

**Aldehyde und Ketone** sind zwei wichtige Klassen von Verbindungen, die häufig die in der Natur vorkommen oder synthetisch hergestellt werden.

### Struktur und Eigenschaften:

Aldehyde und Ketone gehören zur Gruppe der Carbonylverbindungen, da sie eine **Carbonylgruppe** enthalten, die aus einem Kohlenstoffatom mit einer Doppelbindung zu einem Sauerstoffatom besteht.

Sie sind polar, da das Sauerstoffatom eine höhere Elektronegativität als Kohlenstoff besitzt.

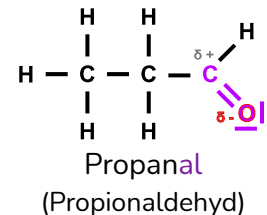
Mit Wasser-Molekülen können **Carbonylgruppe** Wasserstoffbrücken ausbilden.

Kurzkettige Aldehyde und Ketone lösen sich deshalb gut in Wasser.

**Aldehyde:** Bei den Aldehyden befindet sich die **Carbonylgruppe** am endständigen Kohlenstoff.

Die Nomenklatur von Aldehyden erfolgt, indem man die Endung "-al" an den Namen des entsprechenden Kohlenwasserstoffs anhängt.

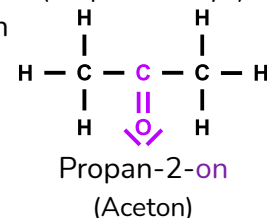
Zum Beispiel wird aus Propan das Propan-1-al.



**Ketone:** Bei den Ketonen befindet sich die **Carbonylgruppe** an einem mittleren Kohlenstoff.

Bei Ketonen hängt man die Endung "-on" an den Namen der beiden organischen Reste, die das Kohlenstoffatom umgeben.

Ein bekanntes Beispiel ist Aceton, das auch als Propan-2-on bezeichnet wird.



### Reaktionen von Aldehyden und Ketonen:

**Halbacetalbildung:** Die Halbacetalbildung ist eine chemische Reaktion, bei der ein Aldehyd oder Keton mit einem Alkohol reagiert, um ein Halbacetal zu bilden.

Zucker bilden intramolekulare cyclische Halbacetale.

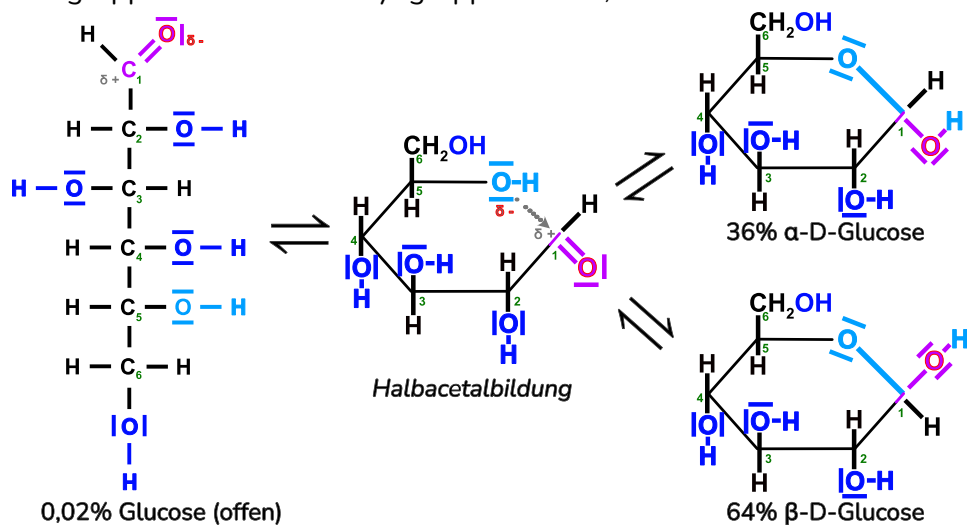
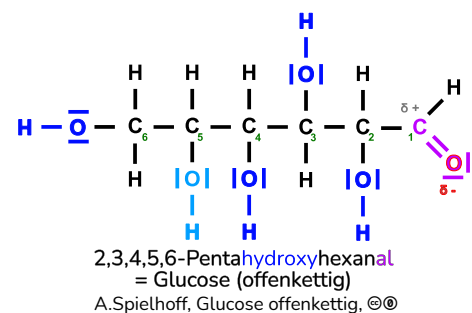
Die allgemeine chemische Struktur von Zuckern

(Monosaccharid) besteht aus einer **Ketogruppe** oder einer

**Aldehydgruppe**, die an mehrere **Hydroxygruppen (OH)**

gebunden ist. Je nachdem, ob das Monosaccharid eine

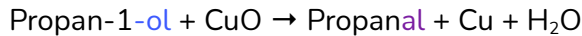
Ketogruppe oder eine Aldehydgruppe enthält, werden sie als Ketosen oder Aldosen bezeichnet.



