

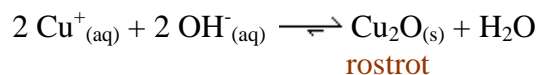
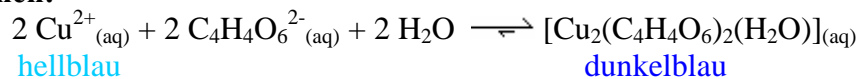
Name: Jan Schäfer

Datum: 17.1.08

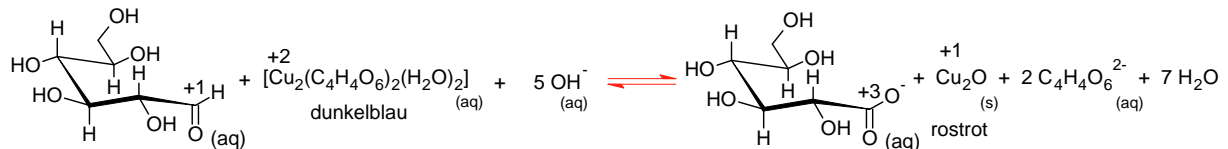
Gruppe 9
Fehlingreaktion

Reaktionsgleichungen:

Farbreaktionen:



Gesamtreaktion:



Zeitbedarf:

Vorbereitung: 10 min

Durchführung: 15 min

Nachbereitung: 5 min

Eingesetzte Substanzen:

| Eingesetzte Stoffe | Summenformel | Menge | Gefahrensymbole | R-Sätze | S-Sätze | Einsatz in der Schule |
|---|--|---|-----------------|---------|----------------------------|-----------------------|
| Fehlingsche Lösung I Kupfersulfatlösung | $\text{CuSO}_4_{(\text{aq})}$ | 7 g CuSO_4 in 100 mL H_2O | -- | -- | -- | S 1 |
| Fehlingsche Lösung II Alkalische Seignettsalzlösung | $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$, $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6_{(\text{aq})}$ | 10 g NaOH + 34 g NaKTartrat in 100 ml Wasser | C | 34 | 1/2-26- 36/37/39- 45 | S 1 |
| Saccharose | $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ | 5 g | -- | -- | -- | S 1 |
| Glucose | $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ | 5g | -- | -- | -- | S 1 |
| Fructose | $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ | 5g | -- | -- | -- | S 1 |

Materialien:

3 Bechergläser (500 mL), 2 Bechergläser (250 mL), 3 Magnetrührer, 3 Rührfische

Durchführung:

Zur Herstellung der fehlingischen Lösung I löst man 7g Kupfersulfat in 100 mL Wasser.

(rechts: Versuchsaufbau und alle Lösungen)



Die fehling'sche Lösung II erhält man indem man 10 g NaOH und 34 g Na-K-Tatrat in 100 mL Wasser löst.

Je 5 g der unterschiedlichen Zucker werden in 300 mL Wasser in einem 500 mL

Becherglas gelöst und auf den Magnetrührern ständig gerührt und auf ca. 70°C erwärmt. Danach gibt man zuerst ca. 30 mL Fehling I und danach ca. 30 mL Fehling II in jedes der Bechergläser.

Beobachtung:

Nach der Zugabe von Fehling I sind alle Zuckerlösungen aufgrund der Kupferionen hellblau gefärbt. Nach der Zugabe von Fehling II wird die blaue Farbe noch intensiver. Doch schon nach wenigen Sekunden verfärbt sich die Fructoselösung von blau über grün nach gelb hin zu orange bis es endlich bei tiefrot stehen bleibt. Bei Glucose passiert das Selbe allerdings langsamer als bei Fructose.



(oben: Zuckerlösungen nach ca. 3 Min.)
(unten: Zuckerlösungen nach ca. 7 Min.)



Entsorgung:

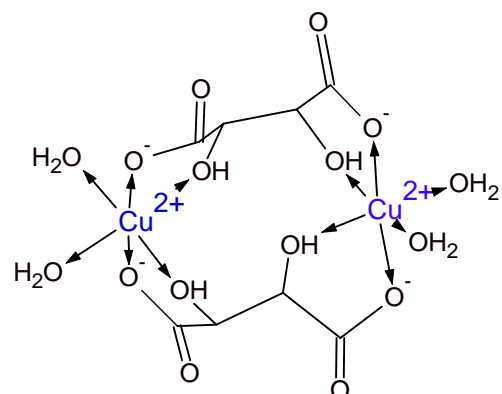
Die Zucker-Fehling-Lösungen müssen wegen der umweltunverträglichkeit der Kupferionen in die anorganischen Flüssigabfälle entsorgt werden.

