

Praktikum zur Organischen Chemie für Studierende des Lehramts

WS 2010/11

Praktikumsleitung: Dr. Reiß

Assistent(in): Julia Konen

Name: Johannes Hergt

Datum: 17.12.2010

Gruppe 9: Kohlenhydrate

Versuch (Nachweis): Tollensprobe (Silberspiegelprobe)

Zeitbedarf

Vorbereitung: 10 Minuten

Durchführung: 10 Minuten

Nachbereitung: 10 Minuten

Reaktionsgleichung

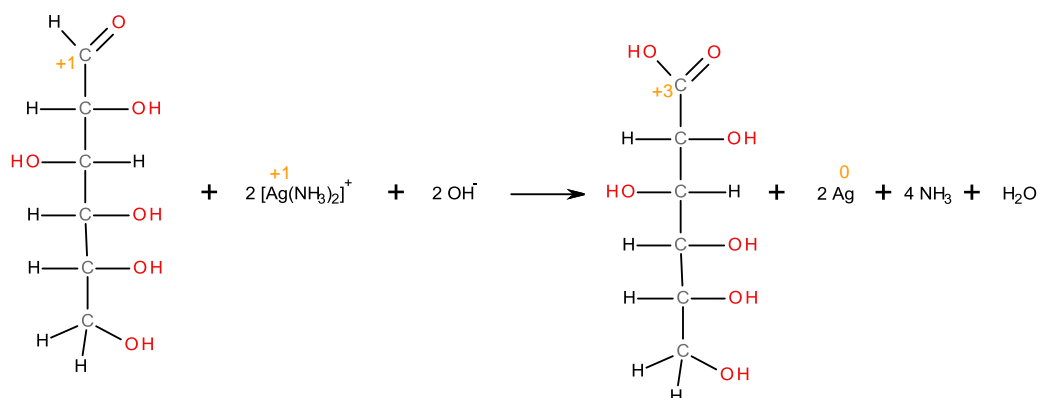


Abb. 1: Tollensprobe als Nachweis einer reduzierenden funktionellen Gruppe/ eines Aldehyden.

Chemikalien [2,3]

Tab.1: Verwendete Chemikalien.

Eingesetzte Stoffe	Summenformel	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbole	Schuleinsatz
Silbernitratlösung (w = 0,05)	AgNO _{3(aq)}	5 mL	8-34-50/53	(1/2)-26-45-60-61	O, C, N	S1
Ammoniaklösung (w = 0,25)	NH _{3(aq)}	1-2 Pipetten				S1
Natriumhydroxid	NaOH _(s)	1 Plätzchen	35	(1/2)-26-37/39-45	C	S1
Glucoselösung (gesättigt)	C ₆ H ₁₂ O _{6(aq)}	3 mL				S1

Geräte

- sauberes Reagenzglas
- Magnetrührer mit Rührfisch (Wasserbad)
- Becherglas 250 mL (Wasserbad)

Aufbau

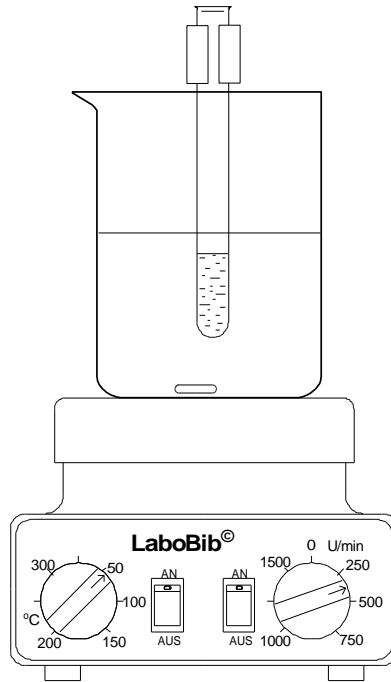


Abb. 2: Versuchsaufbau.

