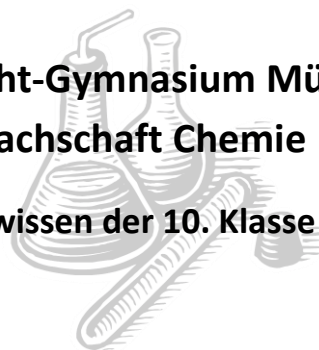


Rupprecht-Gymnasium München

Fachschaft Chemie

Grundwissen der 10. Klasse NTG



In der Jahrgangsstufe 10 erwerben die Schüler folgendes Grundwissen:

- ✓ Sie kennen die wichtigsten Alkane, Alkene und Alkine, können sie benennen, ihre Bindungsverhältnisse und Molekülstrukturen beschreiben und sind sich der hier auftretenden Isomeriephänomene bewusst.
- ✓ Sie können die radikalische Substitution sowie die elektrophile und nucleophile Addition formulieren.
- ✓ Sie wissen, dass viele chemische Reaktionen umkehrbar sind.
- ✓ Sie kennen wichtige Vertreter der sauerstoffhaltigen organischen Verbindungen sowie deren funktionelle Gruppen und können deren Eigenschaften und Reaktionsverhalten erläutern.
- ✓ Sie kennen die Grundstruktur der Kohlenhydrate, Fette und Proteine und ihre Bedeutung als Biomoleküle.

[vgl. ISB Lehrplan, 10 NTG]

1. Stoffklassen und Nomenklatur

Funktionelle Gruppen sind Atomgruppen, die die Stoffeigenschaften und das Reaktionsverhalten der Verbindung maßgeblich bestimmen.

Verbindungen, die die gleichen funktionellen Gruppen tragen, werden zu Stoffklassen zusammengefasst.

Die wichtigsten Stoffklassen der Kohlenwasserstoffe sind die Alkane, Alkene und Alkine.

- **Alkane** haben nur **Einfachbindungen** und erhalten das Suffix „-an“.
- **Alkene** haben mindestens eine **Doppelbindung** und erhalten das Suffix „-en“.
- **Alkine** haben mindestens eine **Dreifachbindung** und erhalten das Suffix „-in“.

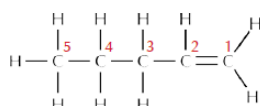
Tabelle 1:

Homologe Reihe der Alkane

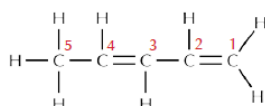
Name	Halbstrukturformel
Methan	CH ₄
Ethan	H ₃ C-CH ₃
Propan	H ₃ C-CH ₂ -CH ₃
Butan	H ₃ C-(CH ₂) ₂ -CH ₃
Pentan	H ₃ C-(CH ₂) ₃ -CH ₃
Hexan	H ₃ C-(CH ₂) ₄ -CH ₃
Heptan	H ₃ C-(CH ₂) ₅ -CH ₃
Octan	H ₃ C-(CH ₂) ₆ -CH ₃
Nonan	H ₃ C-(CH ₂) ₇ -CH ₃
Decan	H ₃ C-(CH ₂) ₈ -CH ₃
Undecan	H ₃ C-(CH ₂) ₉ -CH ₃
Dodecan	H ₃ C-(CH ₂) ₁₀ -CH ₃

Die Nomenklatur erfolgt nach den **IUPAC-Regeln** (International Union of Pure and Applied Chemistry). Für viele Verbindungen gibt es auch Trivialnamen. Der Name setzt sich aus dem **Stammnamen** und dem entsprechenden **Suffix** zusammen (s. Tabelle 1).