Fachliche Analyse:

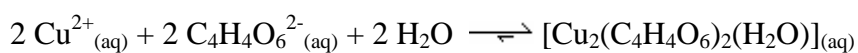
Die Fehling-Probe ist ein 1848 von Hermann Christinan von Fehling entwickelter Nachweis für Aldehydgruppen in organischen Molekülen.

So kann mit ihm auch die reduzierende Wirkung von Aldehydgruppen (u.a. auch in Kohlenhydraten) nachgewiesen werden.

Wenn man Fehling I und Fehling II zusammen gibt, besitzt das entstandene Fehling-Reagenz eine tiefblaue Farbe. Diese beruht auf dem entstandenen Kupfertartrat-Komplex (rechts dargestellt).



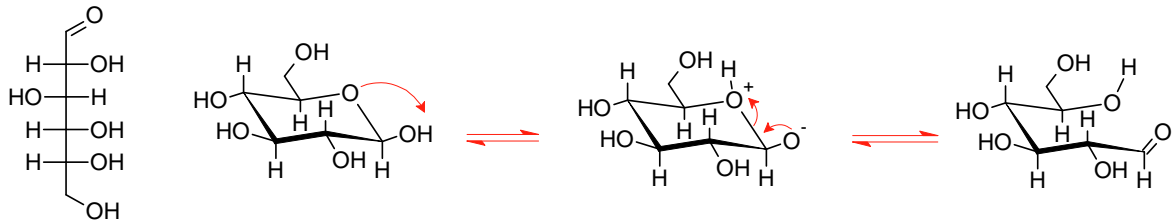
Dieser Komplex ist notwendig um die Bildung von Cu(OH)₂ unter diesen Bedingungen zu vermeiden.



Wenn man nun zum Fehling-Reagenz Aldehyde oder Aldosen gibt werden diese zu ihren jeweiligen Carbonsäuren oxidiert und als Oxidationsmittel funktionieren die Kupfer(II)-Ionen

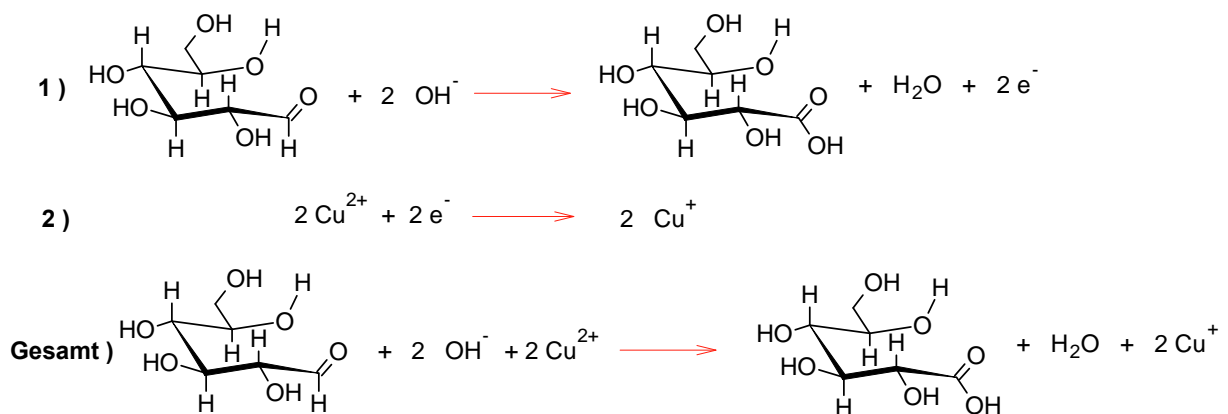
die zu Kupfer(I)-Ionen reduziert werden. Dieser Vorgang wird im Folgenden am Beispiel von Glucose verdeutlicht.

Glucose liegt in Lösung in der geschlossenkettigen pyranosiden-Form vor. Nur ein geringer Teil liegt in der offenkettigen Aldehyd-Form vor. Das Gleichgewicht liegt hier stark auf der linken Seite.

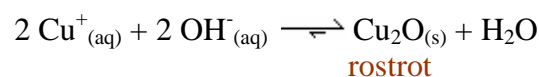


Fischerprojektion der D-Glucose

Die für die Fehling-Reaktion wichtige Form der Glucose ist aber die **offenkettige Aldehyd-Form**. Diese reagiert mit den Hydroxidionen und den Kupferionen in einer Redox-Reaktion zur **Gluconsäure** und Kupfer(I)-Ionen.

