

# Versuchsprotokoll: Fehling- Fructose, Saccharose und Glucose



## Zeitaufwand:

Aufbau: 5 Minuten

Durchführung: 10 Minuten

Entsorgung/Abbau: 5 Minuten

## Chemikalien:

Chemikalie	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbol	Schul-einsatz
Kupfersulfat- Pentahydrat $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	3,5 g	22-36/38- 50/53	22-60-61		SI + SII
Kalium-Natrium- Tartrat $\text{K}^+/\text{Na}^+ [\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6]^{2-}$	17,5 g	-	22-24/25	-	SI + SII
Natriumhydroxid NaOH	6 g	35	26-37/39-45		SI + SII
Saccharose $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	Spatel- spitze	-	-	-	SI + SII
Fructose $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	Spatel- spitze	-	-	-	SI + SII
Glucose $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	Spatel- spitze	-	-	-	SI + SII

Herstellen der Fehling-Lösungen:

Fehling-1-Lösung:

3,5 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  in 50 mL Wasser lösen

Fehling-2-Lösung:

17,5 g K- Na- Tartrat und 6,0 g NaOH in 50 mL Wasser lösen

Unmittelbar vor der Durchführung des Versuchs müssen Fehling-1-Lösung und Fehling-2-Lösung 2 im Verhältnis 1:1 gemischt werden.

**Materialien:**

- Heizplatte
- Bechergläser (2x)
- Reagenzgläser (4x)
- Schliffflaschen (2x) (für die Fehling-Lösungen)
- Reagenzglasgestell

