

Praktikum zur Organischen Chemie für Studierende des Lehramts

WS 2010/11

Praktikumsleitung: Dr. Reiß

Assistent(in): Julia Konen

Name: Johannes Hergt

Datum: 14.12.2010

Gruppe 9: Kohlenhydrate

Versuch (Assi): Blue-Bottle-Versuch

Zeitbedarf

Vorbereitung: 50 Minuten (mit warten)

Durchführung: 10 Minuten

Nachbereitung: 5 Minuten

Reaktionsgleichungen

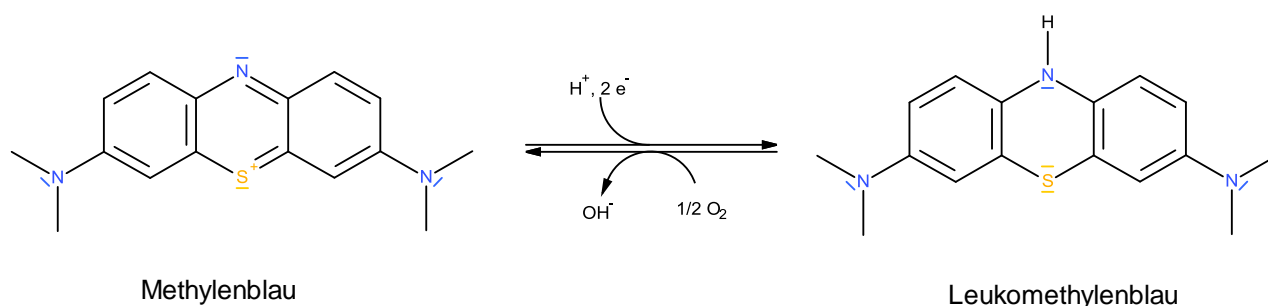


Abb. 1: Reduktion von Methylenblau zu Leukomethylenblau und die Oxidation als Rückreaktion.

Chemikalien [2,3]

Tab. 1: Verwendete Chemikalien.

| Eingesetzte Stoffe | Summenformel | Menge | R-Sätze | S-Sätze | Gefahrensymbole | Schuleinsatz |
|---------------------------|------------------------------------|----------|---------|-------------------|-----------------|--------------|
| Methylenblau | $C_{16}H_{18}ClN_3S_{(aq)}$ | 2,5 mL | 22 | | Xn | S1 |
| Natriumhydroxid | $NaOH_{(s)}$ | 2,5 g | 35 | (1/2)-26-37/39-45 | C | S1 |
| Wasser (entmineralisiert) | H_2O | 200 mL | | | | S1 |
| weiße Gummibärchen | $C_6H_{12}O_6_{(s)}$ (Bestandteil) | 10 Stück | | | | S1 |

Geräte

- Standkolben (250 mL) mit Stopfen
- Messpipette oder Spritze (5 mL)
- Messzylinder (200 mL)

Aufbau

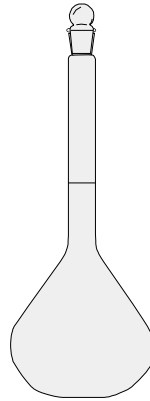


Abb. 1: Versuchsaufbau.

Durchführung

In einen 250 mL Standkolben werden 10 farblose Gummibärchen gegeben. Anschließend werden 200 mL demineralisiertes Wasser zugeführt, 2,5 g Natriumhydroxid dazugegeben und 2,5 mL Methylenblau mit einer Spritze oder Messpipette in den Standkolben zugeführt. Die Lösung wird stehen gelassen. Nach erfolgter Entfärbung wird der Standkolben ca. 20 - 30 Sekunden lang umgeschwenkt.

Beobachtung

Nach Zugabe des Methylenblaus zur Lösung färbt sich diese hellblau. Nach ca. 30 Minuten wird die blaue Farbe schwächer und die Lösung hat sich nach 45 Minuten schließlich komplett entfärbt (siehe Abb. 2).