Ab vier Kohlenstoffatomen wird die Lage der Mehrfachbindung(en) mit Zahlen (= **Lokanten**) angegeben. Es wird so gezählt, dass die Zahlen möglichst klein sind. Gibt es mehrere Mehrfachbindungen, wird dies durch **griechische Zahlwörter** angegeben (s. Tabelle 2):



Pent-1-en

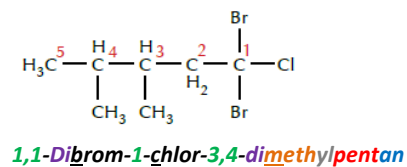
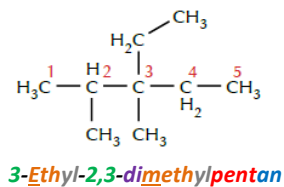


Penta-1,3-dien

Tabelle 2: Überblick über die griechischen Zahlenwörter

2: di-, 3: tri-, 4: tetra-, 5: penta-,
6: hexa-, 7: hepta-, 8: octa-,
9: nona-, 10: deca-

Bei verzweigten Molekülen bestimmt die längste Kette den **Stammmamen**. Es wird so nummeriert, dass die Verzweigungsstellen möglichst kleine Zahlen haben. Bei mehr als einem **Lokant** muss die Summe der Lokanten möglichst klein sein. Die **Seitenketten** werden mit **Stammmame** + Endung „-yl“ benannt und nach **alphabetischer Reihenfolge** geordnet. Treten mehrere gleiche Seitenketten auf, wird vor den Namen ein **griechisches Zahlwort** gestellt, das in der alphabetischen Reihenfolge nicht berücksichtigt wird.



Die Tabelle gibt einen Überblick über die wichtigsten Stoffklassen der Organischen Chemie.

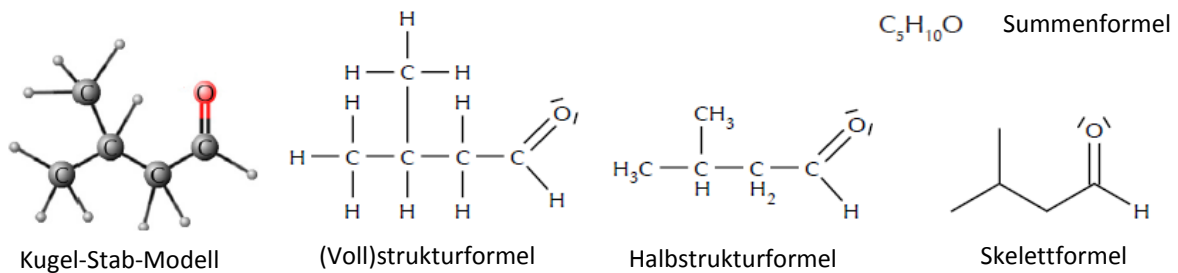
Tabelle 3: Überblick mit den wichtigsten Stoffklassen

Stoffklasse	Funktionelle Gruppe	Suffix	Beispiel
Alkane	Einfachbindungen	-an	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\text{CH}_3$ <i>Butan</i> (Feuerzeuggas)
Halogenalkane	Halogenatome	-an	<i>1,1,1-Trichlor-1-Fluormethan</i> (Treibgas, Kühlmittel, FCKW)
Alkene	Doppelbindungen	-en	<i>Ethen</i> (Reifungshormon bei Pflanzen)
Alkine	Dreifachbindungen	-in	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ <i>Ethin</i> (Autogenes Schweißen)
Alkohole	Hydroxygruppe	-ol	<i>Ethanol</i> (Trinkalkohol)
Aldehyde	Carbonylgruppe an einem primären Kohlenstoffatom	-al	<i>Ethanal</i> (Acetaldehyd, wichtiger Ausgangsstoff der Industrie)
Ketone	Carbonylgruppe an einem sekundären Kohlenstoffatom	-on	<i>Propanon</i> (Aceton, Lösungsmittel)
Carbonsäuren	Carboxygruppe	-säure	<i>Ethansäure</i> (Bestandteil von Essig)
Ester	Estergruppe	-ester	<i>Ethansäureethylester</i> (Lösungsmittel in UHU-Kleber)

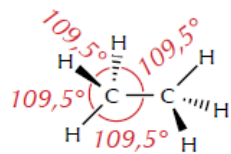
2. Bindungsverhältnisse und das Phänomen der Isomerie

Kohlenstoffatome bilden in aller Regel **vier Atombindungen** aus. Moleküle mit „C-C“-Mehrfachbindungen nennt man **ungesättigt**, da nicht jedes Kohlenstoffatom vier Bindungspartner hat (Beispiel: Alkene, Alkine). Moleküle ohne „C-C“-Mehrfachbindungen heißen **gesättigt** (Beispiel: Alkane).

