

# Organisch-chemisches Praktikum für Studierende des Lehramts

WS 08/09

Praktikumsleitung: Dr. Reiß

Assistent: Jan Schäfer

Name: Sarah Henkel

Datum: 11.12.2008

## Gruppe 9: Kohlenhydrate

### Versuch: Herstellen von Schießbaumwolle (Selbst)

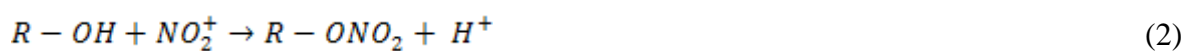
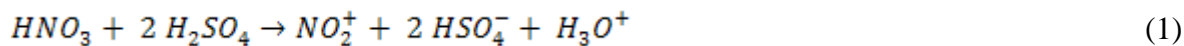
#### Zeitbedarf

Vorbereitung: 10 Minuten

Durchführung: 30 Minuten

Nachbereitung: 10 Minuten

#### Reaktionsgleichung



#### Chemikalien

Tab. 1: Verwendete Chemikalien.

Eingesetzte Stoffe	Formel	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbole	Schuleinsatz
Konz. Schwefelsäure	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20 mL	35	26-30-45	C	S II
Konz. Salpetersäure	HNO <sub>3</sub>	17 mL	8-35	23-26-36-45	C, O	LV
Baumwollwatte		1,5 g	-	-	-	S I
Wasser	H <sub>2</sub> O		-	-	-	S I

## Geräte

- Becherglas (600 mL)
- Glasstab
- Exsikkator mit Silicagel
- Plastikwanne mit Eis

## Aufbau



Abb. 1: Hergestellte Nitriersäure.



Abb. 2: Kneten der Baumwollwatte in Nitriersäure.

## Durchführung

Die Durchführung muss unter dem Abzug erfolgen, da die Säuren beide sehr stark ätzend und oxidierend sind. Weiterhin können nitrose Gase entstehen. Die Nitriersäure wird unter Eiskühlung in einem großen Becherglas hergestellt, indem die 20 mL konzentrierte Schwefelsäure vorsichtig in die 17 mL konzentrierte Salpetersäure zugetropft werden. Dann werden 1,5 g Baumwollwatte in die Nitriersäure gegeben und ca. 10 Minuten mit einem Glasstab darin geknetet. Die Watte muss danach von der Säure freigewaschen werden. Anschließend wird die Watte locker gezupft und in einem Exsikkator getrocknet.

## Beobachtung

Die zu Beginn weiße Watte färbt sich in der Nitriersäure gelb. Beim Waschen mit Wasser geht diese Färbung jedoch größtenteils zurück. Im getrockneten Zustand ist jedoch wieder diese Gelbfärbung zu beobachten. Bei Anzünden verbrannte die Schießbaumwolle rückstandslos mit gelber Flamme. Die Flamme war als kurze Lichterscheinung zu erkennen und

nach kurzer Zeit schon erloschen. Die so hergestellte Schießbaumwolle verbrennt beim Anzünden mit einem Mal.

## Entsorgung

Die verwendeten Säuren werden neutralisiert und in den Abguss gegeben. Die Schießbaumwolle kann verbrannt oder aufbewahrt werden.

## Fachliche Auswertung der Versuchsergebnisse

Die Baumwolle wurde in Europa um 800 n. Chr. bekannt, indem arabische Kaufleute sie dort einführten. In Mittelamerika war die Baumwolle schon 5800 v. Chr. und in China 3000 v. Chr. bekannt. Die Verbreitung in Süddeutschland begann jedoch erst im 14. Jahrhundert. Dort stellte man überwiegend Leinen daraus her. Augsburg galt bis ins 17. Jahrhundert als Zentrum der Baumwollindustrie. Als 1764 die Spinnmaschine und 1784 der mechanische Webstuhl erfunden wurden, stieg die Produktionsrate erheblich an. Heute deckt Baumwolle etwa 44 % des gesamten Textilverbrauches. Die Baumwolle steht weiterhin in Konkurrenz zu verschiedenen Chemiefasern, wie zum Beispiel Polyester-Spinnfasern, da diese kostengünstiger zu erhalten sind. Durch den Trend zu Naturfaserprodukten gewann die Baumwolle in den Bereichen Heimtextilien und Oberbekleidung doch sehr an Bedeutung.

Baumwolle besteht fast vollständig aus Cellulose, der Gerüstsubstanz, die den Hauptbestandteil der pflanzlichen Zellwände ausmacht. Sie ist in Pflanzen das am häufigsten vorkommende Kohlenhydrat und somit das häufigste Biomolekül überhaupt. Reine Cellulose lässt sich aus Baumwolle gewinnen, indem diese vorher zum Beispiel mit verdünnter Natronlauge entfettet wird.