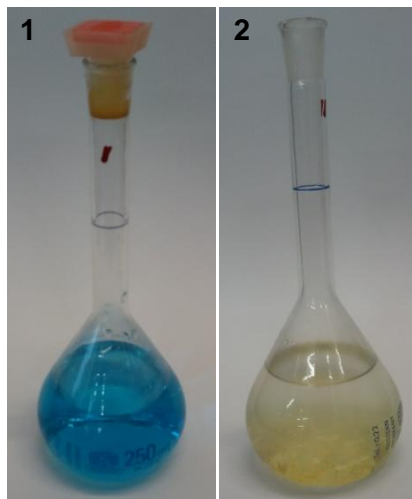


Abb. 2: Die hellblaue Lösung entfärbt sich (1 → 2).

Wird die farblose Lösung nun geschwenkt, tritt eine violette Färbung ein (siehe Abb. 3). Nach ca. 15 Minuten des Ruhens liegt sie dann wieder farblos vor.

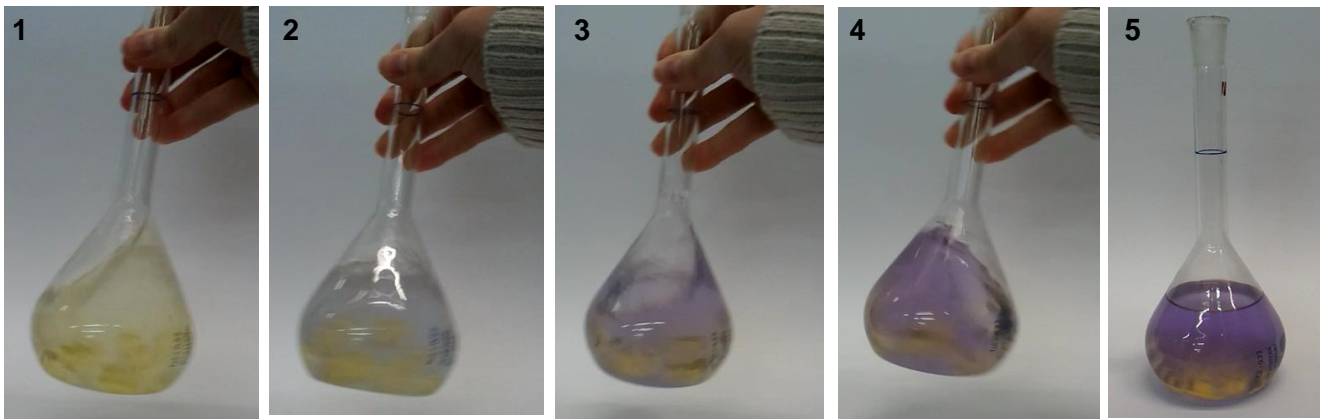


Abb. 3: Färbung der Lösung beim Umschwenken (farblos 1 → violett 5).

Entsorgung

Die Lösung wird neutralisiert im Ausguss entsorgt.

Fachliche Auswertung der Versuchsergebnisse [4-6]

Die blaue Farbe des Methylenblaus ist auf das relativ große konjugierte π -Elektronensystem des Moleküls zurückzuführen.

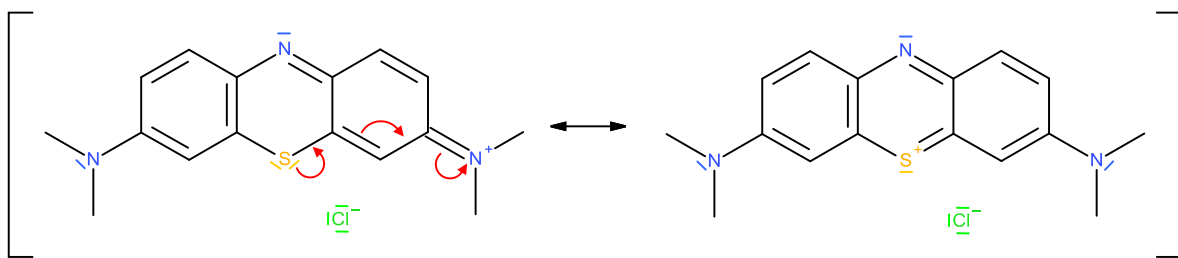


Abb. 4: Mesomere Grenzstrukturen von Methylenblau.