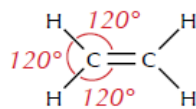
Es gibt verschiedene **Darstellungsweisen** für organische Moleküle:



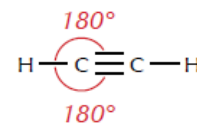
Die **Bindungswinkel** ergeben sich aus dem Elektronenpaarabstoßungsmodell (vgl. 9. Jahrgangsstufe):



*vier Bindungspartner
→ tetraedisch*



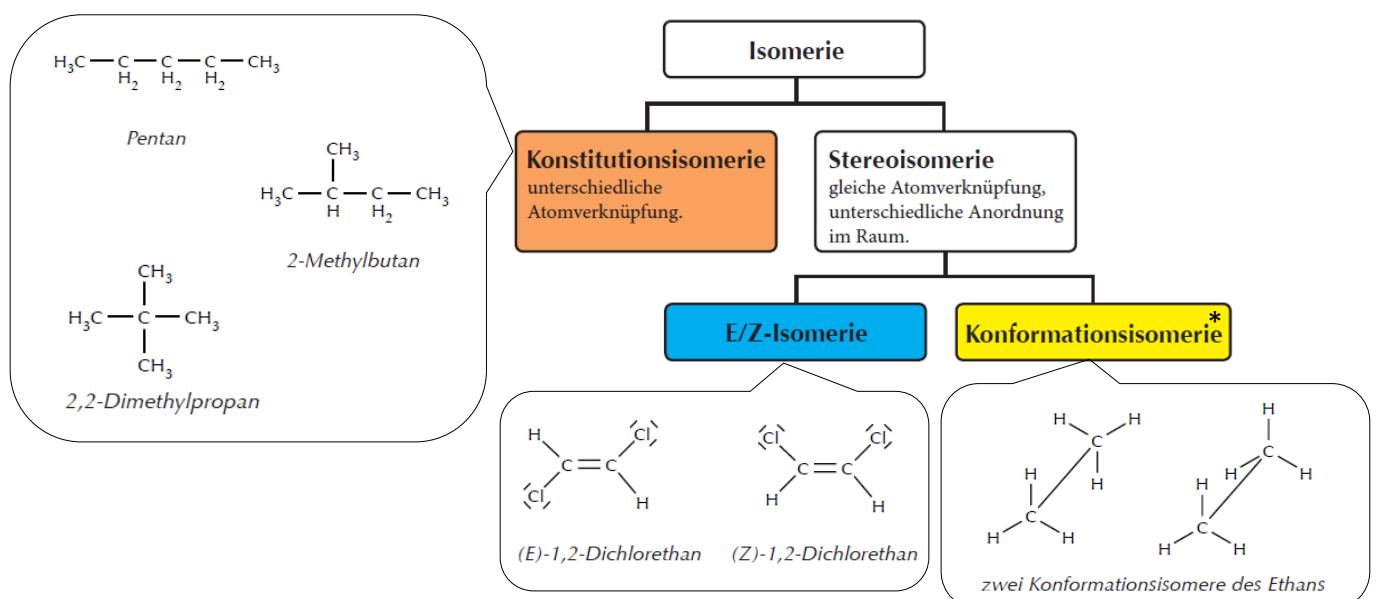
*drei Bindungspartner
→ planar*



*zwei Bindungspartner
→ linear*

Moleküle mit **gleicher Summenformel**, aber **unterschiedlicher Strukturformel**, nennt man **Isomere**.

Es gibt unterschiedliche Arten der Isomerie:



* stellt kein Grundwissen der 10. Jahrgangsstufe dar

3. Physikalische Eigenschaften

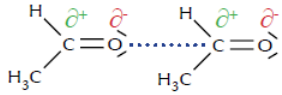
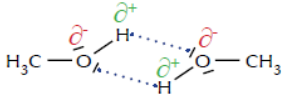
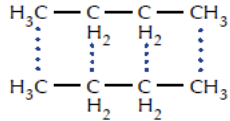
Die wichtigste Grundregel: Die Molekülstruktur einer Verbindung bestimmt die Eigenschaft des Stoffes (= **Struktur-Eigenschafts-Konzept**)!

