

# Grundkompetenzen organische Chemie

Nachfolgende Themen geben einen Überblick über die Inhalte der 10. Jahrgangsstufe, die auch in der Oberstufe benötigt werden. Dieser Grundwissenskatalog dient nur der Überprüfung des bereits Erlernten. Sollten Sie feststellen, dass Sie Lücken haben, schließen Sie diese mithilfe Ihrer Mitschriften aus der 10. Klasse bzw. dem Schulbuch.

## Schreibweisen

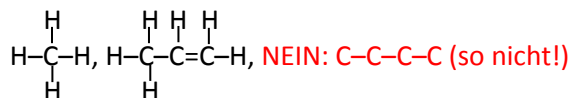
Es gibt verschiedene Möglichkeiten chemische Formeln darzustellen. Je nach Aufgabenstellung oder Zweck kann die richtige Wahl der Schreibweise die Arbeit deutlich erleichtern oder erschweren.

### Summenformel

z. B.  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$

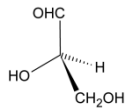
**Funktionelle Gruppen** werden separat geschrieben, z. B.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{CHO}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$

### Valenzstrich- / Molekülformel



Beachte: Jeder Kohlenstoff ist immer vierbindig oder hat eine Ladung!

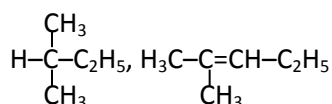
### Räumliche Strukturformel



Quelle: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/97/D-Glycerinaldehyd\\_Keilstrichformel.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/97/D-Glycerinaldehyd_Keilstrichformel.png)

Auch Keil-Strich-Formel genannt. Wird meist nur in Molekülteilbereichen verwendet.

### Halbstrukturformel



Unwichtige Teilbereiche des Moleküls (vor allem Alkylreste) werden zusammengefasst, essentielle Bereiche als Strukturformel ausgeschrieben.

### Gerüst- / Skelettformel



Wird auch Zick-Zack-Schreibweise genannt. Es werden nur die bindenden Elektronenpaare zwischen den Atomen (außer Wasserstoff) dargestellt. C- und H-Atome werden nicht geschrieben, alle anderen Elemente schon.

## Stoffklassen

Stoffklasse	charakteristische Gruppe	
<b>Kohlenwasserstoffe</b>		
Alkane	$\begin{array}{c}   &   \\ -C & -C- \\   &   \end{array}$	C-C-Einfachbindung
Alkene	$>C=C<$	C-C-Doppelbindung
Alkine	$-C\equiv C-$	C-C-Dreifachbindung
<b>Alkohole</b>		
	$R-OH$	Hydroxygruppe
<b>Carbonylverbindungen</b>		
Ketone	$\begin{array}{c} \overset{\text{O}}{\parallel} \\ R_1-C-R_2 \end{array}$	mittelständige Carbonylgruppe
Aldehyde	$\begin{array}{c} \overset{\text{O}}{\parallel} \\ R_1-C-H \end{array}$	endständige Carbonylgruppe
<b>Carbonsäuren</b>		
	$\begin{array}{c} \overset{\text{O}}{\parallel} \\ R-C-OH \end{array}$	Carboxygruppe
<b>Acetale / Ketale</b>		
Halbacetal	$\begin{array}{c} OH \\   \\ R_1-C-H \\   \\ \text{O}-R_2 \end{array}$	
Vollacetal	$\begin{array}{c} \text{O}-R_3 \\   \\ R_1-C-H \\   \\ \text{O}-R_2 \end{array}$	
Halbketal	$\begin{array}{c} OH \\   \\ R_1-C-R_0 \\   \\ \text{O}-R_2 \end{array}$	
Vollketal	$\begin{array}{c} \text{O}-R_3 \\   \\ R_1-C-R_0 \\   \\ \text{O}-R_2 \end{array}$	
<b>Ester</b>		
	$\begin{array}{c} \overset{\text{O}}{\parallel} \\ R_1-C-\bar{O}-R_2 \end{array}$	Estergruppe
<b>Peptid / Amid</b>		
	$\begin{array}{c} \overset{\text{O}}{\parallel} \\ R_1-C-\bar{N}-R_2 \\   \\ H \end{array}$	Peptid-/Amidgruppe