A.Spielhoff, Glucose-als-Halbacetal, ©©

**Oxidation:**

Primäre oder sekundäre Alkohole lassen sich zu Aldehyden oder bzw. Ketonen [oxidieren](#) (siehe Abbildung). Experimentell kann man dieses überprüfen, wenn man ein warmes Kupferblech mit einer Kupferoxidschicht in die entsprechenden Alkanole gibt. Das Kupferblech wird bei der Reduktion wieder blank. Dabei läuft eine [Redox-Reaktion](#) ab.



Tertiäre Alkohole wie das 2-Methylpropan-2-ol reagieren dagegen nicht.

[Aldehyde](#) können zu [Carbonsäuren](#) oxidiert werden.

Diese Reaktionen werden oft durch oxidierende Reagenzien wie Kaliumpermanganat oder Silbersalze (Tollens-Probe) katalysiert.

[Ketone](#) können aber nicht weiter oxidiert werden.

Oxidationsstufen

primärer Alkohol	Aldehyd	Säure	
Methanol $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C}^{\text{II}} - \text{H} \\   \\ \text{O}-\text{H} \end{array}$	Methanal (Formaldehyd) $\text{H} - \text{C}^{\text{I}} = \text{O}$	Methansäure (Ameisensäure) $\text{H} - \text{C}^{\text{III}} \begin{array}{l} \text{O}^- \\   \\ \text{O}-\text{H} \\    \\ \text{O} \end{array}$	Kohlenstoffdioxid (Kohlenstoff(IV)-oxid) $\text{O} = \text{C}^{\text{IV}} = \text{O}$
primärer Alkohol Propan-1-ol (n-Propanol) $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C}^{\text{I}} - \text{H} \\   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{O}-\text{H} \end{array}$	Aldehyd Propanal (Propionaldehyd) $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C}^{\text{I}} = \text{O} \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	Säure Propansäure (Propionsäure) $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C}^{\text{III}} \begin{array}{l} \text{O}^- \\   \\ \text{O}-\text{H} \\    \\ \text{O} \end{array} \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	✗
sekundärer Alkohol Propan-2-ol (i-Propanol) $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C}^{\text{II}} - \text{C} - \text{H} \\   &   &   \\ \text{H} & \text{O}-\text{H} & \text{H} \end{array}$	Keton Propan-2-on (Aceton) $\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\   & &   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C}^{\text{II}} = \text{O} - \text{C} - \text{H} \\   & &   \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	✗	✗
tertiärer Alkohol 2-Methylpropan-2-ol (tert-Butanol) $\begin{array}{c} & \text{H} & \\ &   & \\ \text{H} & \text{H} - \text{C} - \text{H} & \text{H} \\   &   &   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C}^{\text{III}} - \text{C} - \text{H} \\   &   &   \\ \text{H} & \text{O}-\text{H} & \text{H} \end{array}$	✗	✗	✗

A.Spielhoff, Oxidationsstufen, ©2014

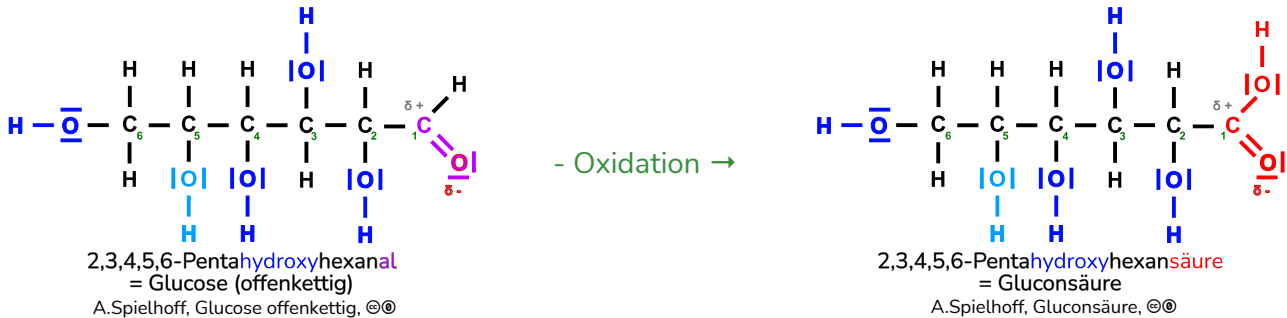
**Reduktion:** Aldehyde und Ketone können durch Hinzufügen von zwei Wasserstoffen auch wieder zu primären und sekundären Alkoholen reduziert werden. Ein Reduktionsmittel ist dabei z.B. Lithium-Aluminium-Hydrid (LiAlH<sub>4</sub>)

### Nachweis von Aldehyden

Der Nachweis von Aldehyden basiert auf ihrer Fähigkeit oxidiert zu werden (Die Keto-Gruppe kann nicht weiter oxidiert werden).

