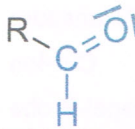
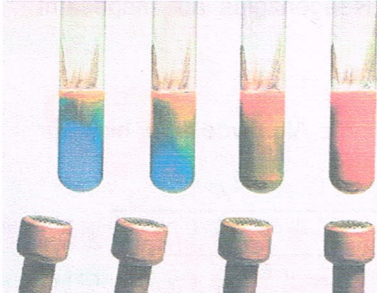


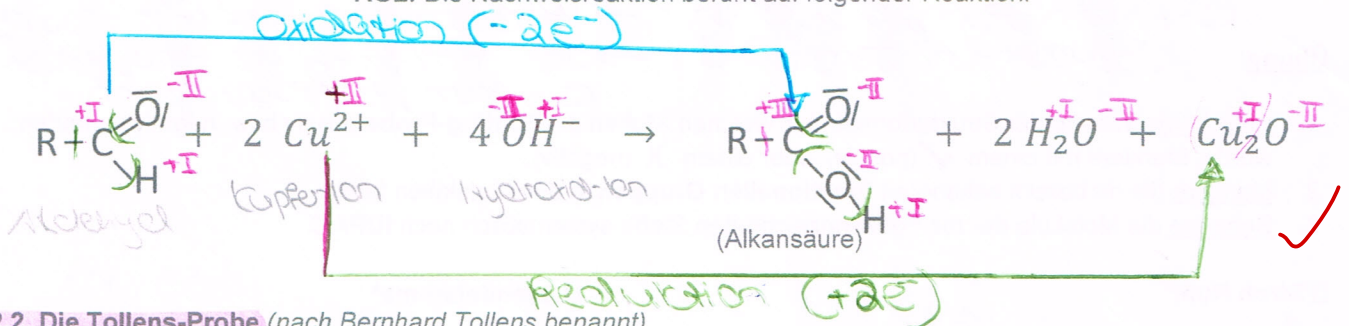
4.2. Nachweisreaktionen von Aldehyden

Um bestimmte chemische Stoffe nachzuweisen sind Nachweisreaktionen von großer Bedeutung. Auch für Moleküle, die die Aldehydgruppe (s. Abb.links) enthalten, gibt es spezifische Nachweisreaktionen. Zwei davon wollen wir heute kennenlernen.

4.2.1. Die Fehling-Probe (nach Hermann Fehling benannt)

Durchführung: Zwei Lösungen (die sogenannten Fehling-Lösungen) werden angesetzt. Fehling-Lösung I besteht aus **Kupfer(II)-sulfat** (CuSO_4) gelöst in Wasser. Fehling-Lösung II besteht aus **Natriumhydroxid** (NaOH) und dem Salz **Kaliumnatriumtartrat**. Beides wird in Wasser gelöst. Fehling-Lösung I und Fehling-Lösung II werden nun im Verhältnis 1:1 gemischt. Die Mischung (die sogenannte Fehling-Reagenz) ist tiefblau gefärbt (s. Abb. linkes Reagenzglas). Gibt man nun ein Aldehyd dazu und erhitzt die Lösung, so bildet sich nach und nach ein unlöslicher, roter Niederschlag von **Kupfer(I)-oxid**.

RGL: Die Nachweisreaktion beruht auf folgender Reaktion:

4.2.2. Die Tollens-Probe (nach Bernhard Tollens benannt)

Durchführung: Es wird eine **alkalische Silbernitrat-Lösung** hergestellt, indem man **Ammoniak** (NH_3) zu einer **Silbernitrat-Lösung** tropft, bis sich die anfangs entstehende Trübung wieder löst. Die zu untersuchende Probe wird dazu gegeben und das Gemisch in einem Wasserbad erhitzt.