R, R<sub>x</sub>: Alkylreste

# IUPAC-Nomenklatur

teilweise übernommen aus <http://www-organik.praktika.chemie.uni-wuerzburg.de//uebung-op1/nomenklatur-regeln-ws08.pdf>

1. Der Name ist folgendermaßen aufgebaut:

Präfix	Stamm	Suffix
Welche Substituenten an der Hauptkette?	Wie viele C-Atome in der Hauptkette?	Welche Stoffklasse?

2. Identifizieren der verschiedenen Substituenten und funktionellen Gruppen, die im Molekül vorhanden sind.
3. Beurteilen der Prioritäten nach folgender absteigender Prioritätenliste:  
Carbonsäure > Aldehyd > Keton > Alkohol > Alken > Alkin > Alkan, Ring vor Kette
4. Suchen der längsten Kohlenwasserstoffkette mit der funktionellen Gruppe der höchsten Priorität.
5. Die Anzahl der Kohlenstoffatome ergibt den Stammnamen.

C-Atome	Name	C-Atome	Name
1	Methan	6	Hexan
2	Ethan	7	Heptan
3	Propan	8	Octan
4	Butan	9	Nonan
5	Pentan	10	Decan

6. Die höchstpriorisierte funktionelle Gruppe bildet das Suffix. Suffixe sind:

Gruppe	Suffix
Carbonsäure (-COOH)	-säure
Aldehyd (-CHO)	-al
Keton (-CO-)	-on
Alkohol (-OH)	-ol
Alken (>C=C<)	-en
Alkin (-C≡C-)	-in
Alkan	-an

- „-säure“, „-al“, „-on“ und „-ol“ werden immer mit „-an“, „-en“ oder „-in“ verbunden.
  - „-an“ wird nicht geschrieben, wenn „-en“ oder „-in“ benutzt wird.
  - „-säure“, „-al“, „-on“ und „-ol“ werden nicht gemeinsam verwendet. Es wird nur die höchste funktionelle Gruppe als Suffix aufgeführt, alle anderen Substituenten werden im Präfix gelistet.
7. Nummerieren der längsten Kette, sodass die funktionelle Gruppe mit der höchsten Priorität eine möglichst kleine Nummer erhält.
8. Benennen der anderen Substituenten als Präfixe:

Gruppe	Präfix
Carbonsäure (-COOH)	-carboxy-
Aldehyd (-CHO)	-formyl-
Keton (-CO-)	-oxo-
Alkohol (-OH)	-hydroxy-
Alkylreste (C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> )	-??yl- (z. B. -methyl-, -ethyl- etc.)

9. Schreiben der Substituenten vor den Stammnamen in alphabetischer Reihenfolge.
10. Kommen Substituenten mehrfach vor, dies durch griechische Zahlenwörter kennzeichnen.
11. Positionsnummern der Substituenten / funktionellen Gruppen vor die jeweiligen Wortteile schreiben – die Positionsnummer „1“ kann beim Suffix entfallen.

z. B. 2-Oxopropansäure, 3-Ethyl-2-methylpentan

## Isomerie

Der Begriff der Isomerie beschreibt das Auftreten von zwei oder mehreren chemischen Verbindungen mit der gleichen Summenformel.

### 1. Konstitutions- / Strukturisomerie

Die Isomere unterscheiden sich in der Reihenfolge der Atome und ihrer Bindungen.