**Versuchsaufbau:**

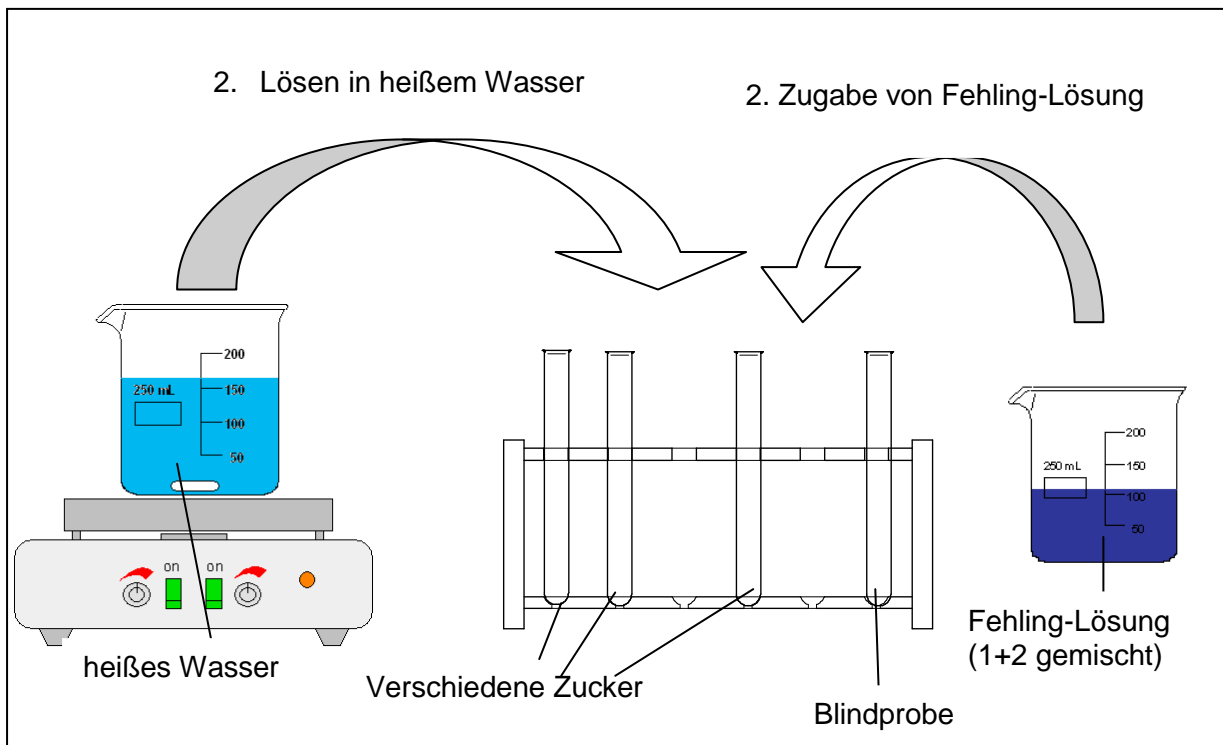


Abb.1 Versuchsaufbau

**Durchführung:**

1. In die Reagenzgläser wird je eine Spatelspitze eines Zuckers gegeben. Ein Reagenzglas bleibt leer und dient im Versuch als Blindprobe.
2. Die verschiedenen Zucker werden nun in heißem, nicht kochendem Wasser gelöst.
3. In die heißen Zuckerlösungen werden etwa 5-10 mL der Fehling-Lösung gegeben.

Sicherer ist das Arbeiten mit kalten Zuckerlösungen, die anschließend in ein warmes Wasserbad gestellt werden! (Die angewandte Variante eignete sich besser zum Filmen von Videos.)

**Beobachtung:**



**Abb.2** Versuchsbeobachtung

Beim Mischen der beiden Fehling-Lösungen färbt sich die Lösung dunkelblau. Nach der Zugabe der Fehling-Lösungen zu den Zuckerlösungen färbt sich die Lösung von Fructose und Glucose von blau über gelblich-braun nach orange-rot, während bei der Saccharose-Lösung, wie auch bei der Blindprobe, keine Farbveränderung zu erkennen ist.

**Entsorgung:**

Die mit Fehling-Lösung versetzten Zuckerlösungen werden neutral in den Schwermetallabfall entsorgt.

**Auswertung:**

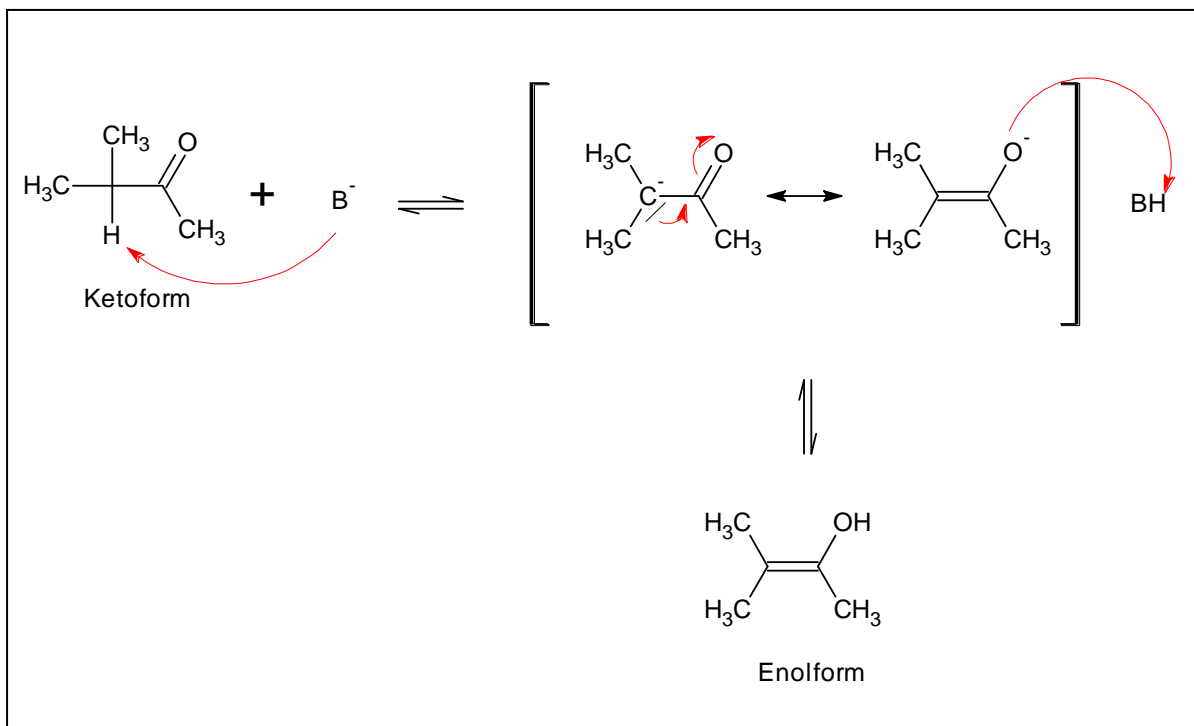
1. Fehling-Nachweis allgemein und Fehling-Nachweis von Glucose