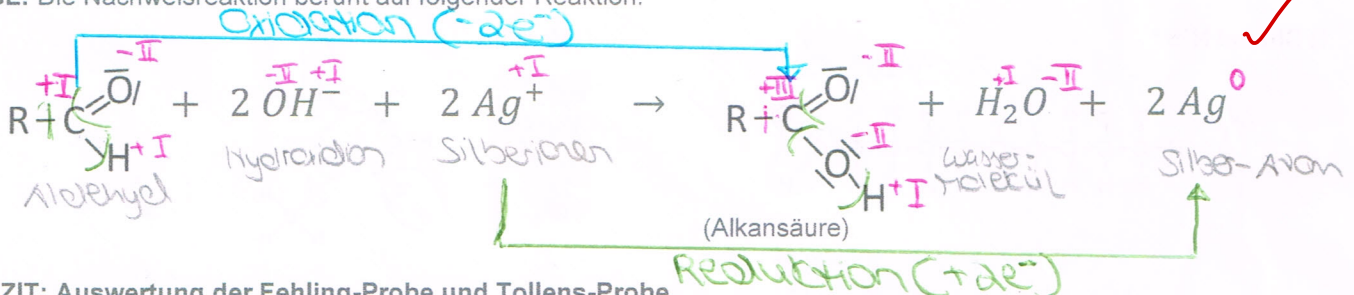
Video: Schaue dir das Experiment online an: <https://www.youtube.com/watch?v=PcylIKiqGyE>

Beobachtungen: Notiere anhand des Videos deine Beobachtungen.

1. Propanal: Beschlag am RG, Gemisch wird schwarz, dann spiegelnd, Silber
2. Propanon: ~~wird~~ Stopfen ~~steht~~ fliegt weg - Gas? sonst keine Veränderung
3. Glucose: schwarzer Niederschlag (gelbliches) Gas, spiegelnd / Silber

Hinweis: Aufgrund der Beobachtungen, die man bei der Tollens-Probe machen kann, wird dieser Nachweis für Aldehyde auch die **Silberspiegel-Probe** genannt. Durch diese Reaktion werden heute noch zum Beispiel Weihnachtskugeln versilbert oder Spiegel hergestellt.

RGL: Die Nachweisreaktion beruht auf folgender Reaktion:

FAZIT: Auswertung der Fehling-Probe und Tollens-Probe

1. Zeige, dass es sich bei der Fehling- und der Tollens-Probe um eine Redoxreaktion handelt. Gib dazu die Oxidationszahlen an und kennzeichne in den obigen RGL durch das Einzeichnen von Pfeilen wo eine Oxidation und wo eine Reduktion abläuft.

2. Fülle folgenden Lückentext aus.

Beide Nachweisreaktionen beruhen darauf, dass die Aldehydgruppe oxidiert wird. Aldehyde haben somit eine reduzierende Wirkung auf den Reaktionspartner. Bei der Fehling-Probe wird ein Aldehyd zu einer Alkansäure oxidiert. Gleichzeitig wird das Cu^{2+} -Ion zu einem Cu^+ -Ion reduziert. Insgesamt werden 2 Elektronen übertragen. Bei der Silberspiegel-Probe wird ebenfalls ein Aldehyd zu einer Alkansäure oxidiert. Gleichzeitig wird das Ag^+ -Ion zu einem Ag -Atom reduziert. Das Silber scheidet sich am Reagenzglas ab. Insgesamt werden 2 Elektronen übertragen. ✓

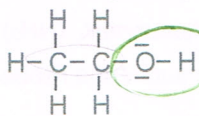
3. Erkläre, warum die Fehling-Probe und die Tollens-Probe nur Nachweisreaktionen für die Aldehyde sind, nicht für die Ketone.