Durchführung

Zur Versuchsvorbereitung wird ein 250 ml Becherglas zur Hälfte mit Wasser gefüllt und auf dem Magnetrührer erhitzt. Die Temperatur des Wasserbads sollte ca. 70 °C betragen.

Nun werden 5 mL der Silbernitratlösung ($w = 0,05$) in ein sauberes Reagenzglas gegeben. Die Lösung wird nun mit so viel Ammoniaklösung ($w = 0,25$) versetzt, bis sich der gebildete Niederschlag wieder löst. Anschließend werden ein Natriumhydroxidplättchen sowie 3 mL einer gesättigten Glucoselösung dazugegeben. Es wird im Wasserbad ca. eine Minute erwärmt und das Reagenzglas dann kräftig geschüttelt.

Beobachtung

Wird der Silbernitratlösung Ammoniak zugeführt, fällt rasch ein brauner Niederschlag aus, der sich bei weiterer Zugabe auflöst. Nach der Zugabe der Glucoselösung und dem anschließenden Erwärmen setzt sich beim Schütteln ein silbrig-glänzender Feststoff an der Reagenzglaswand ab.

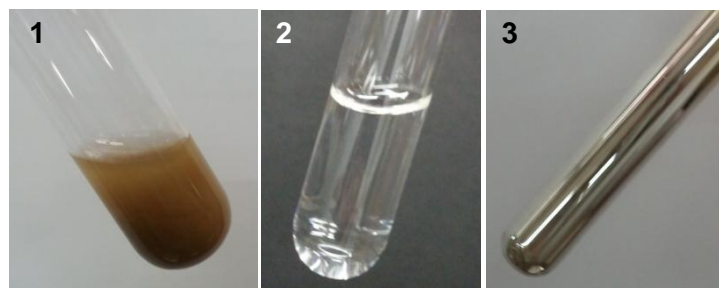
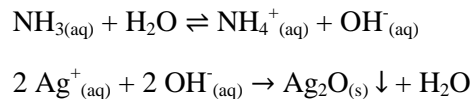


Abb. 3: Brauner Niederschlag 1, Auflösung des Niederschlags - klare Flüssigkeit 2, silbrig-glänzender Feststoff an Reagenzglaswand 3.

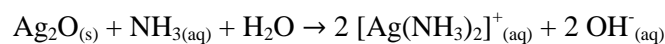
Die Tollensprobe als Redoxreaktion

Die Tollensprobe ist eine Redoxreaktion, bei welcher Silberkationen durch reduzierende Gruppen (Aldehyde) zu elementarem Silber reduziert werden. Das Silber scheidet sich im Versuch an der Reagenzglaswand ab und zeigt auf diese Weise die Anwesenheit von Aldehydgruppen an (Abb. 3: **3**).

Im Versuch werden zunächst wenige Tropfen Ammoniak zur wässrigen Silbernitratlösung gegeben. Dabei wird die Lösung alkalisch und es fällt zunächst Silberoxid aus (Abb. 3: **1**):



Dieses löst sich durch Zugabe von Ammoniak im Überschuss unter Bildung eines Silberdiamminkomplexes (Abb. 3: **2**):



Der Silberdiamminkomplex kann nun in einer Redoxreaktion (im stark Alkalischen - deshalb Zugabe eines Natriumhydroxidplättchens) mit der Glucose reagieren.

Dabei wird die Glucose durch zwei Hydroxidionen unter Abspaltung von Wasser zur Gluconsäure oxidiert:

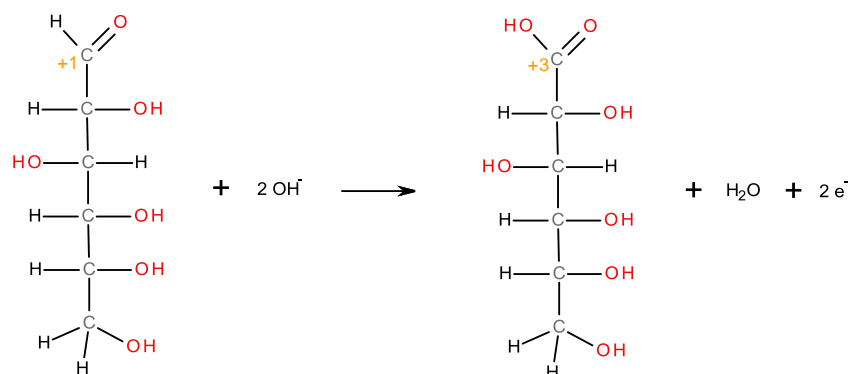
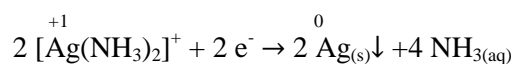


Abb. 5: Oxidation der Glucose zur Gluconsäure.

Der Silberdiamminkomplex wird durch Aufnahme eines Elektrons zu elementarem Silber unter Abspaltung von Ammoniak reduziert:



Es wird folgende Redoxreaktion erhalten:

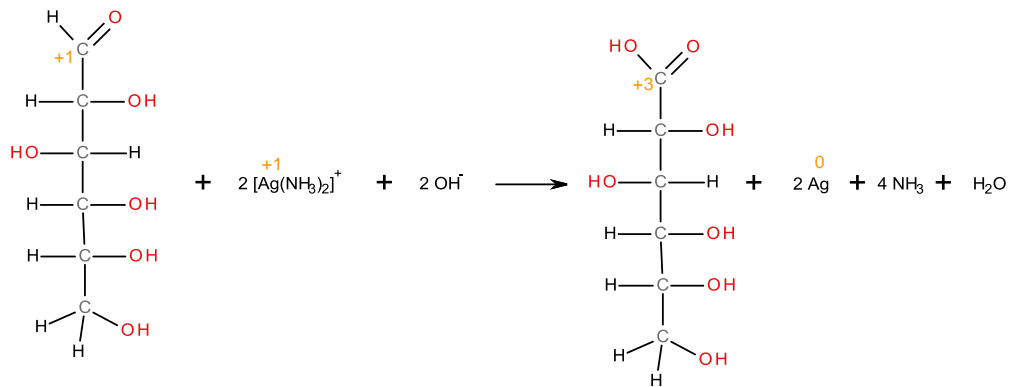


Abb. 6: Redoxreaktion von Glucose mit dem Silberdiamminkomplex.

Durch die Tollensprobe wurde so Glucose als reduzierender Zucker nachgewiesen.

Nicht reduzierende Zucker

Neben reduzierenden Zuckern, wie der Glucose, gibt es auch nicht reduzierende Zucker. Bei diesen würde die Tollensprobe somit negativ ausfallen. Ein Beispiel für einen nicht reduzierenden Zucker ist die Saccharose, ein Disaccharid.

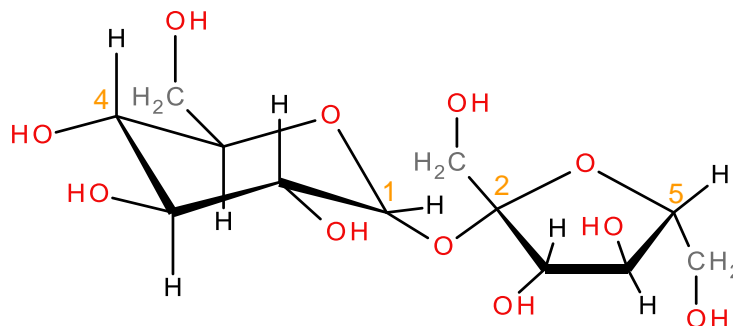


Abb. 7: Saccharose.