- Die **Zwischenmolekularen Kräfte** (Wechselwirkungen) zwischen den Molekülen bestimmen daher das **Löslichkeitsverhalten** („Gleiches löst sich in Gleichem!“), die **Viskosität** (Maß für die Zähflüssigkeit einer Flüssigkeit) und die **Siedetemperatur** von organischen Stoffen (vgl. 9. Jahrgangsstufe).

Die Begriffe **polar**, **hydrophil** und **lipophob** werden synonym verwendet.

Die Begriffe **unpolar**, **hydrophob** und **lipophil** werden ebenso synonym verwendet.

Die Zwischenmolekularen Kräfte zwischen organischen Molekülen:

- Ist ein Molekül ein **Dipolmolekül** wirken **Dipol-Dipol-Kräfte** und man spricht von einem polaren Molekül(teil). 
- Ein Spezialfall der Dipol-Dipol-Kräfte sind die **Wasserstoffbrücken** (H-Brücken). Demnach können von den funktionellen Gruppen nur die Hydroxy- und die Carboxygruppe H-Brücken ausbilden. 
- Zwischen **unpolaren** Molekülen bzw. Molekülteilen wirken nur die **Van-der-Waals-Kräfte** (VdWK). Prinzipiell treten diese auch zwischen polaren Molekülen bzw. Molekülteilen auf, spielen hier aber keine Rolle. Die VdWK summieren sich bei längeren Kohlenwasserstoffen. Treten jedoch Verzweigungen oder Knicke (z.B. durch Doppelbindungen) in der Kohlenstoffkette auf, verringert dies die Anlagerungsfläche und die VdWK sind geringer. VdWK werden auch mit steigender Molekülmasse größer. 
- Dipol-Ionen-Wechselwirkungen** treten bei zum Beispiel bei Carboxylaten auf (→ Seifen!).

Die Stärke einer einzelnen Wechselwirkung hängt von mehreren Faktoren ab, lässt sich aber gut mit folgender Reihe beschreiben: **H-Brücken > andere Dipol-Dipol-Kräfte >> vdWK**

Bei der **Vorhersage von Siedetemperatur** geht es um die Wechselwirkungen zwischen gleichen Molekülen (z.B. zwischen vielen Ethanmolekülen).

Je größer die zwischenmolekularen Kräfte zwischen den Molekülen, desto höher ist die Siedetemperatur des Stoffes.

Bei der **Vorhersage der Löslichkeit** eines Stoffes in einem anderen Stoff geht es um die Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Molekülen (z.B. zwischen Ethanolmolekülen und Wassermolekülen). Je größer/ähnlicher die zwischenmolekularen Wechselwirkungen zwischen den beiden Molekülen, desto besser löst sich der Stoff im Lösungsmittel.

ACHTUNG: Beim Lösen eines Stoffes oder Sieden eines Stoffes bleibt die Molekülstruktur erhalten!!!

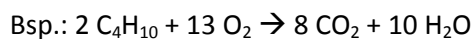
4. Reaktionen im Überblick

a) Verbrennungsreaktionen (Kohlenwasserstoffe)

Die meisten Kohlenwasserstoffe sind brennbar. Sie reagieren mit Sauerstoff in einer Redoxreaktion. Man unterscheidet:

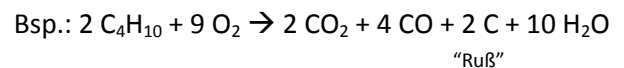
vollständige Verbrennung

(entleuchtete Flamme,
nur bei ausreichender Sauerstoffzufuhr)



unvollständige Verbrennung

(leuchtende, rußende Flamme
bei geringer Sauerstoffzufuhr)

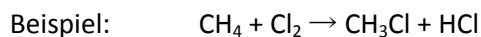


b) Radikalische Substitution (Alkane)

Alkane reagieren mit **Fluor**, **Chlor** oder **Brom** mit Hilfe von **UV-Licht**.

Bei **Substitutionsreaktionen** werden Atome durch andere Atome bzw. Atomgruppen ersetzt.

In diesem Fall wird ein Wasserstoffatom durch ein Halogenatom ersetzt. Die Reaktion beruht auf der Bildung von **Radikalen** (Radikale enthalten ein einzelnes, ungepaartes Elektron [= ·]).