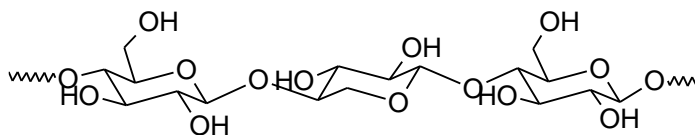


Abb. 3: Ausschnitt aus einer Cellulose-Kette.

Cellulose ist aus Cellubiose aufgebaut, einem Zweifachzucker, der aus zwei Glucose-Molekülen besteht. Die Verknüpfung der Glucose-Moleküle erfolgt in der Cellulose  $\beta(1,4)$ -glycosidisch und es können Wasserstoffbrückenbindungen ausgebildet werden. Aus diesem Grund liegt Cellulose als lineares Makromolekül vor und ist nicht Spiralförmig gedreht. In

Wasser und organischen Lösungsmitteln ist Cellulose unlöslich. Sie löst sich dagegen nur in ammoniakalischer Kupfer(II)-hydroxid-Lösung (Schweizer Reagenz) unter Komplexbildung. In konzentrierter Salzsäure tritt ein Abbau zu niederen Molekülen ein. Von Wiederkäuern kann Cellulose teilweise verdaut werden, für den Mensch ist sie jedoch unverdaulich.

Die Cellulose wird in Deutschland aus Holz gewonnen. Der handelsübliche Name ist „Zellstoff“, der über zwei bedeutende Verfahren gewonnen werden kann.

### **1) Saures Aufschlussverfahren (Sulfitverfahren)**

Nussgroße Holzstückchen aus Fichten- oder Buchenholz werden in Druckkesseln bei 4 bar mit einer Calciumhydrogensulfit-Lösung verkocht. In der Lösung befinden sich dann Lignin (als Sulfonsäure), Hemicellulose und Harzstoffe. Die Lösung wird auch Sulfitablauge genannt. Die Cellulose bleibt als Sulfitzellstoff zurück. Anschließend wird gewaschen und gebleicht. Die gewonnenen Platten bestehen zu 85-90 % aus Cellulose.

### **2) Alkalisches Aufschlussverfahren (Sulfatverfahren)**

Zerkleinertes Holz wird mit Natronlauge aufgekocht. Der Natronlauge ist etwas Natriumsulfid und Natriumsulfat zugesetzt. Das Verfahren findet bei Drücken von 7-10 bar statt. Anschließend wird auch gewaschen und gebleicht.

Der Zellstoff wird in der Papierfabrikation mit Wasser zu einem Brei vermischt und anschließend geformt und getrocknet. Das so gewonnene Papier ist sehr porös. Bei der Herstellung hochwertiger Papiere werden dem Zellstoffbrei noch verschiedene Zusätze beigefügt. Dazu gehören Barium- oder Calciumsulfat, Kaolin und Harzseifen. Die so erstellten Papiere werden auch im Gegensatz zu den einfachen (ungeleimten) Papieren als geleimte Papiere bezeichnet.

Cellulose enthält wie Alkohole drei Hydroxylgruppen und kann dementsprechend verestert werden. Mit Salpetersäure lässt sich Cellulose in Gegenwart von Schwefelsäure zu Mono-, Di- und Trinitrocellulose umsetzen. Die Nitrocellulose ist ähnlich wie das Nitroglycerin ein Nitrat und keine Nitroverbindung, da es sich um einen Ester handelt. Bei Cellulosenitrat handelt es sich um Schießbaumwolle, die 1846 von Christian Friedrich Schönbein entdeckt wurde. In locker gezupfter Form verbrennt die Schießbaumwolle harmlos, schnell und rückstandslos ab. Liegt sie jedoch in gepresster Form vor, verpufft sie bei Initialzündung explosionsartig. Bei dem Gelieren der Schießbaumwolle mit Ethanol-Ether wird das rauchschwa-

che Pulver gewonnen, das in Geschossen als Treibladung verwendet wird. Niedernitrierte Cellulose hingegen bildet nach dem Auflösen in Ethanol-Ether Kollodiumwolle. Diese wird zum einen in der Medizin für Wundverschlüsse genutzt und andererseits bei der Gelatinierung von Sprengölen.