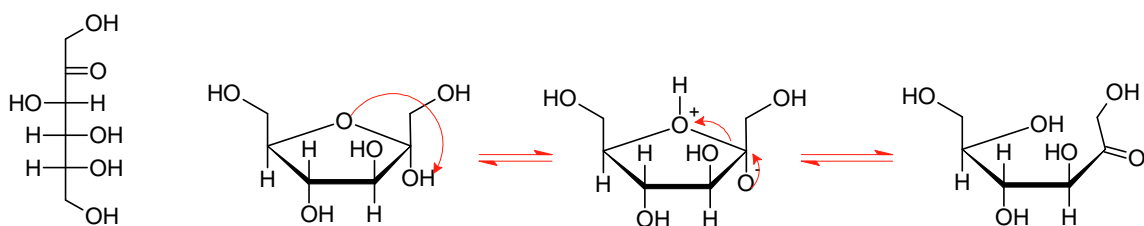


Die gebildeten Kupfer-(I)-Ionen können nun keinen stabilen Komplex mit den Tartrationen ausbilden und fallen in einer Säure-Base-Reaktion als rotes Kupferoxid aus.



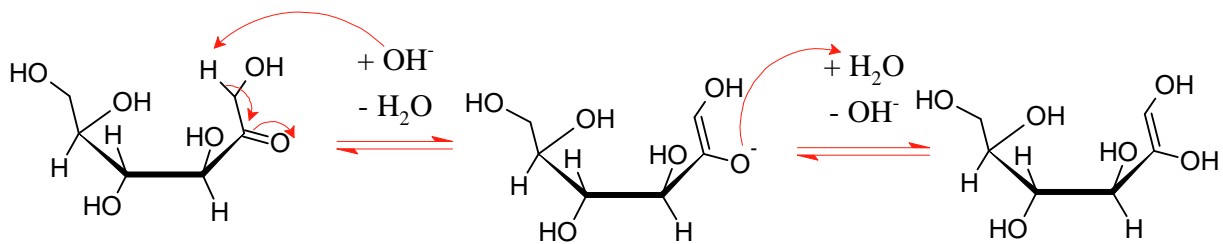
Aus diesem Grund verändert sich die Farbe der Glucoselösung langsam von Blau nach Rot.

Die positive Reaktion des Fehling-Reagenz mit der **Fructose-Lösung** scheint auf den ersten Blick unlogisch, weil Fructose eine **Ketohexose** ist, die gar keine reduzierende Aldehydgruppe besitzt.

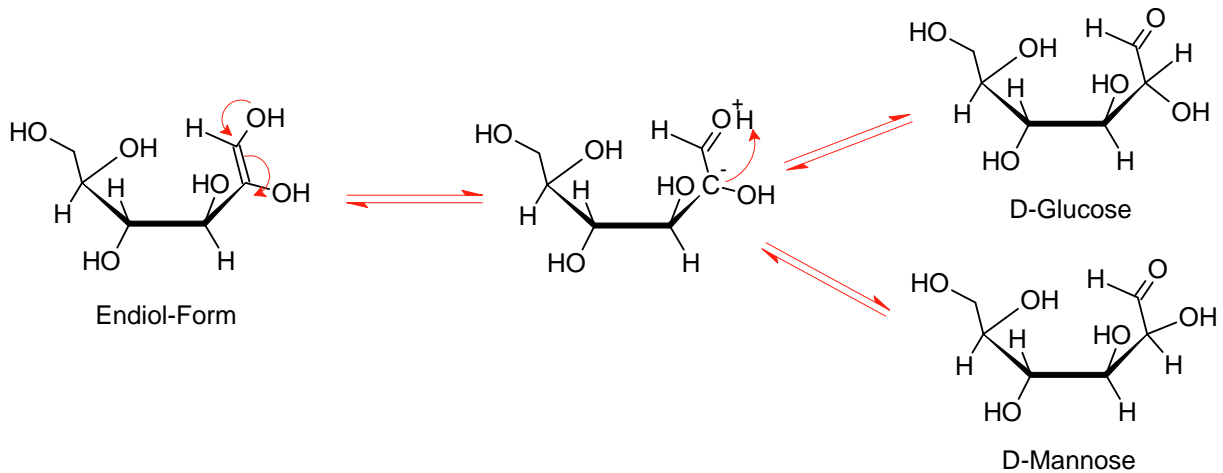


Fischerprojektion der D-Fructose

Doch die offenkettige Ketohexose-Form der Fructose unterliegt einer **Keto-Enol-Tautomerie**.



