

# Carbonylverbindungen



## Die Carbonylgruppe

[ 1 ]

Die **Carbonylgruppe** ist die funktionelle Gruppe der Carbonylverbindungen. Diese Gruppe kann entweder endständig (am Ende einer Kohlenstoffkette) oder im „Inneren“ der Kette befinden.

Danach unterscheidet man die beiden Untergruppen der Carbonylverbindungen

### Aldehyde

endständige Carbonylgruppe

[ 2 ]

<b>Strukturformel</b>	<b>Halbstrukturformel</b>

Aldehyde werden mit der Endung **-al** bezeichnet.

[ 3 ] *Beispiele für Aldehyde*

### Ketone

Nicht endständige Carbonylgruppe

[ 4 ]

<b>Strukturformel</b>	<b>Halbstrukturformel</b>

Ketone werden mit der Endung **-on** bezeichnet.

[ 5 ] *Beispiele für Ketone*

## Eigenschaften

Carbonylverbindungen können untereinander **keine Wasserstoffbrücken** ausbilden, die Siedepunkte liegen also deutlich unterhalb der entsprechenden Alkohole.

Da die Carbonylgruppe allerdings stark polarisiert ist, kann sie beispielsweise mit Wassermolekülen Wasserstoffbrücken ausbilden, kurzkettige Carbonylverbindungen sind deshalb gut wasserlöslich.

### Geruch

Kurzkettige, aliphatische Vertreter besitzen einen unangenehmen, stechenden Geruch.

Aromatische Vertreter dagegen sind wohlriechend (Vanille, Zimt)

## Reaktionen

### Additionsreaktion

Carbonylverbindungen addieren bevorzugt Alkohole.

Dabei wird das Wasserstoffatom an den „Carbonylsauerstoff“ und der Rest an den „Carbonylkohlenstoff“ gebunden.

[ 6 ] *1. Schritt: Bildung Halbacetal*[ 7 ] *2. Schritt: Bildung Acetal*

Die dazu analoge Verbindung der Ketone bezeichnet man als Ketale bzw. Ketonacetale

### Aldolreaktion

Eine Reaktion zwischen zwei Carbonylverbindungen wird als Aldolreaktion bezeichnet

#### 1) Carbonylverbindung 1

Das  $\alpha$ -C-Atom (das erste C-Atom neben dem Carbonylgruppen C-Atom) trägt ein H-Atom, das in stark basischem Milieu leicht abgespalten werden kann

[ 8 ] *Abspaltung des  $\alpha$ -H-Atoms im Basischen*

#### 2) Carbonylverbindung 2

Die Carbonylgruppe ist mesomeriestabilisiert, dadurch erklärt sich die starke positive Partialladung am C-Atom.

[ 9 ] *Zentrum des so genannten „nukleophilen“ Angriffes*

#### 3) Bildung des Aldols

Reaktion dieser beiden Substanzen miteinander bildet das so genannte Aldol

[ 10 ]

# Carbonylverbindungen



- 4) **Abspaltung von Wasser** und Ausbildung einer Doppelbindung ausgehend vom  $\alpha$ -C-Atom der Carbonylverbindung

[ 11 ]

## Beispiele

Führe eine Aldolreaktion zwischen Aceton (Carbonylverbindung 1) und Benzaldehyd (Carbonylverbindung 2) durch.

[ 12 ]

- 1) Abspaltung des  $\alpha$ -H-Atoms
- 2) Mesomeriestabilisierung von Benzaldehyd
- 3) Nukleophiler Angriff
- 4) Wasserabspaltung und Bildung der Doppelbindung

### Weitere Beispiele

- a) Ethanal und Propanal
- b) meta-Tolualdehyd und Butanon
- c) Cyclohexanon und Formaldehyd
- d) Ethanal mit sich selbst
- f) Nebenprodukte aus a)

## Redoxreaktion

**Reduktion** Aldehyde bzw. Ketone werden zu (primären bzw. sekundären) Alkoholen reduziert. Dies geschieht mit elementarem Wasserstoff  $H_2$ .

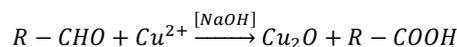
[ 13 ] Reduktion von Propanal zu Propanol

**Oxidation** Aldehyde oxidieren zu Carbonsäuren

[ 15 ] Oxidation von Methanal zu Ameisensäure

### FEHLING REAKTION (Schülerexperiment)

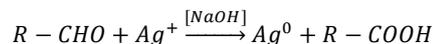
Eine basische Lösung von  $Cu^{2+}$ -Ionen oxidiert Aldehyde zu den entsprechenden Carbonsäure unter sichtbarer Bildung von orangem Kupfer(I)-oxid  $Cu_2O$



Auf diese Art können Zuckermoleküle (die eine Aldehydgruppierung aufweisen) nachgewiesen werden.

### TOLLENS REAGENZ (Lehrerexperiment)

Ähnlich funktioniert die Reduktion von  $Ag^+$ -Ionen zu metallischem Silber.



Der metallische Silberspiegel legt sich an der Innenseite des Reagenzglas an.

## Beispiele

### Formaldehyd (Methanal)

Stechend riechendes Giftgas, im Handel als wässrige Lösung(35%).

**Anwendung:** Konservierung zoologischer Präparate. Weiterverarbeitung zu Kunststoffen, Spiegelherstellung  
[ 16 ]

### Acetaldehyd (Ethanal)

Stechend riechende Flüssigkeit.

**Anwendung:** Herstellung von Essigsäure  
[ 17 ]

### Aromatische Aldehyde

[ 18a ]	[ 18b ]	[ 18c ]
<b>Benzaldehyd</b> Benzencarbaldehyd	<b>Zimtaldehyd</b> 3-Phenyl-prop-2-enal	<b>Vanillin</b> 4-Hydroxy-3-methoxy-benzaldehyd

### Aceton (Propanon)

Nebenprodukt bei organischen Synthesen.

**Anwendung:** Lösungs- und Reinigungsmittel  
[ 17 ]