Die Aldehydgruppe sitzt immer am Ende eines Alkylrestes sehr gut!
 → eine Bindung mit C-Atom, eine mit H-Atom. → Bei Oxidation wird zwischen das H-Atom und die Aldehydgruppe ein O-Atom eingeschoben → Ketogruppe ist mit zwei C-Atomen verbunden → kein H-Atom vor das sich ein O-Atom "schieben" kann

Übung:

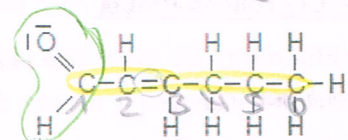
- Entscheide anhand der Strukturformeln bei welchen Stoffen die **Fehling-Probe** positiv bzw. negativ verlaufen würde. Markiere mit einem ✓ (positiv) oder einem X (negativ).
- Markiere die dir bereits bekannten **funktionellen Gruppen** in den Molekülen farbig.
- Benenne die Moleküle der mit * gekennzeichneten Stoffe systematisch nach IUPAC.

□ Stroh Rum*



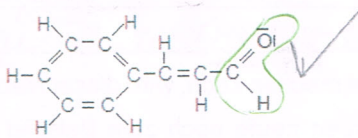
Ethan-1-ol ✓

□ Lavendelaroma*



trans-Hex-2-en-1-al ✓

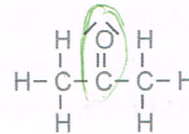
□ Zimtaroma



Decan

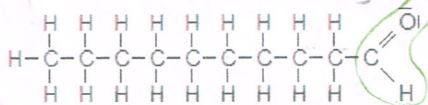
~~Nonan-1-al~~

□ Hauptbestandteil Nagellackentferner*

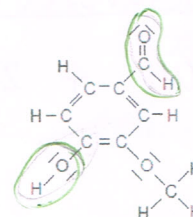


Propan-2-on ✓

□ Chanel N°5 *

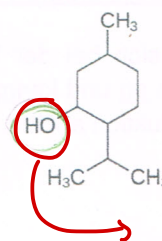


□ Vanillin



Hydroxyl-Gruppe

✗ Menthol



Hydroxyl-Gruppe

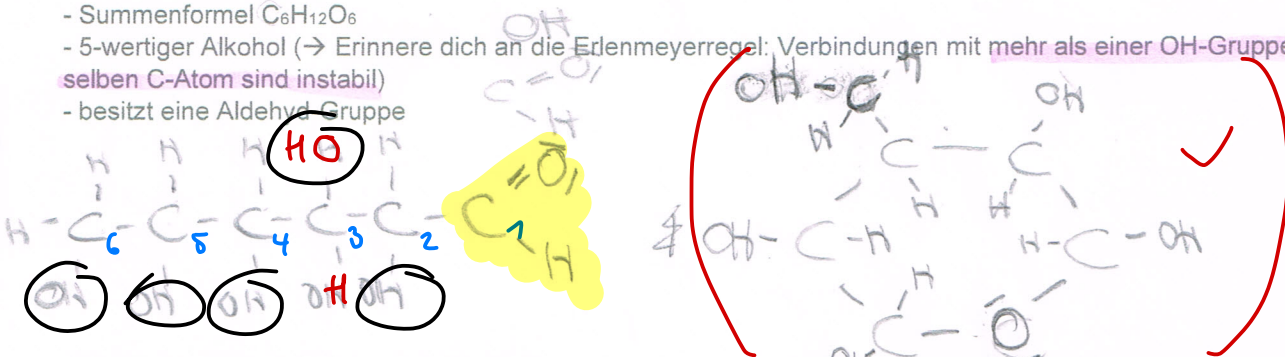
⚠ COH = Hydroxyl-Gr.

CHO = Aldehyd-Gr.

4.3. Exkurs: Glucose – ein Aldehyd

Aufgabe 1: Es gibt zwei Strukturformeln des Glucose-Moleküls: Die C-Atome können als Kette (Kettenform) oder als Ring (Ringform) angeordnet sein. Stelle anhand der folgenden Informationen eine Strukturformel für das Glucose-Molekül in der Kettenform auf:

- Summenformel $C_6H_{12}O_6$
- 5-wertiger Alkohol (\rightarrow Erinnere dich an die Edelmeyerregel: Verbindungen mit mehr als einer OH-Gruppe am selben C-Atom sind instabil)
- besitzt eine Aldehyd-Gruppe



Aufgabe 2: Benenne das Glucose-Molekül mit seinem systematischen Namen nach den Regeln der IUPAC.

hexan-2,3,4,5,6-ol-1-al
2,3,4,5,6-Pentahydroxyhexanal

Aufgabe 3: Lies den Info-Text. Markiere die Eigenschaften der Glucose mit einem Textmarker oder unterstreiche sie.