Im Versuch wird Methylenblau durch Glucose zum farblosen Leukomethylenblau reduziert. Die Glucose ist in den Gummibären enthalten und muss zunächst aus der gelatinehaltigen Masse in die umgebende Lösung diffundieren. Sie wird durch Hydroxidionen (deshalb ist die Zugabe von Natriumhydroxidplättchen notwendig) unter Abspaltung eines Protons zur Gluconsäure oxidiert:

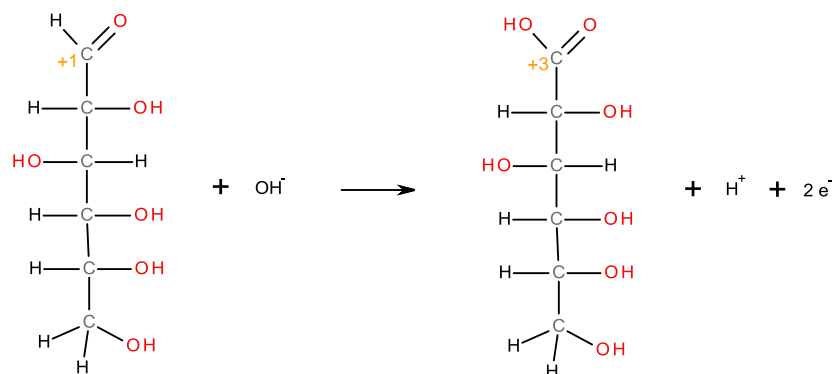


Abb. 5: Oxidation der Glucose zur Gluconsäure.

Die Oxidation der Glucose ist nur dann möglich, wenn diese in der nichtcyclischen, offenkettigen Form vorliegt. Da ein Gleichgewicht zwischen der α - und β -Glucose vorliegt, liegt die offenkettige Form als Zwischenstufe in sehr geringen Mengen vor (und somit auch im Gleichgewicht). Durch die Oxidation dieser Zwischenstufe wird nach Le Chatelier stets die offenkettige Form nachgebildet (siehe Protokoll 9.1 Tollensprobe).

Es folgt die Reduktion des Methylenblaus zum farblosen Leukomethylenblau (siehe Abb. 2: 2). Dass letzteres farblos ist, rührt daher, dass das sich über drei Ringe erstreckende konjugierte π -Elektronensystem unterbrochen wird. Nur noch die nicht zentral liegenden beiden Sechsringe verfügen so über ein delokalisiertes π -Elektronensystem. Das zur Anregung dieser Elektronen benötigte Licht ist sehr kurzwellig (UV-Licht) und liegt somit nicht mehr im sichtbaren Spektralbereich.

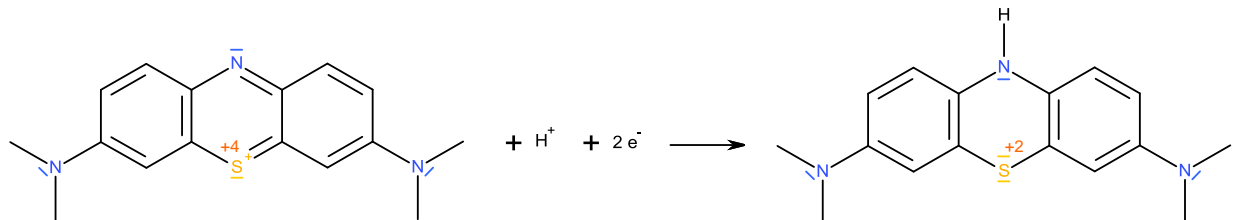


Abb. 6: Reduktion von Methylenblau zu Leukomethylenblau.

Im Versuch färbte sich die Lösung dann durch kräftiges Schütteln des Kolbens wieder violett. (Fehlerbetrachtung: Theoretisch hätte diese Farbe wieder blau sein sollen. Diese Farbabweichung ist evtl. auf eine fotochemische Reaktion des Methylenblaus zurückzuführen. Im Folgenden wird die theoretisch blaue Färbung erklärt.)