s. Versuchsprotokoll: Fehling-Glucose

2. Warum ist der Nachweis mit Fructose positiv? <sup>1</sup>

In dem Versuch ist auch der Nachweis der Fructose positiv, obwohl es sich bei der Fructose nicht um eine Aldohexose, sondern um eine Keto-hexose handelt. Das heißt, dass die Fructose keine zum positiven Nachweis durch die Fehling-Probe notwendige Aldehyd-Gruppe besitzt, sondern eine Keto-Gruppe.

Die positive Fehling-Probe der Fructose kann durch eine Keto-Enol-Tautomerisierung erklärt werden. Unter der Keto-Enol-Tautomerisierung versteht man eine unter Säuren-(*Abb.4*) bzw. -Basenkatalyse (*Abb.3*) stattfindende Umprotonierung.



**Abb.3 Keto-Enol-Tautomerie unter Basenkatalyse**

<sup>1</sup> Bruce, P.Y. (2007) S.178f. und Vollhardt, K.P.C. & Schore N.E., (2005) S.918

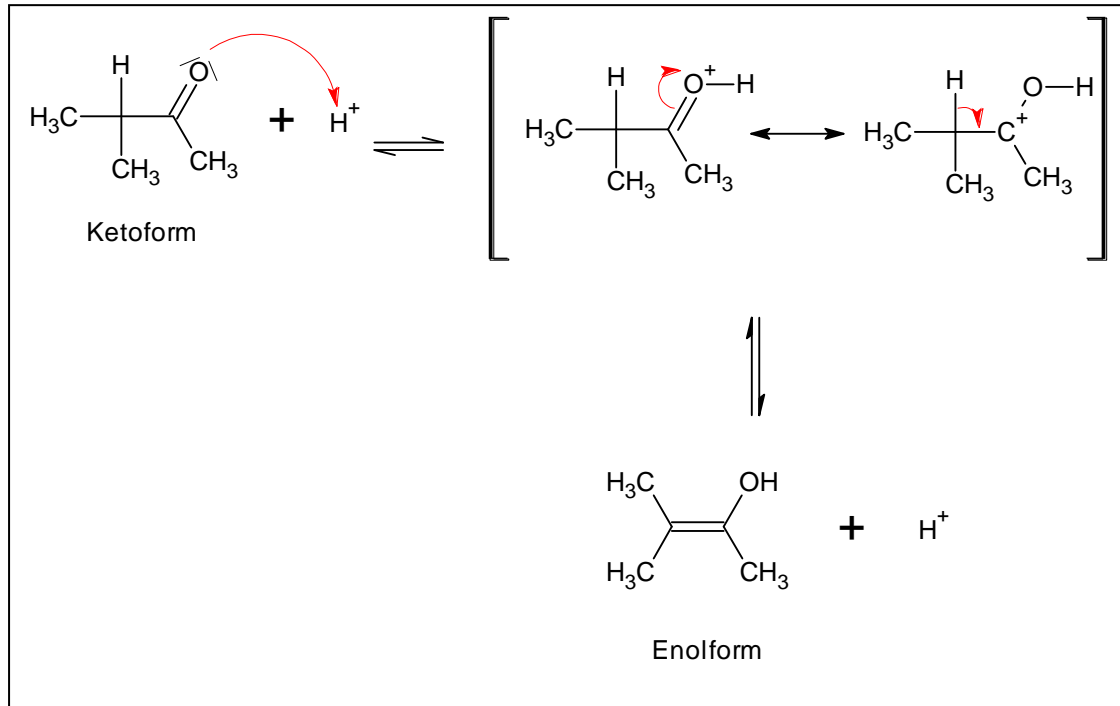


Abb.4 Keto-Enol-Tautomerie unter Säurenkatalyse

In Lösungen laufen sowohl die säuren- als auch die basenkatalysierte Tautomerisierung relativ schnell ab, wenn Spuren des Katalysators vorhanden sind.

