# Die Carbonylgruppe

[ 1 ]

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

Danach unterscheidet man die beiden Untergruppen der Carbonylverbindungen

## Aldehyde

endständige Carbonylgruppe
[ 2 ]

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **Strukturformel** | **Halbstrukturformel** |

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

[ 3 ] *Beispiele für Aldehyde*

## Ketone

Nicht endständige Carbonylgruppe
[ 4 ]

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **Strukturformel** | **Halbstrukturformel** |

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 α-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 α-H-Atoms im Basischen*

1. **Carbonylverbindung 2**
Die Carbonylgruppe ist mesomeriestabilisiert, daduch erklärt sich die starke positive Partialladung am C-Atom.

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

1. **Bildung des Aldols**
Reaktion dieser beiden Substanzen miteinander bildet das so genannte Aldol

[ 10 ]

1. **Abspaltung von Wasser** und Ausbildung einer Doppelbindung ausgehend vom α-C-Atom der Carbonylverbindung

[ 11 ]

## Beispiele

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

[ 12 ]

1) Abspaltung
 des α-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 $Cu\_{2}O$

 $R-CHO+Cu^{2+}→Cu\_{2}O+R-COOH$

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

TOLLENS REAGENZ (Lehrerexperiment)
Ähnlich funktioniert die Reduktion von $Ag^{+}$-Ionen zu metallischem Silber.

 $R-CHO+Ag^{+}→Ag^{0}+R-COOH$

Der metallische Silberspiegel legt sich an der Innenseite des Reagenzglases 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] |
| **Benzaldehyd** | **Zimtaldehyd** | **Vanillin** |
| Benzencarbaldehyd | 3-Phenyl-prop-2-enal | 4-Hydroxy-3-methoxy-benzaldehyd |

## Aceton (Propanon)

Nebenprodukt bei organischen Synthesen.
**Anwendung:** Lösungs- und Reinigungsmittel
[ 19 ]