Leukomethylenblau lässt sich durch Luftsauerstoff leicht wieder zu Methylenblau oxidieren. Durch kräftiges Schütteln des Kolbens wird jener in die Lösung eingetragen und Leukomethylenblau so oxidiert:

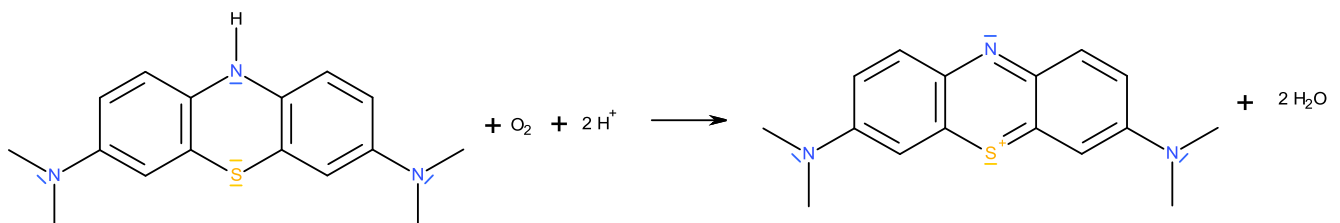


Abb. 7: Oxidation von Leukomethylenblau durch Luftsauerstoff.

Das neugebildete Methylenblau steht nun wieder zur Reduktion durch Glucose zur Verfügung. So entfärbt sich die Lösung nach einer gewissen Zeit aufs Neue. Dieser Kreisprozess der Färbung und Entfärbung der Methylenblaulösung wird in Abb. 8 veranschaulicht.

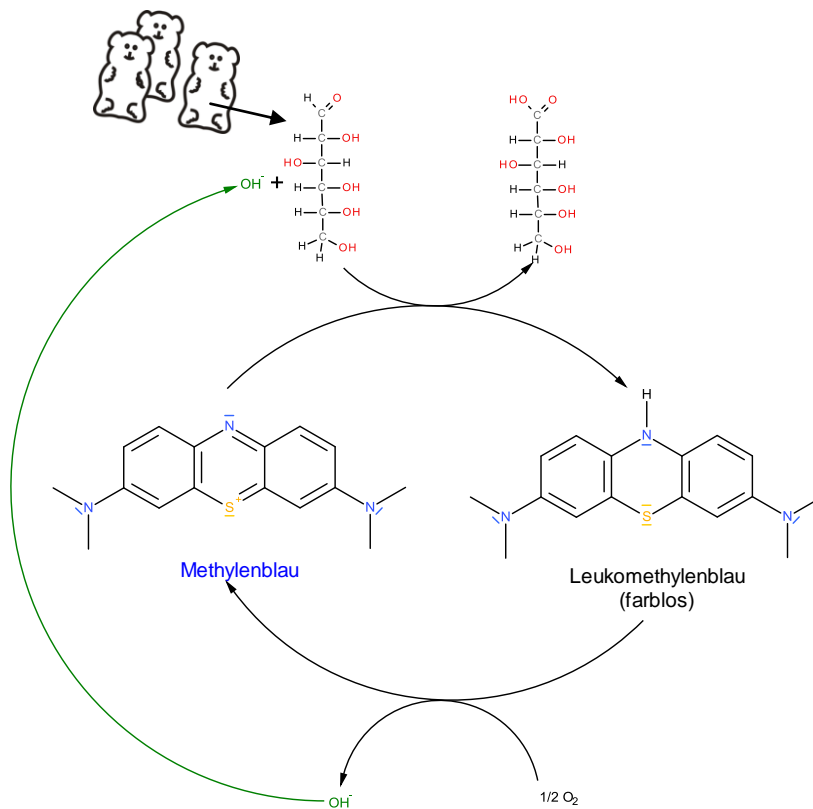


Abb. 8:^[6,7] Kreisprozess zu Methylenblau: Reduktion (Entfärbung) und Oxidation (Färbung).

Der Versuch verdeutlicht neben der reduzierenden Eigenschaft der Glucose auch die gute Funktion Methylenblaus als Redoxindikator. In der Industrie wird Methylenblau hauptsächlich als Färbemittel verwendet (Textilindustrie). In der Biochemie kommt ihm aufgrund seiner leichten Reduzierbarkeit eine große Bedeutung als Wasserstoffakzeptor für Redoxprozesse zu.