Unter den Nährstoffen sind **Kohlenhydrate** wie Zucker (Rohrzucker, Saccharose) und **Stärke** wichtige Energieträger. Auch **Cellulose**, der Baustoff pflanzlicher Zellwände, gehört zur Stoffgruppe der Kohlenhydrate. Die Bezeichnung Kohlenhydrat geht auf die allgemeine Molekülformel $C_n(H_2O)_m$ zurück, die viele Vertreter dieser Stoffgruppe kennzeichnet. Kohlenhydrate sind jedoch **keine Hydrate**; sie enthalten keine Wasser-Moleküle. Vielmehr handelt es sich um Kohlenstoffverbindungen, die Wasserstoff-Atome und Sauerstoff-Atome im Anzahlverhältnis 2:1 enthalten.

Nach ihrer Molekülgröße werden Kohlenhydrate in verschiedene Gruppen eingeteilt: **Glucose** mit ihren **kleinen Molekülen** wird zu den **Monosacchariden** oder **Einfachzuckern** gezählt. Durch Verknüpfung zweier solcher Moleküle erhält man **Disaccharide** oder **Zweifachzucker**, ein Beispiel ist **Saccharose**. Kohlenhydrate, die wie **Stärke** oder **Cellulose** aus vielen Monosaccharid-Bausteinen bestehen, gehören zu den **Polysacchariden**.

Glucose. Ein sehr weit verbreitetes Kohlenhydrat ist **Glucose** ($C_6H_{12}O_6$). Die Bezeichnung **Traubenzucker** für Glucose leitet sich vom Vorkommen dieses Zuckers in **süßen Früchten wie Trauben oder Kirschen** ab. Im **menschlichen Organismus** findet sich stets eine geringe Menge Glucose gelöst im Blut. Sinkt der **Blutzuckerspiegel** – die Konzentration der Glucose im Blut – nach starker körperlicher Anstrengung, so kann von außen zugeführte Glucose als schnell verfügbarer **Energieförderer** dienen. Bei Diabetikern ist der **Blutzuckerspiegel** dauerhaft erhöht. Glucose ist ein **kristalliner Stoff**, der sich **gut in Wasser löst**, nicht aber in hydrophoben Lösemitteln. Die **Hydroxy-Gruppen** bestimmen wesentlich die Eigenschaften der Glucose. So ist etwa die gute Wasserlöslichkeit auf die Bildung von Wasserstoffbrücken zwischen den Glucose-Molekülen und Wasser-Molekülen zurückzuführen. Auch die **hohen Schmelztemperaturen** der Kohlenhydrate beruhen auf Wasserstoffbrücken. Sie sind insgesamt so stark wie die Elektronenpaarbindungen innerhalb des Moleküls. Daher zersetzt sich Glucose, wie auch die anderen Zucker, beim Erhitzen. In der Küche nutzt man das beim **Karamellisieren**: Beim Erhitzen reagiert Zucker zu einer goldgelben, braunen Masse mit einem nussig-süßen Geschmack.

Quelle: Chemie heute SI, Schroedel-Verlag.

Aufgabe 4: Erläutere anhand des Experiments aus 4.2.2., warum man bei Glucose von einem **reduzierenden Zucker** spricht.

Glucose reagiert wie Propanal bei der Tollensprobe, es bildet sich auch ein Silber-Spiegel. Da Glucose hierbei oxidiert ^{word} wird, gibt es an das Silber-Ion und dieses dann zu einem Silber-Atom reduziert, ^{word} wird, hat Glucose eine reduzierende Wirkung. ✓