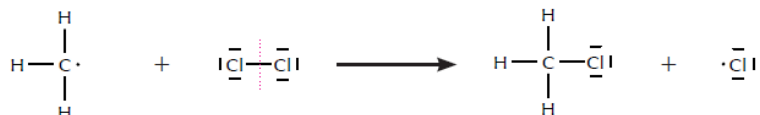


Reaktionsmechanismus:

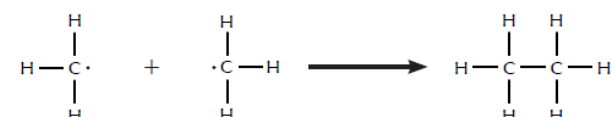
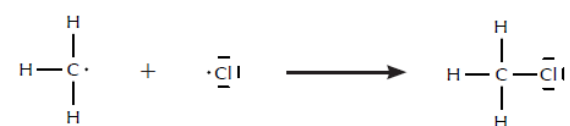
Startreaktion



Kettenreaktionen



Abbruchreaktionen

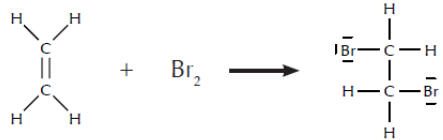


c) Elektrophile Addition (Alkene, Alkine)

Alkene und **Alkine** können auf Grund ihrer hohen Elektronendichte im Bereich der Mehrfachbindungen durch **elektrophile** („elektronenliebende“) Teilchen (z.B. polare Teilchen, Kationen) angegriffen werden.

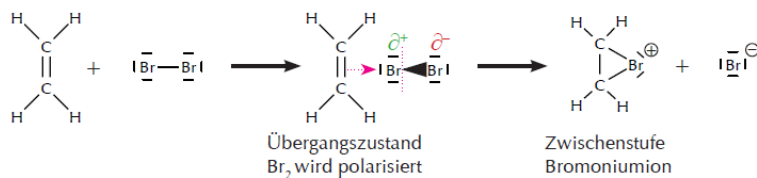
Bei **Additionsreaktionen** entsteht immer aus zwei Edukten ein Produkt.

Beispiel:

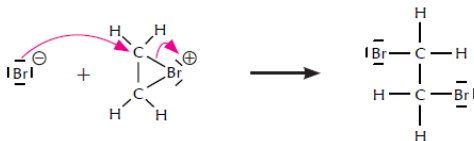


Reaktionsmechanismus:

Elektrophiler Angriff



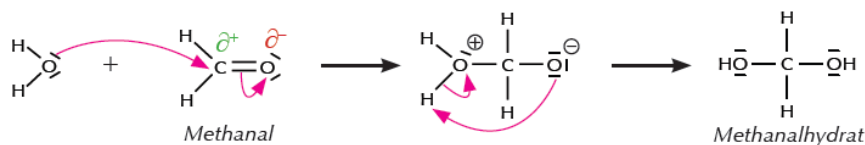
Nucleophiler Rückseitenangriff



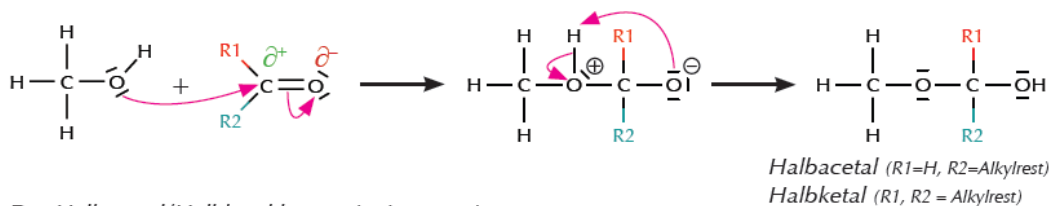
d) Nucleophile Addition (Carbonylverbindungen)

Das Kohlenstoffatom der Carbonylgruppe trägt eine positive Teilladung, was es zu einem Angriffsziel für nucleophile („kernliebende“) Teilchen (z.B. Wasser, Alkohole) macht.

