

Versuchsprotokoll: Reaktion von Zucker mit Schwefelsäure

Zeitaufwand:

Aufbau: 5 Minuten
 Durchführung: 10 Minuten
 Abbau/Entsorgung: 5 Minuten

Chemikalien:

Chemikalie	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbol	Schul-einsatz
Schwefelsäure H ₂ SO ₄ (konz)	10 mL	35	26-30-45	 Ätzend	SI+SII
„Haushalts- zucker“ (Saccharose) C ₆ H ₁₂ O ₆	35 g	-	-	-	SI+SII

Materialien:

- Becherglas
- Glasstab
- Spritzflasche

Versuchsaufbau:

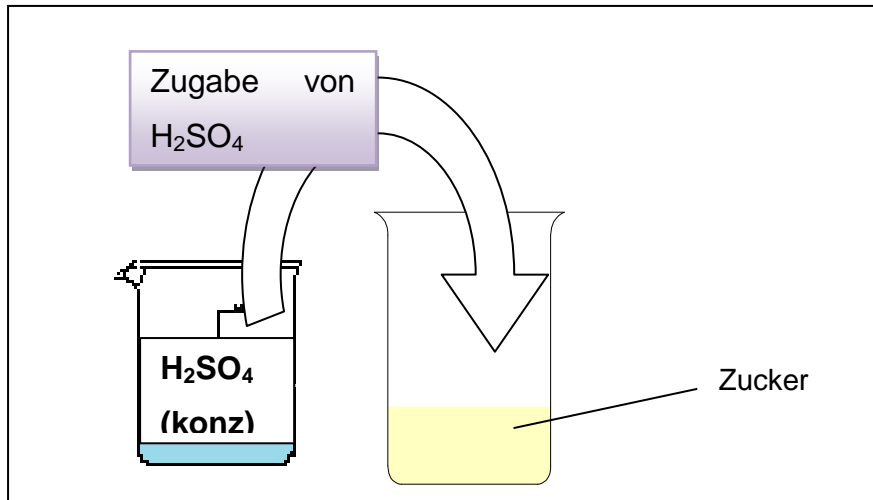


Abb.1 Aufbau des Versuchs

Durchführung:

1. In ein Glas werden 35 g Haushaltszucker eingewogen.
2. Dieser Zucker wird mit etwas Wasser angefeuchtet.
3. Dem angefeuchteten Zucker werden 10 mL konzentrierte Schwefelsäure zugegeben und das Gemisch wird mit einem Glasstab umgerührt.

Beobachtung:



Abb.2 Beobachtung des Versuchs

Nach der Zugabe von Schwefelsäure verfärbt sich der Zucker von weiß über gelb nach braun, bis er schließlich schwarz ist.

Nach wenigen Sekunden ist eine Gasentwicklung festzustellen und die schwarze Masse bläht sich auf und steigt im Glas nach oben. An der Gefäßwand ist die Kondensation einer farblosen Flüssigkeit zu erkennen.

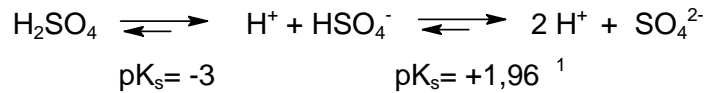
Nach dem Abkühlen des Reaktionsgemisches hat sich die schwarze Masse verfestigt und man kann sie aus dem Becherglas herausnehmen. Das Gewicht der Masse ist gemessen an seiner Größe relativ gering.

Entsorgung:

Die entstandenen Kohlenstoffgerüste können nach dem Trocknen und gründlichem(!) Waschen als Aktivkohle weiter verwendet werden oder es wird neutral in die Feststofftonne entsorgt. Übrig gebliebene Säure wird neutral in den anorganischen Abfall entsorgt.

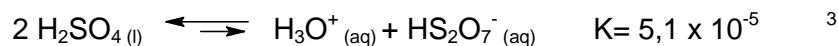
Auswertung:

Die Schwefelsäure ist eine starke, zweiprotonige Säure, deren elektrolytische Dissoziation in zwei Stufen erfolgt:

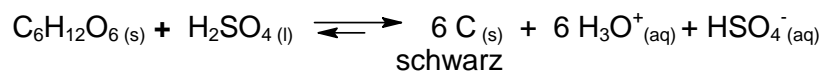


Die hohe Wasseraffinität der Schwefelsäure ist auf die Bildung eines stabilen Salzes (HSO_4^- H_3O^+) zurückzuführen. Die Vermischung mit Wasser und die damit verbundene Entstehung des stabilen Salzes sind dabei mit einer hohen Wärmeentwicklung verbunden, weshalb eine solche Vermischung immer in einer vorsichtigen Weise geschehen muss. So muss zum Verdünnen von Schwefelsäure die konzentrierte Säure in einem dünnen Strahl unter ständigem Rühren in das Wasser eingebracht werden. Gibt man hingegen Wasser in konzentrierte Schwefelsäure, so kann es durch die intensive Wärmeentwicklung zum Herausspritzen der aggressiven Flüssigkeit und zum Springen des Glasgefäßes kommen. Aufgrund seiner stark wasserentziehenden Wirkung findet konzentrierte Schwefelsäure seine Anwendung im Trocknen von chemischen Substanzen in Waschflaschen und Exikatoren. Des Weiteren wird konzentrierte Schwefelsäure auch zur Entfernung von Wasser aus chemischen Gleichgewichten verwendet.²

Das Bestreben reiner Schwefelsäure zum Wasserentzug ist sogar so groß, dass sie sich in einem geringen Ausmaß selbst entwässert:



Kommen organische Stoffe, wie in diesem Versuch der Zucker, mit der Schwefelsäure in Kontakt, so spaltet die Säure auch in diesem Fall die Elemente des Wassers ab:



Der in dieser Reaktion entstehende elementare Kohlenstoff ist für die schwarze Farbe verantwortlich.