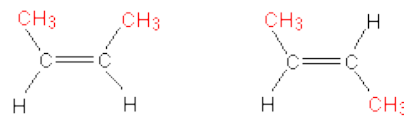
z. B. Butan & 2-Methylpropan, But-1-en & But-2-en, Propan-1-ol & Propan-2-ol, Propanal & Propanon, Pent-1-en und Cyclopentan

### 2. Stereoisomerie

Die Isomere haben die gleiche Struktur, unterscheiden sich aber durch ihre räumliche Anordnung

→ E/Z-Isomerie

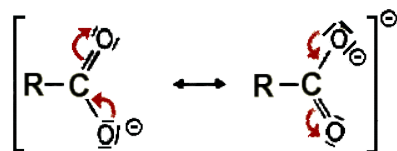
z. B. (Z)-But-2-en & (E)-But-2-en



Quelle: <http://www.chemguide.co.uk/mechanisms/elim/cisandtrans.GIF>

## Mesomerie

Die Bindungsverhältnisse in einem Molekül lassen sich nicht durch eine einzige Strukturformel darstellen – hierfür werden mehrere Grenzformeln benötigt. Diese werden durch einen Mesomeriepfeil und eckige Klammern als solche gekennzeichnet.



Quelle: <https://www.uni-due.de/~hc0014/S+WM/Definitionen/Carboxylation.gif>

Moleküle mit Mesomerie sind durch die delokalisierten Elektronen stabiler als Moleküle ohne. Man spricht von einer Mesomeriestabilisierung. Die Bindungslänge liegt zwischen Einfach- und Doppelbindung.

## Nachweisreaktionen für Aldehyde

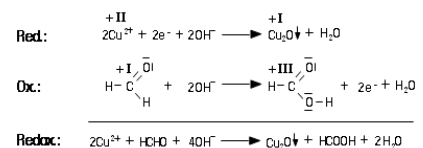
### 1. Silber Spiegel- / Tollens-Probe

Alkalische Silbernitratlösung und die zu untersuchende Probe werden in einem Reagenzglas erhitzt. Handelt es sich um einen Aldehyd, so scheidet sich an der Reagenzglaswand elementares Silber in Form eines glänzenden Spiegels ab.

### 2. Fehlingprobe

Hellblaue Fehling-I-Lösung (Kupfer(II)-sulfat-Lösung) und farblose Fehling-II-Lösung (alkalische Kalium-Natrium-

Tartrat-Lösung) werden vermischt, es entsteht eine tiefblaue, klare Lösung. Diese wird mit der zu untersuchenden Probe vermischt und erhitzt. Handelt es sich bei der Probe um einen Aldehyd, so scheidet sich ein ziegel-roter Niederschlag (Kupfer(I)-oxid) ab.



# Reaktionsmechanismen

## 1. Radikalische Substitution

Alkan + Halogen  $\longrightarrow$  Monohalogenalkan + Wasserstoffhalogenid

- Belichtung notwendig!
- Nachweis des Nebenprodukts Wasserstoffhalogenid mit Indikator oder Silbernitrat
- Schritte: Kettenstart (homolytische Bindungsspaltung), 2x Kettenreaktion, Kettenabbruch

## 2. Elektrophile Addition

Alken + Halogen  $\longrightarrow$  Dihalogenalkan

- Keine Belichtung notwendig!
- Funktioniert auch mit Alkinen
- Ist eine Nachweisreaktion für ungesättigte Kohlenwasserstoffe
- Auch andere Stoffe können addiert werden (evtl. mit Katalysator):  
Wasserstoffhalogenid, Wasserstoff (Hydrierung), Wasser (Hydratisierung), ...
- Schritte: Elektrophiler Angriff,  $\pi$ -Komplex,  $\sigma$ -Komplex, nukleophiler Rückseitenangriff

## 3. Nukleophile Addition

Teil 1: Aldehyd / Keton + Alkohol  $\longrightarrow$  Halbacetal/-ketal

Teil 2: Halbacetal/-ketal + Alkohol  $\longrightarrow$  Vollacetal/-ketal + Wasser

- Säurekatalysiert
- Schritte:  
Teil 1: Protonierung, nukleophiler Angriff, Deprotonierung  
Teil 2: Protonierung, Eliminierung von Wasser, nukleophiler Angriff, Deprotonierung

