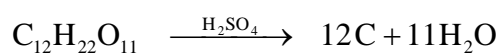


Gruppe 9 – eigener Versuch

Reaktion von Saccharose und Schwefelsäure

Reaktion:



Zeitbedarf:

| | |
|-----------------------|-------|
| Vorbereitung: | 5 min |
| Versuchsdurchführung: | 8 min |
| Nachbereitung | 5 min |

Chemikalien:

| Chemikalien | Summenformel | Menge | R-Sätze | S-Sätze | Gefahrensymbole | Schuleinsatz (HessGiss) |
|-----------------------------|---|-------------|---------|----------|-----------------|-------------------------|
| Saccharose | $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ | 5 Teelöffel | - | - | - | S 1 |
| konzentrierte Schwefelsäure | H_2SO_4 | 5 mL | 35 | 26-30-45 | C | S 1 |

Geräte und Materialien:

- hohes Becherglas (250 mL)
- Spritze (5 mL) mit Kanüle

Versuchsaufbau:



Abb. 1: Vorbereitetes Becherglas, Saccharose und konz. Schwefelsäure



Abb. 2: Becherglas mit Saccharose

Versuchsdurchführung:

In ein hohes Becherglas werden 5 Teelöffel Saccharose gegeben. Anschließend wird die Saccharose mit 5 mL konzentrierter Schwefelsäure versetzt.

Beobachtungen:

Die Saccharose nahm die Schwefelsäure vollständig auf. Nach kurzer Zeit begann sich die Saccharose, die mit der Schwefelsäure in Kontakt kam, erst gelb und anschließend schwarz zu verfärben. Nach wenigen Minuten bildete sich unter Zischen und Aufschäumen ein größer werdender schwarzer „Berg“. Dabei entstand ein weißer Dampf, der an der Becherglaswand kondensierte. Der untere Bereich des Becherglases wurde durch die Reaktion stark erwärmt.



Abb. 3: Bildung eines schwarzen, aufgeschäumten Berges und Entwicklung von Dampf.



Abb. 4: Reaktionsprodukt nach Reaktionsende.

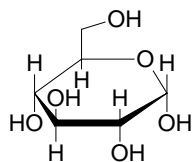
Entsorgung:

Das Reaktionsprodukt wurde nach dem Abkühlen in der Feststofftonne entsorgt.

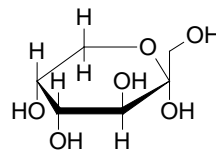
Fachliche Analyse:

Zucker ist ein wichtiger Energielieferant für den menschlichen Körper. Seinen Geschmack empfinden wir als sehr angenehm, so dass Zucker in vielen Lebensmitteln enthalten ist. Die verschiedenen Zucker zählen zur Klasse der Kohlenhydrate. Die einfachsten Zucker werden als Monosaccharide oder Traubenzucker bezeichnet. Sie bilden die Grundeinheiten für die höheren, komplizierteren Zucker. Diese werden als Disaccharide bezeichnet, wenn sie aus zwei, als Trisaccharide, wenn sie aus drei und als oligomere Saccharide, wenn sie aus zwei bis zehn Monosacchariden aufgebaut sind. Werden mehr als zehn Monosaccharide miteinander verknüpft, so werden diese Polymerketten als Polysaccharide bezeichnet. Ein Beispiel hierfür ist die Stärke. Die allgemeine Summenformel der Kohlenhydrate ist $C_n(H_2O)_n$. In dieser Formel kommt zum Ausdruck, dass formal betrachtet ein Kohlenstoffatom hydratisiert ist. Aus dieser Betrachtung resultiert auch die Namensgebung dieser Verbindungsgruppe (Kohlenhydrate).

Zwei Beispiele für Monosaccharide sind Glucose und Fructose. Liegen sie in der cyclischen Form vor, so bezeichnet man sie als Gluco- und Fructopyranose.