Die Nitrierung der Cellulose erfolgt nach folgender Reaktion:

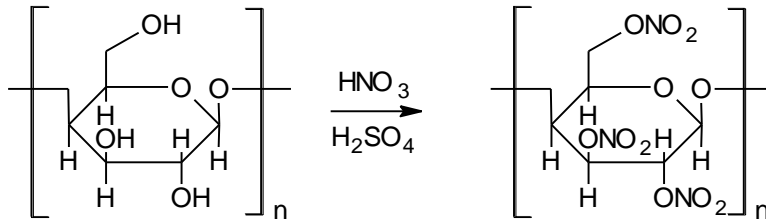


Abb. 4: Nitrierung von Cellulose.

Durch das Zusammentreten von rauchender Salpetersäure und konzentrierter Schwefelsäure wird nach Gleichung (1) das Nitryl-Kation gewonnen, das in einer elektrophilen Reaktion an die Cellulose angreift. Die folgende Abbildung zur Gewinnung des Salpetersäureesters beschränkt sich auf den allgemeinen Mechanismus.

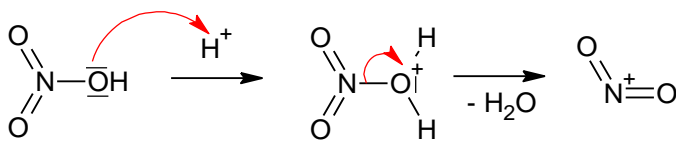


Abb. 5: Gewinnung des Elektrophils.

Durch Protonierung kann ein Wassermolekül abgespalten werden. Weiterhin entsteht das Nitryl-Kation. Das Nitryl-Kation kann elektrophil an die Cellulose angreifen, indem sich ein Oxonium-Ion bildet. Durch die darauffolgende Abspaltung eines Protons wird der Ester erhalten.

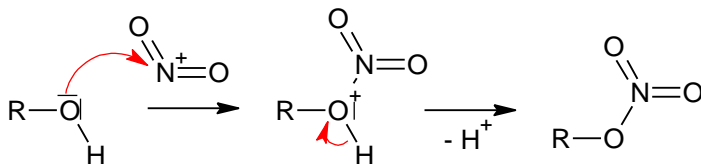


Abb. 6: Veresterung zum Salpetersäureester.

## Methodisch-Didaktische Analyse

### **1 Einordnung**

Das Herstellen von Schießbaumwolle wurde hier zum Thema Kohlenhydrate durchgeführt. Anhand des Versuches werden die Eigenschaften der Cellulose deutlich, wenn sie nitriert ist.

Das Thema Kohlenhydrate wird laut Lehrplan in der Jahrgangsstufe 11 im zweiten Halbjahr durchgeführt. Dort ist es ein Unterthema der Naturstoffe und kann bei Schwerpunktsetzung ausführlicher behandelt werden.

## **2 Aufwand**

Vom materiellen Aufwand ist der Versuch gut durchführbar, da die verwendeten Chemikalien nicht ungewöhnlich sind und keine besonderen Apparaturen benötigt werden. Der Aufwand von einer halben Stunde Durchführung ist jedoch für eine Unterrichtsstunde zu groß, da die Schüler im Unterricht etwas sehen wollen und in diesem Versuch zunächst nicht viel passiert. Eine Vorführung der hergestellten Schießbaumwolle geht jedoch schnell und ist auch sehenswert.

## **3 Durchführung**

Der Versuch darf, da mit rauchender Salpetersäure gearbeitet wird nur als Lehrerversuch durchgeführt werden. Wie jedoch schon zuvor gesagt, eignet er sich nicht unbedingt zur Vorführung, da er relativ lange dauert (das Freiwaschen von Säure ist sehr zeitintensiv) und so gut wie nichts passiert, was man sehen könnte. Daher sollte der Lehrer die Schießbaumwolle selber herstellen und bei Bedarf im Unterricht einfach vorführen. Zum Beweis, dass er keine normale Baumwolle vorführt, kann er den Verbrennungseffekt ein weiteres Mal an normaler Baumwolle vorführen, um den Schülern zu verdeutlichen, dass es einen Unterschied zwischen den beiden Stoffen gibt. Die Herstellung und Verwendung von Sprengstoffen ist Schülern grundsätzlich untersagt.

## Literatur

- [1] Wich, Peter: Versuch Nr. 10: Schießbaumwolle.  
<http://www.experimentalchemie.de/versuch-010.htm>. (10.12.2008).
- [2] Soester Liste. Version 2.7.
- [3] Hessischer Lehrplan: Chemie. 2008.
- [4] Beyer, Walter: Lehrbuch der Organischen Chemie. 24., überarbeitete Auflage mit 155 Abbildungen und 24 Tabellen. S. Hirzel Verlag. Stuttgart 2004.
- [5] Haack, Jörn: Baumwolle.at. Geschichte der Baumwolle.  
<http://www.baumwolle.at/geschichte/geschichte-baumwolle.html>. (20.12.2008).