Über dieses Keto-Enol-Gleichgewicht steht nun auch die Fructose in wässriger Lösung mit der Form eines ungesättigten Alkohols (=Enol), dem Endiol. Dieses Endiol tautomerisiert wiederum zur D-Glucose bzw. der D-Mannose, welche als Verbindungen mit einer Aldehydfunktion für die positive Fehling-Probe im Falle der Fructose verantwortlich sind.

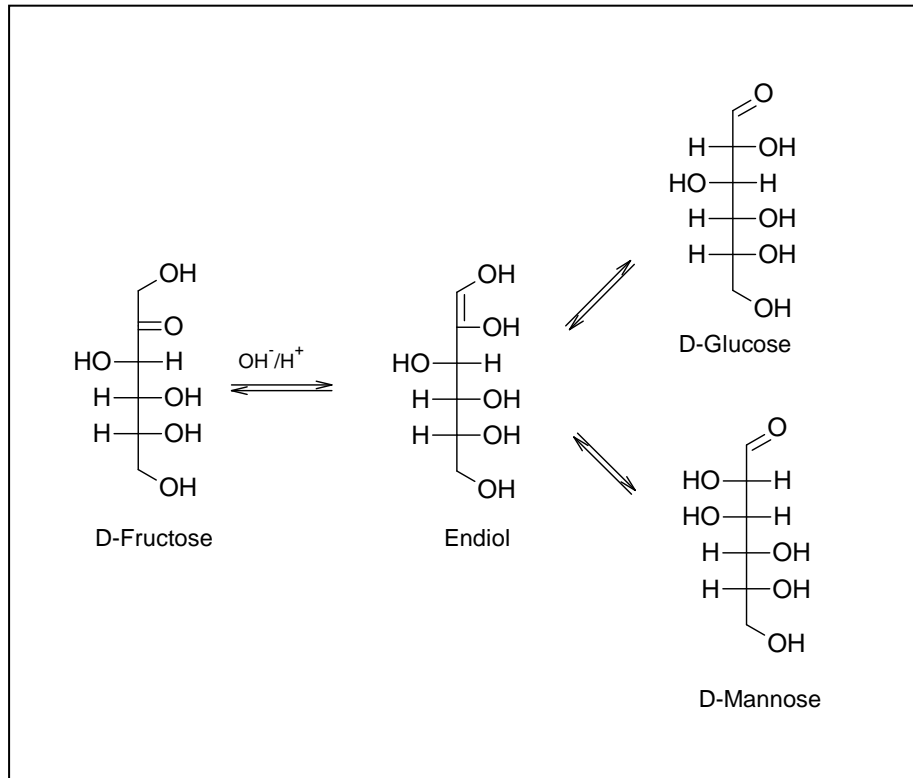


Abb.5 Keto-Enol-Tautomerie am Beispiel Fructose

3. Warum ist der Nachweis der Saccharose negativ?

s. Versuchsprotokoll : Fehling-Disaccharide

**Didaktische Auswertung:**

**Einordnung in den Lehrplan:**

s. Protokoll: Fehling: Glucose

**Einordnung des Versuchs:**

Durch diesen Versuch kann den Schülern der Unterschied zwischen reduzierenden und nicht reduzierenden Zuckern erläutert werden. Durch Betrachten der Struktur und das Wissen, dass die Fehling-Probe eine Nachweisreaktion für Aldehyde ist, können bei den Schülern Fragen bezüglich des positiven Nachweises im Falle der Fructose auftauchen. Dies könnte als Anlass genommen werden, um die Keto-Enol-Tautomerie zu besprechen. Unter Umständen wurde diese auch schon im Bereich „Kohlenstoffchemie I:Kohlenstoffchemie und funktionelle Gruppen“ beim Thema „Alkanale und Alkanole“ behandelt, was dann am Beispiel

Fructose nochmals wiederholt werden kann. Des Weiteren kann anhand dieses Versuchs auf das Thema reduzierende und nicht-reduzierende Disaccharide eingegangen werden.

**Literaturangaben:**

*Bruice P.Y. (2007). Organische Chemie (5. Auflage). München: Pearson Education Deutschland GmbH.*

*Vollhardt, K.P.C. & Schore N.E. (2005). Organische Chemie (4. Auflage). Weinheim: Wiley-VCH GmbH & Co KGaA.*

Elektronische Quellen:

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

**Abbildungsverzeichnis:**

Alle Abbildungen dieses Protokolls wurden selbst angefertigt.