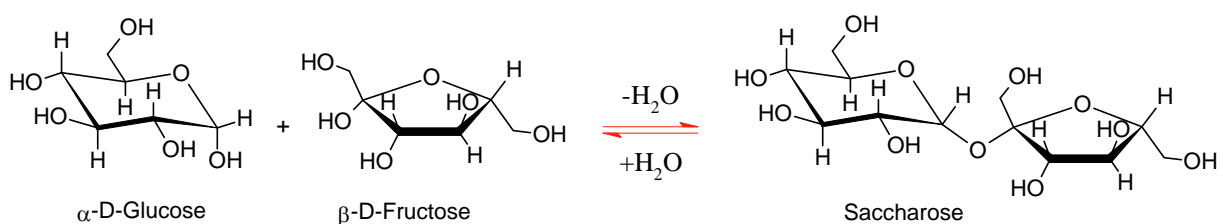
Und diese gebildete Endiol-Form kann nun entweder zur D-Glucose oder zur D-Mannose weiter isomerisieren.



So liegt in einer Glucoselösung auch immer ein gewisser Teil der Moleküle als D-Fruktose und auch als D-Mannose vor.

Da die in der Fructoselösung gebildete Glucose oder Mannose, stets mit dem Fehlingreagenz weiterreagieren, erfolgt die komplette Umsetzung der Fructose zur Glucon- oder Mannonsäure.

Saccharose ist ein Dissaccharid und entsteht unter Wasserabspaltung aus **α -D-Glucose** und **β -D-Fruktose**.



Die Bindung die zwischen diesen beiden Monosacchariden entsteht, wird als **α,β -1,2-glycosidische Bindung** bezeichnet. Dies bezeichnet die Stellung der OH-Gruppen und an welchem Kohlenstoffatom (anomerem Kohlenstoffatom) die beiden Zucker mit einander Verknüpft sind.

Das negative Testergebnis des Fehlingreagenz mit der **Saccharose** beruht auf dem Fehlen der Aldehydgruppe im Saccharose-Molekül. Das anomere C-Atom steht nicht mehr für die Bildung des Aldehyds zur Verfügung. Das selbe gilt auch für die Fructose. Es gibt also **keine offenkettige Form** der Zucker mehr im Saccharosemolekül.

Didaktische Analyse:

Einordnung: (11G.1.2)

Das Thema Kohlenhydrate wird an Gymnasien in der 11 Klasse im Grund- und im Leistungskurs durchgenommen (. Es gehört zu dem Oberthema technisch relevante Kohlenstoffverbindungen, wozu auch die Fette, die Aminosäuren, die Peptide und auch die Polypeptide gehören.

Behandelt werden in diesem Themenbereich die Mono-, Di- und Polysaccharide sowie deren Vorkommen, Eigenschaften, Herstellung, Strukturen, Bedeutung und Verwendung durch den Mensch und die Natur, sowie auch ihre Reaktionen und auch ihre Nachweisreaktionen.

Neben der Fehlingreaktion kann man noch die Tollenzprobe und das Schiff's Reagenz zum Kohlenhydratnachweis benutzen.

Der Versuch eignet sich gut um ihn am Ende der Unterrichtsreihe durchzuführen, weil viele Vorkenntnisse erforderlich sind, um die Versuchsergebnisse zu verstehen.

Aufwand:

Der apparative Aufwand dieses Versuches ist unterschiedlich hoch. Wenn man ihn auf den Magnetrührern durchführt ist er höher als wenn man ihn nur als Kipp-Schütt-Versuch durchführt.

Die benötigten Materialien sollten an jeder Schule vorhanden sein.

Der finanzielle Aufwand ist nicht hoch.

Der zeitliche Aufwand ist vertretbar, weil die Reaktion je nach Temperatur zwischen 5 und 10 Minuten dauern kann.

Durchführung:

Der Effekt der Farbänderung kann sehr schön beobachtet werden und farbige Reaktionen sind für Schüler immer besonders gut geeignet.

Der Versuch ist auch sehr gut als Schülerversuch durchführbar, da alle Chemikalien sehr unbedenklich sind und das Ergebnis auch sehr eindeutig und sicher erzielt werden kann. Dabei muss man auch nicht unbedingt mit drei Magnetrührern arbeiten.

Literatur:

- Soester Liste Version 2.7
- Hessischer Lehrplan G8 der Chemie für Gymnasien
- <http://chids.online.uni-marburg.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0060Fehling-Reaktion.pdf>