Dies ermöglicht eine einfache Unterscheidung zwischen Aldehyden und Ketonen.

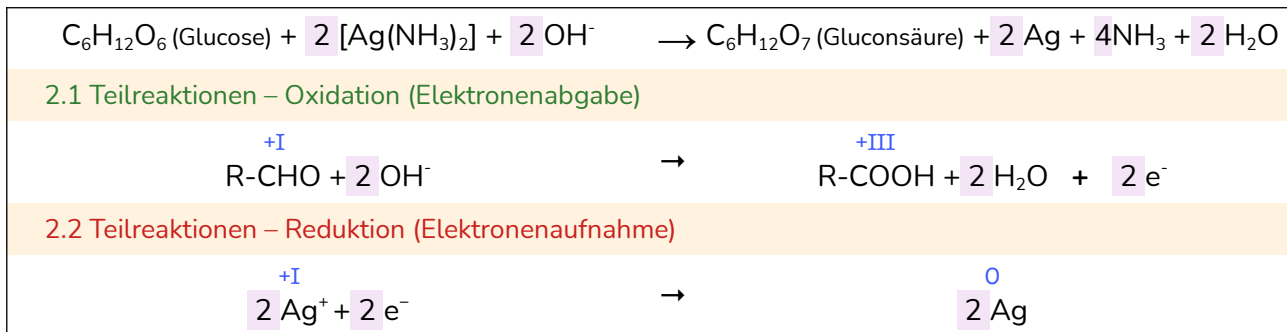
In der Fehling-Probe und der Silberspiegelprobe (Tollens-Probe) nutzt man die reduzierende Wirkung der Aldehyd-Gruppe aus. In beiden Fällen werden Metall-Ionen reduziert und der Zucker oxidiert. Die Aldehydgruppe vom Zucker (in der offenen Form) wird dabei zu Gluconsäure oxidiert.



**Fehling-Probe:** Bei der Fehling-Probe werden  $\text{Cu}^{2+}$ -Ionen zu  $\text{Cu}^+$ -Ionen reduziert, wodurch sich in einer alkalischen Lösung ein roter Niederschlag von Kupfer(I)-oxid ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) bildet.

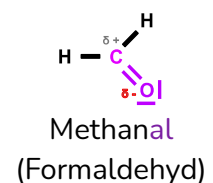
**Tollens-Probe:** Bei der Tollens-Probe reagieren Silber-Ionen ( $\text{Ag}^+$ ) zu elementarem Silber. Auf der Innenseite eines sauberen Reagenzglases bildet sich ein Silberspiegel.

Redoxreaktion der Tollens-Probe

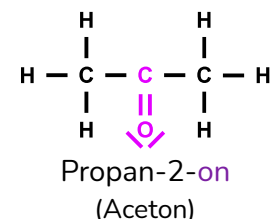


### Verwendung von Aldehyden und Ketonen.

Formaldehyd (Methanal) spielt eine entscheidende Rolle als einer der wichtigsten Grundstoffe in der chemischen Industrie. Es wurde unter anderem für die Produktion von Bakelit verwendet, einem der ersten Kunststoffe. Heutzutage wird Formaldehyd als Ausgangsstoff für Melaminkunststoffe genutzt, die wiederum zur Herstellung von Steckdosen und Lichtschaltern dienen. Darüber hinaus werden Kunststoffharze auf Basis von Formaldehyd als Lacke verwendet und dienen als Bindemittel für Spanplatten.



Das einfachste Keton ist Aceton (Propanon). Es handelt sich um eine farblose Flüssigkeit, die bei 56 °C siedet. Aufgrund ihrer polaren Molekülstruktur und der beiden Methylreste ist Aceton ein universelles Lösungsmittel für hydrophile Substanzen (z.B. Wasser) sowie für hydrophobe Stoffe wie Lacke und Klebstoffe.



Text von [A.Spielhoff](#) und [p.©©](#)