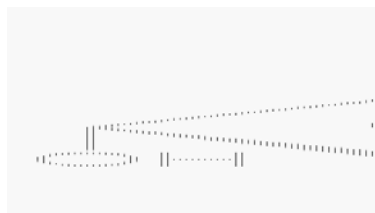


α -D-Glucopyranose



α -D-Fructopyranose

Werden diese Monomere über eine Acetalbrücke (bzw. Etherbrücke) und unter Wasserabspaltung zu einem Dimer verknüpft, so erhält man die Saccharose. Bei der Saccharose handelt es sich um den gewöhnlichen Haushaltszucker.

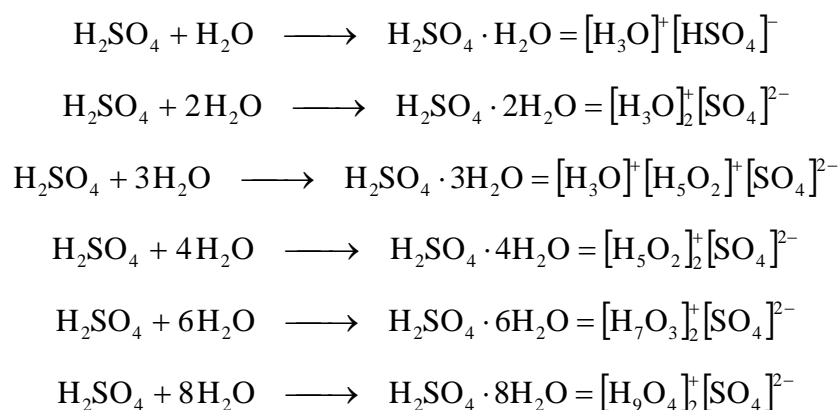


Saccharose

Dieses Disaccharid ist einer der wichtigsten Zucker unseres Alltags. Das äußert sich vor allem durch einen Pro-Kopf-Verbrauch von 41,9 kg, wie die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung für das Wirtschaftsjahr 2006/ 2007 ermittelte. Saccharose wird vor allem aus Zu-

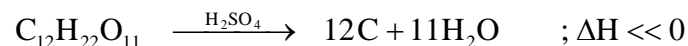
ckerrohr und Zuckerrüben gewonnen, worin sie mit einem Massenanteil von 14 – 20 % relativ stark angereichert ist. In geringeren Konzentrationen kommt sie auch in vielen anderen Pflanzen vor.

Ein einfacher Nachweis der Grundsubstanzen Kohlenstoff und Wasser, aus denen die Kohlenhydrate, insbesondere die Saccharose, formal aufgebaut sind, erfolgt durch die Zugabe von konzentrierter Schwefelsäure. Bei der konzentrierten Schwefelsäure handelt es sich um eine stark hygroskopische Substanz, die aufgrund dieser Eigenschaft im Labor als Trocknungsmittel eingesetzt wird. Ihre außerordentlich große Affinität zu Wasser resultiert aus der hohen Protonenabgabeneigung dieser Säure. Um in Form eines Hydrates dissoziieren zu können, benötigt die Säure Wasser. Hierbei kann eine ganze Reihe von Hydraten gebildet werden.



Die Hydratbildung ist stark exotherm und beträgt 95,33 kJ pro Mol bei Vermischen mit sehr viel Wasser bei 20 °C.

Wird Saccharose mit konzentrierter Schwefelsäure versetzt, so führt die extrem hygroskopische Wirkung der Säure zu einer Abspaltung der Elemente des Wassers. Dabei wird neben dem Wasser elementarer Kohlenstoff gebildet. Es kommt zur Verkohlung des Zuckers. Der komplizierte, aus vielen möglichen Einzelreaktionen stattfindende Prozess kann in der folgenden Gesamtreaktion zusammengefasst werden.



Durch den stark exothermen Charakter der Reaktion kommt es zur Erwärmung des Reaktionsgemisches. Ein Teil des gebildeten Wasser geht durch die starke Erwärmung in die Gasphase über. Zudem führt eine Folgereaktion des elementaren Kohlenstoffs mit der Schwefelsäure zur Bildung von zwei weiteren Gasen. Dem Kohlenstoff- und Schwefeldioxid.