Beispiel 1: Reaktion eines Aldehyds mit Wasser



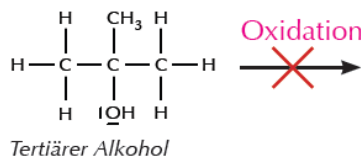
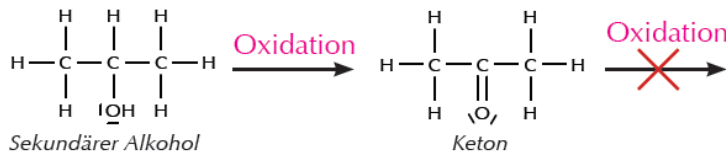
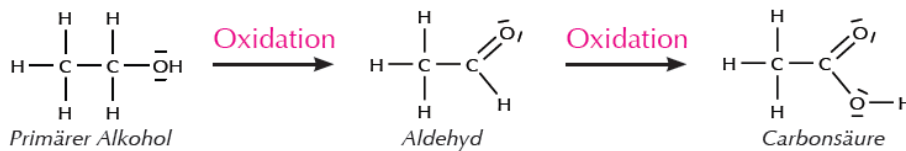
Beispiel 2: Reaktion eines Ketons/Aldehyds mit einem Alkohol



Das Halbacetal/Halbketal kann mit einem weiteren Alkoholmolekül unter Wasserabspaltung reagieren:

e) Oxidationsreaktionen (Alkohole, Aldehyde)

Primäre, sekundäre und tertiäre Alkohole unterscheiden sich in ihrer Reaktion mit Oxidationsmitteln. Aldehyde und Ketonen unterscheiden sich ebenfalls in ihrer Reaktion mit Oxidationsmitteln. Diese Unterschiede werden auch in Nachweisreaktionen sich zu Nutze gemacht.



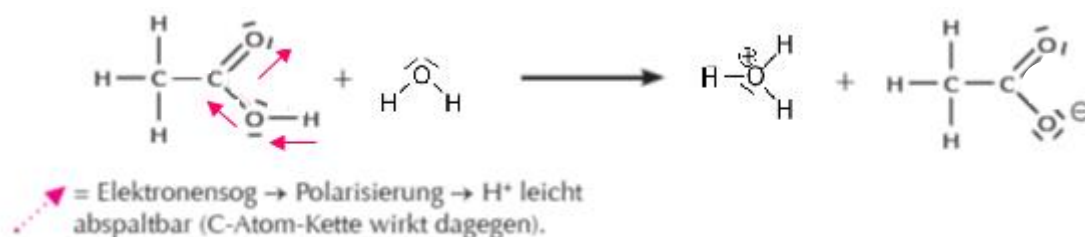
Primär = C-Atom mit OH-Gruppe ist mit einem C-Atom verbunden.
Sekundär = C-Atom mit OH-Gruppe ist mit zwei C-Atomen verbunden.
Tertiär = C-Atom mit OH-Gruppe ist mit drei C-Atomen verbunden.

Tabelle 4: Wichtige Nachweisreaktionen für Aldehyde

Name der Nachweisreaktion	Oxidationsmittel	Reduzierte Form	Beobachtung
Silberspiegelprobe bzw. Tollens-Probe	Ag ⁺ (im Basischen)	Ag	Bei Anwesenheit eines Aldehyds setzt sich ein Silberspiegel am Glasrand ab.
Fehling-Probe	Cu ²⁺ (im Basischen)	Cu ₂ O	Bei Anwesenheit eines Aldehyds setzt sich ein rotbrauner Niederschlag ab.

f) Acidität von Carbonsäuren

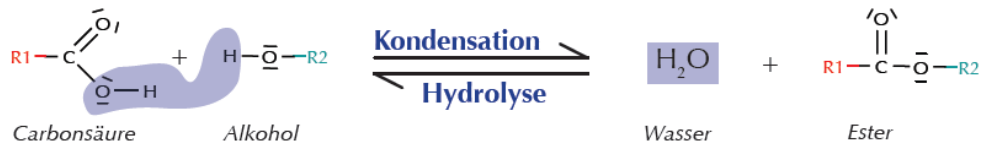
Die **Acidität** (Säurestärke) von Carbonsäuren ist relativ hoch, weil das Wasserstoffatom der Carboxylgruppe stark polarisiert ist.



g) Ester Kondensation und Ester Hydrolyse

Bei einer **Kondensationsreaktion** entsteht aus zwei Edukten ein Produkt unter Abspaltung von einem kleinen Molekül z.B. Wasser. Die Umkehrung ist die **Hydrolyse Reaktion** bei der das Produkt durch Anlagerung von z.B. Wasser wieder gespalten wird.

