchführung

Für die Schule ist es sinnvoller den Versuch ohne das Aufarbeiten der Aktivkohle durchzuführen und diese Möglichkeit nur zu erwähnen. Eine Durchführung des kompletten Versuches wäre zu zeitintensiv und würde zu keinem besonderen Lernerfolg führen. Der erste Versuchsteil veranschaulicht jedoch sehr schön die Eigenschaften der Kohlenhydrate und der Schwefelsäure und sollte den Schülern mindestens vom Lehrer vorgeführt werden. Bei einer vertrauenswürdigen Gruppe von Schülern bietet sich jedoch auch die Variante als Schülerversuch an, da das selbstständige Durchführen eines Versuches wesentlich besser in Erinnerung bleibt als ein bloßes Vorzeigen.

Literatur

- [1] Wich, Peter: Experimentalchemie.de. Chemie erleben. 2001 – 2008.
<http://www.experimentalchemie.de/versuch-013.htm>. (12.11.2008).
- [2] Mortimer, Charles, E. und Ulrich Müller: Das Basiswissen der Chemie. 8., komplett überarbeitete und erweiterte Auflage. Thieme Verlag. Stuttgart 2003.

- [3] Kupschus, Anne und Harald Renner: Optipage. <http://www.optipage.de/zucker.html>.
(15.11.2008).
- [4] Holleman, A. F., Egon Wiberg: Lehrbuch der Anorganischen Chemie. 91. – 100., verbesserte und stark erweiterte Auflage von Nils Wiberg. Berlin/ New York. **1985**.
- [5] Riedel, Erwin/ Christoph Janiak: Anorganische Chemie, 7. Auflage. Berlin/ New York. **2007**.
- [6] Soester Liste. Version 2.7.