## 4. Veresterung

(Carbon-)Säure + Alkohol  $\longrightarrow$  Ester + Wasser

- Säurekatalysiert
- Gleichgewicht zwischen Edukten und Produkten!
- Schritte: Protonierung der Carboxygruppe, nukleophiler Angriff des Alkohols, intramolekularer Protonenübergang (Tautomerie), Wasserabspaltung, Deprotonierung

## 5. Peptid-/Amidbildung

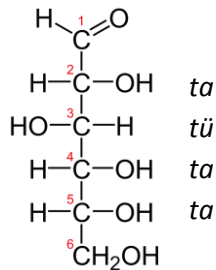
Aminosäure + Aminosäure  $\longrightarrow$  Peptid / Amid + Wasser

- Peptid-/Amidbildung säurekatalysiert
- Gleichgewicht zwischen Edukten und Produkten!
- Schritte wie bei Veresterung!

# Biomoleküle

## Kohlenhydrate

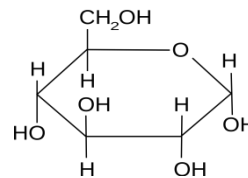
Wichtigstes Kohlenhydrat ist die D-Glucose, die offenkettig in der Fischer-Projektion oder ringförmig in der Haworth-Projektion dargestellt werden kann.



D-Glucose

Fischer-Projektion

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/27/D-glucose-chain-2D-Fischer.png>



$\alpha$ -D-Glucose

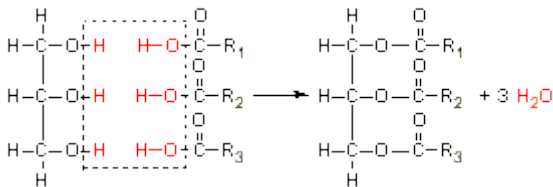
Haworth-Projektion

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/84/Alpha-D-glucose\\_Haworth.svg/2000px-Alpha-D-glucose\\_Haworth.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/84/Alpha-D-glucose_Haworth.svg/2000px-Alpha-D-glucose_Haworth.svg.png)

Beim Ringschluss verbinden sich die Aldehydfunktion an C-1 und die Hydroxygruppe an C-5 zu einem Halbacetal. Diese Reaktion ist in wässriger Lösung reversibel. Mehrere Glucose-Einheiten können sich zu einem kettenförmigen Polysaccharid, z. B. der Stärke verbinden (Vollacetalbildung).

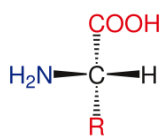
## Fette

Fette sind Glycerinester, bei denen drei Fettsäuren (langkettige Carbonsäuren) mit Glycerin verestern.



Glycerin + 3 Fettsäuren  $\rightarrow$  Triacylglycerid + Wasser

## Aminosäuren und Proteine



Aminosäuren enthalten eine Carboxy- und eine Aminogruppe am gleichen C-Atom.

Der Rest R kann unterschiedliche Gruppen tragen. Es gibt 20 verschiedene natürlich vorkommende Aminosäuren.

Aminosäuren verknüpfen sich über eine Peptidbindung zu einem Makromolekül. Bei einer Kette von über 100 Aminosäuren spricht man von einem Protein. Man unterscheidet vier Strukturebenen:

1. **Primärstruktur:** Abfolge der Aminosäuren, Verbindung der AS über Peptidbindungen
2. **Sekundärstruktur:**  $\alpha$ -Helix und  $\beta$ -Faltblatt, Stabilisierung durch intramolekulare Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Atomen der Peptidbindungen
3. **Tertiärstruktur:** Abfolge von  $\alpha$ -Helix,  $\beta$ -Faltblatt und Zufallsknäuel in unterschiedlicher Reihenfolge, Stabilisierung durch Kräfte zwischen den Resten (Disulfidbrücke, Ionen-Ionen-WW, Wasserstoffbrückenbindung, Dipol-Dipol- und Van-der-Waals-WW)
4. **Quartärstruktur:** Räumliche Anordnung mehrerer Proteineinheiten, Stabilisierung durch intermolekulare Wechselwirkungen