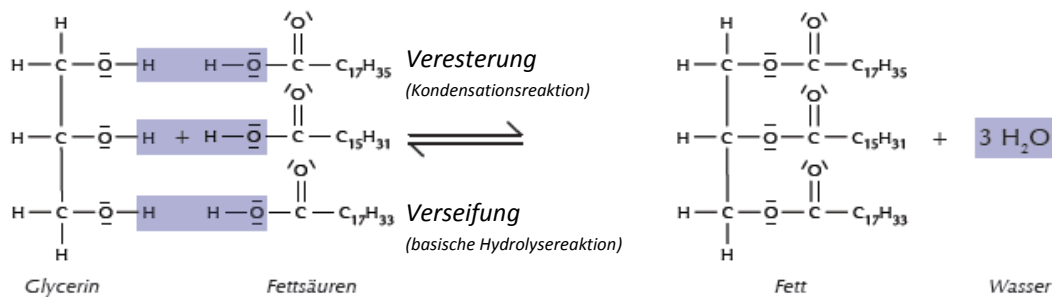
Die **Ester Kondensation** und die **Ester Hydrolyse** stellen ein Beispiel für eine reversible (umkehrbare) Reaktion dar. Hierbei reagieren **Carbonsäuren** mit **Alkoholen** zu **Estern**. Es handelt sich um eine Gleichgewichtsreaktion. Hin- und Rückreaktion stehen miteinander im **chemischen Gleichgewicht**.



5. Biomoleküle

5.1 Fette

Fette sind im Körper bedeutende Nähr- und Speicherstoffe und dienen der Wärmeisolation. Sie haben auch Bedeutung als nachwachsende Rohstoffe. Fettmoleküle sind **dreifache Ester** aus drei **Fettsäure**molekülen (= langkettige, unverweilte Carbonsäuren) und einem **Glycerin** Molekül (Propan-1,2,3-triol).

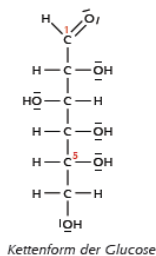


5.2 Kohlenhydrate

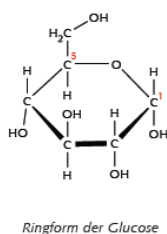
Kohlenhydrate sind mehrwertige **Alkohole mit einer Aldehyd- oder Ketogruppe**. Man unterscheidet Einfachzucker (**Monosaccharide**), Zweifachzucker (**Disaccharide**) oder Mehrfachzucker (**Polysaccharide**). Wichtige Kohlenhydrate:

Glucose

Bestandteil vieler Früchte, Energielieferant, wird bei der Fotosynthese gebildet



Nucleophile Addition der OH-Gruppe des C⁵-Atoms an der Aldehydgruppe.



Stärke

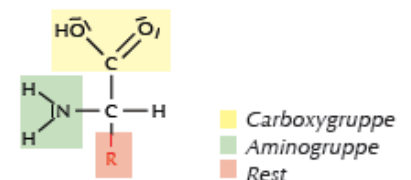
Bestandteil von Getreide und Kartoffeln, Speicherstoff

Polysaccharid aus vielen Glucosebausteinen

5.3 Proteine

Aminosäuren werden durch eine Kondensationsreaktion miteinander verknüpft. Es entstehen **Peptidbindungen**. Ein Protein ist ein Makromolekül aus derartig verknüpften Aminosäuren.

Es gibt 20 verschiedene Typen von natürlichen Aminosäuren, die sich in ihrem Rest unterscheiden. Die Aminosäuresequenz bestimmt die Struktur und Funktion des Proteins. Proteine sind wichtig Nähr-, Bau- und Gerüststoffe und spielen als Enzyme (= Biokatalysatoren) eine wichtige Rolle bei Stoffwechselfvorgängen.



Grundstruktur der Aminosäuren