Methodisch-Didaktische Analyse

1 **Einordnung**^[7]

Laut hessischem Lehrplan werden die Eigenschaften von Kohlenhydraten unter dem Gesamthema Naturstoffe in der Qualifikationsphase 2 (zweites Halbjahr der elften Klasse) behandelt.

Der Blue-Bottle-Versuch gehört zur Kategorie der Edutainmentversuche. Er kann sowohl zur Wiederholung und Festigung bereits erworbenen Wissens (über reduzierende Zucker) durchgeführt werden als auch als Einstieg in das Thema „Reduzierende Kohlenhydrate“ verwendet werden.

Da Gummibärchen im Versuch als Glucoselieferanten genutzt werden, besteht für die Schüler ein unmittelbarer Bezug zu den verwendeten Chemikalien, da sie diese als typische Süßigkeit kennen.

2 Aufwand

Da für den Versuch lediglich ein Standzylinder mit Stopfen benötigt wird, ist der apparative Aufwand sehr gering. Die verwendeten Chemikalien sind zudem nicht teuer, sodass der Versuch auch als Schülerversuch unter Verwendung größerer Mengen Chemikalien durchgeführt werden kann.

3 Durchführung

Aufgrund der eindrucksvollen visuellen Effekte und der ungiftigen und günstigen Chemikalien bietet sich der Versuch sehr gut als Schülerversuch an. Bei Zeitmangel eignet sich der Versuch aus besagten Gründen jedoch auch sehr gut als Demonstrationsversuch des Lehrers. In letzterem Fall sollte ein möglichst großer Ansatz vorbereitet werden, sodass alle Schüler das Experiment beobachten können. Dabei könnte der Lehrer einen Schüler nach vorne bitten und diesen Schritt für Schritt anweisen. Auf diese Weise wird ein Experiment von einem Schüler vor Schülern durchgeführt.

Wird der Versuch als Schülerexperiment durchgeführt, sollte der Lehrer die Schüler bitten, ihre Beobachtungen zu notieren. Da viele Schüler bereits foto- bzw. filmfähige Handys besitzen, könnte der Lehrer den Schülern auch vorschlagen, den Versuch zu filmen oder Fotos von den einzelnen Versuchsstufen zu machen. Aufgrund der visuellen Effekte ist der Einsatz von Kamera/Fotohandy sinnvoll.

4 Fazit

Aufgrund der visuellen Effekte, dem Einsatz ungiftiger und billiger Chemikalien und der guten Einordnung in den Lehrplan ist der Versuch sehr gut als Schülerversuch geeignet.

Quellenverzeichnis

- [1] Versuchsquelle: Oetken, M. und M. Krasel, M. Ducci: *Blue-Bottle-Versuch*. ChemKon. Wiley-VCH-Verlag. Weinheim **2008**. Nr.1, S.30.
- [2] GESTIS - Stoffdatenbank: <http://biade.itrust.de/biade/lpext.dll?f=templates&fn=main-hit-h.htm&2.0>
(Zugriff am 7. Januar 2011)
- [3] HessGISS - GUV-Regel Umgang mit Gefahrenstoffen im Unterricht
Ausgabe Januar 1998 (Aktualisierte Fassung Juni 2004)
- [4] Bayer, Walter: *Lehrbuch der organischen Chemie*. 24. Auflage. S. Hirzel Verlag. Stuttgart **2004**. S. 847.
- [5] <http://www.kd-chemie.de/kohlenhydrate.html>
Titel: Kohlenhydrat - Blue-Bottle-Versuch als Schülerexperiment
Urheber: Klaus Dieter Krüger
Zugriff am: 7. Januar 2010
- [6] <http://www.4teachers.de/?action=keywordsearch&searchtype=images&searchstring=S%C3%BC%C3%9Figkeiten>
(nur Graphik)
Titel: Stichwort Süßigkeiten
Urheber: 4teachers.de
Zugriff am: 7. Januar 2010
- [7] Hessischer Lehrplan: Chemie. **2010**
http://www.hessen.de/irj/HKM_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2
(Zugriff am 7. Januar 2011)