Die Saccharose besteht aus einem α -D-Glucose-Molekül und aus einem β -D-Fructose-Molekül, die über eine α, β -1,2-glycosidische Bindung (siehe Abb. 7) miteinander verknüpft sind. Die Ringöffnung der Glucose erfolgt stets am C¹-Atom (siehe Abb. 4) und wird im Saccharosemolekül durch die Verknüpfung mit der Fructose an dieser Stelle unterbunden. Aus diesem Grund ist die Bildung eines Aldehyds nicht möglich. Die Saccharose ist deshalb ein nicht reduzierender Zucker und das Ausfallen von Silber würde bei Durchführung der Tollensprobe ausbleiben.

Methodisch-Didaktische Analyse

1 Einordnung^[7]

Laut hessischem Lehrplan sollen die Nachweisreaktionen reduzierender Zucker unter dem Gesamtthema Kohlehydrate in der Qualifikationsphase 2 (zweites Halbjahr der 11. Klasse) durchgenommen werden. Dabei kann die Tollensprobe als Einstieg in das Thema reduzierende Zucker bzw. Eigenschaften von Zuckern durchgeführt werden. Wurde die Fehlingprobe bereits durchgeführt oder die reduzierende Wirkung von Aldehyden besprochen, könnte der Versuch auch zur Festigung und Wiederholung bereits erworbenen Wissens dienen.

Der Versuch besitzt einen gewissen Alltagsbezug. Will ein Arzt z.B. im Urin Zucker nachweisen (Zeichen für Diabetis), werden oft Glucoseteststreifen (z.B. Glucose-Oxidase-Test) verwendet, die durch Verfärbung Glucose im Urin anzeigen. Ähnlich wie bei der Tollensprobe handelt es sich also um einen „visuellen Nachweis“.

2 Aufwand

Der Versuch ist mit keinem großen Aufwand verbunden. Zur Vorbereitung müssen lediglich die Chemikalien bereitgestellt werden und das Wasserbad vorbereitet werden. Die verwendeten Chemikalien sind nicht sehr kostspielig und können deswegen in großen Mengen im Schülerversuch verwendet werden.

3 Durchführung

Aufgrund der ungiftigen und nicht sehr teuren Chemikalien ist die Tollensprobe sehr gut als Schülerversuch durchführbar. Da ein von innen versilbertes Produkt erhalten wird, bietet sich der Versuch insbesondere als „Weihnachtskugelversuch“ in der Vorweihnachtszeit an.

Der Lehrer sollte die Schüler bitten, ihre Beobachtungen zu notieren und bereits erste Deutungsansätze zu machen. Im Plenum könnte anschließend die Theorie zum Versuch gemeinsam erarbeitet werden.

4 Fazit

Der Versuch ist aufgrund seiner visuellen Effekte, der guten Einordnung in den Lehrplan und der ungiftigen Chemikalien sehr gut als Schülerversuch geeignet.

Quellenverzeichnis

- [1] Versuchsquelle: Bukatsch, Glöckner: Experimentelle Schulchemie - Organische Chemie I. Aulis Verlag Deubner. Köln 1974. S. 70. Versuch 79.
- [2] GESTIS - Stoffdatenbank:
<http://biade.itrust.de/biade/lpext.dll?f=templates&fn=main-hit-h.htm&2.0>
(Zugriff am 6. Januar 2011)
- [3] HessGISS - GUV-Regel Umgang mit Gefahrenstoffen im Unterricht
Ausgabe Januar 1998 (Aktualisierte Fassung Juni 2004)
- [4] Vollhardt, K. Peter C. und Neil E. Schore: *Organische Chemie*. Vierte Auflage. Wiley-VCH Verlag. Weinheim **2005**. S. 873 ff., 894
- [5] <http://www.chemikalienlexikon.de/cheminfo/0518-pra.htm>
Urheber: OMIKRON GmbH
Titel: Silbernitrat
Zugriff am: 6. Januar 2011
- [6] Bayer, Walter: *Lehrbuch der organischen Chemie*. 24. Auflage. S. Hirzel Verlag. Stuttgart **2004**. S. 482.
- [7] Hessischer Lehrplan: Chemie. **2010**
http://www.hessen.de/irj/HKM_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2
(Zugriff am 6. Januar 2011)