Des Weiteren wirkt die konzentrierte Schwefelsäure oxidativ zerstörend, was zu einer Gasentwicklung führt:

¹ Riedel, E. & Janiak, C. (2007) S.450

² Riedel, E. & Janiak, C. (2007) S.586

³ Holleman, A.F. & Wiberg, E. (1995) S.586



Die entstandenen Gase blähen das Reaktionsgemisch auf und sorgen somit dafür, dass das Kohlenstoffgerüst nach oben steigt.

Die Zugabe von Wasser zu Beginn des Versuchs hat einen katalytischen Effekt. Durch die Zugabe der Schwefelsäure zum Wasser entsteht Wärme, die nach dem Prinzip von Le Chatelier bei einer exothermen Reaktion die Bildung der Produkte begünstigt und somit für eine schnellere (bessere) Reaktion sorgt. Des Weiteren entsteht während der Reaktion Wasser, was zu einem autokatalytischen Effekt führt. Diesen autokatalytischen Effekt kann man am Reaktionsverlauf erkennen, da die Reaktion zunächst langsam beginnt und dann nahezu schlagartig verläuft.

Nachdem dem Zucker das Wasser entzogen wird, ist der Mechanismus der einer Eliminierung von Wasser aus Alkoholen. Bei dieser Reaktion entstehen Alkene.

Die erkaltete Kohlenstoffmasse kann als Aktivkohlenstoff verwendet werden. Bei Aktivkohlenstoffen handelt es sich um mikrokristalline, porenreiche Kohlenstoffsorten mit einer sehr großen inneren Oberfläche.⁴ Verwendet werden diese Aktivkohlenstoffe als „Adsorptionsmittel“, beispielsweise zur Entfernung von Farbstoffen aus verunreinigten Lösungen.

Wie in diesem Versuch an Zucker demonstriert, wirkt die Schwefelsäure auf viele organische Stoffe (Zucker, Papier, Leinwand, Kleiderstoffe) verkohlend und zerfressend ein. Deshalb sieht rohe konzentrierte Schwefelsäure, aufgrund hineingeratener Teilchen des Verpackungsmaterials, leicht bräunlich aus.

Didaktische Betrachtung:

Einordnung in den Lehrplan:

Dieser Versuch kann bei mehreren Themengebieten des Lehrplans seine Anwendung finden. In der Jahrgangsstufe 9.2 wird das Thema „Säuren und Laugen“ behandelt, wo dieser Versuch als ein möglicher Demonstrationsversuch durchgeführt werden kann, da innerhalb dieses Themas auch die Eigenschaften der verschiedenen Säuren besprochen werden sollen. Des Weiteren kann dieser Versuch in der Sekundarstufe II beim Thema „Redoxreaktionen“ in der Einführungsphase E1 durchgeführt werden. Die dritte Möglichkeit zur Einordnung in den Lehrplan ist in der Qualifikationsphase im Bereich „Kohlenstoffchemie

⁴ Holleman, A. F. & Wiberg, E. (1995) S.836

II: Technisch und biologisch wichtige Kohlenstoffverbindungen“. In diesem Bereich ist das Thema Kohlenhydrate ein genannter Schwerpunkt. Unter anderem soll auch auf Nachweisreaktionen der Kohlenhydrate eingegangen werden.

Einordnung des Versuchs:

Dieser Versuch hat einen geringen apparativen Aufwand. Die eingesetzte Chemikalie Schwefelsäure sollte an der Schule vorhanden sein und darf laut „HessGiss“-Datenbank uneingeschränkt von Schülern der Sekundarstufe SI und SII verwendet werden. Trotzdem eignet sich dieser Versuch nur bedingt als Schülerversuch, da die Verwendung der konzentrierten Schwefelsäure nur unter Aufsicht sinnvoll ist. Der Effekt des Versuchs ist erstaunlich und schön anzusehen und kann dadurch das Interesse der Schüler wecken. Eine Möglichkeit zur Besprechung des Versuchsergebnisses ist die hygroskopische Wirkung der Schwefelsäure. Eine weitere Möglichkeit ist das Besprechen der ablaufenden Redoxreaktionen, wodurch der Versuch durchaus zum Thema Redoxreaktionen gezeigt werden kann. Eine dritte Möglichkeit besteht darin, den Versuch zum Nachweis von Kohlenstoff in Zucker einzusetzen und dabei die in der Einführungsphase erlernten Redoxreaktionen anhand dieser Reaktion zu wiederholen. Der entstandene Aktivkohlenstoff kann für weitere Versuche verwendet werden.

Literaturangaben:

Holleman A.F. & Wiberg E. (1995). Lehrbuch der Anorganischen Chemie (101. Auflage). Berlin: Walter de Gruyter & Co.

Riedel E. & Janiak C. (2007). Anorganische Chemie (7. Auflage). Berlin: Walter de Gruyter GmbH & Co. KG.

Elektronische Quellen:

Hessisches Gefahrstoffinformationssystem Schule „HessGISS“- 2008/2009, Version 13.0

Abbildungsverzeichnis:

Alle Abbildungen wurden selbst angefertigt.