Das gasförmige Wasser, das CO₂ und das SO₂ wirken als Treibmittel und führen zu einer Aufblähung des Reaktionsgemisches. Es entsteht ein schwarzes, festes Aerosol mit einem ho-

hen Kohlenstoffanteil sowie Resten der nicht umgesetzten Saccharose und einer Vielzahl an weiteren Nebenprodukten.

Ein Teil des gasförmigen Wassers kondensiert an der kühleren Becherglaswand und kehrt zurück in die flüssige Phase.

Auf diese Weise können die beiden „formalen“ Hauptbestandteile der Kohlenhydrate mit dem bloßen Auge identifiziert werden. Der elementare Kohlenstoff durch die Schwarzfärbung des Aerosols und das Wasser in Form von Wasserdampf und Kondensationswasser.

Methodisch-didaktische Analyse:

1. Einordnung

Der Versuch kann wie folgt in die Themengebiete des hessischen Lehrplans (G8) eingebettet werden.

| Jahrgangsstufe u. Unterrichtseinheit | Themengebiet |
|---|---|
| 11G.2 | <u>Naturstoffe/ Kohlenhydrate:</u> Mono-, Di- und Polysaccharide: Vorkommen, Eigenschaften und Strukturen; Reaktionen/ Nachweisreaktionen; Bedeutung und Verwendung. <i>Fakultativ:</i> Energiespeicher und Gerüstsubstanz |

2. Aufwand

Alle verwendeten Geräte und Materialien zählen zum Grundbestand einer Chemie-Sammlung. Die benötigten Chemikalien sind sehr preiswert und werden nur in geringer Menge benötigt. Damit verursacht dieser Versuch nur geringe Kosten. Der Versuch ist sowohl als Demonstrationsversuch, als auch als Schülerversuch innerhalb einer Schulstunde durchführbar. Aufgrund der schlichten Versuchsanordnung bedarf er keiner größeren Vorbereitungen und kann dadurch leicht in die verschiedensten Unterrichtssituationen integriert werden.

3. Durchführung

Der Versuch funktioniert sehr zuverlässig. Die Effekte des Versuches sind auch aus größerer Entfernung noch sichtbar. Für die Schüler ist es jedoch eindrucksvoller nah am Versuchsgeschehen zu sein. Zudem können so genauere Beobachtungen wie z. B. das Kondensieren von Flüssigkeit an der Becherglaswand angestellt werden. Alle verwendeten Chemikalien sind nach HessGiss für Schülereperimente ab der Sekundarstufe I freigegeben. Aufgrund des schlichten Versuchsaufbaus, sowie der einfachen Versuchsdurchführung eignet sich dieser Versuch sehr gut als Schülereperiment. Selbst bei der Durchführung des Versuchs mit gro-

Ben Gruppen ist keine große Nachbereitung notwendig, da das Reaktionsprodukt einfach zu entsorgen ist.

Literatur:

- Versuchsvorschrift aus: **Chemie heute, Sekundarbereich II**, Schroedel-Verlag, Hannover, 2002.
- K. P. C. Vollhardt, N. E. Schore, **Organische Chemie, Dritte Auflage**, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, 2000.
- A. F. Holleman, E. Wiberg, N. Wiberg, **Lehrbuch der Anorganischen Chemie, 102. Auflage**, Walter de Gruyter & Co., Berlin, 2007.
- Charles E. Mortimer, Ulrich Müller, **Chemie, das Basiswissen der Chemie**, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2003.
- **HessGiss-Datenbank**, V 11.0 – 2006/2007.
- www.dguv.de, **GESTIS-Stoffdatenbank**, 2009, Zugriff: 22.06.09.
- **Lehrplan Chemie, Gymnasialer Bildungsgang, Jahrgangsstufen 7G bis 12G**, Hessisches Kultusministerium 2008.
- http://www.hr-online.de/website/fernsehen/sendungen/index.jsp?rubrik=28424&key=standard_document_35087934
Zugriff: 15.07.09