

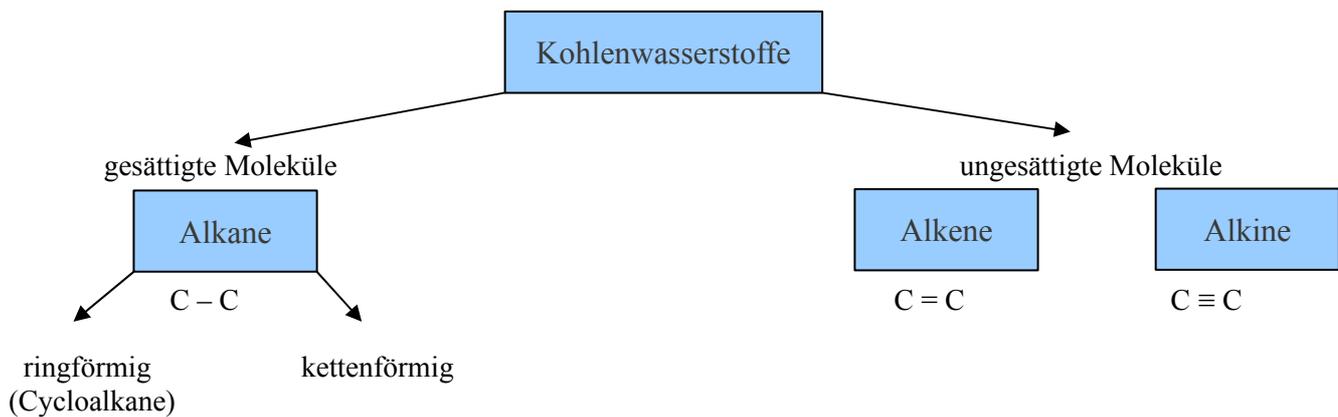
## Organische Chemie:

Die Organische Chemie beschäftigt sich mit dem Aufbau, der Herstellung und den Eigenschaften von chemischen Verbindungen, deren Teilchen Kohlenstoffatome enthalten.

Ausnahmen: Kohlenstoffoxide (z.B.  $\text{CO}_2$ ), Kohlensäure ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), Carbonate ( $\text{X}_y\text{CO}_3$ )

## Einteilung der Kohlenwasserstoffe

Verbindungen, deren Moleküle nur aus Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen aufgebaut sind.



## Alkane

Gesättigte Kohlenwasserstoffe mit der allgemeinen Molekülformel  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ .  
In den Molekülen liegen nur Einfachbindungen vor.

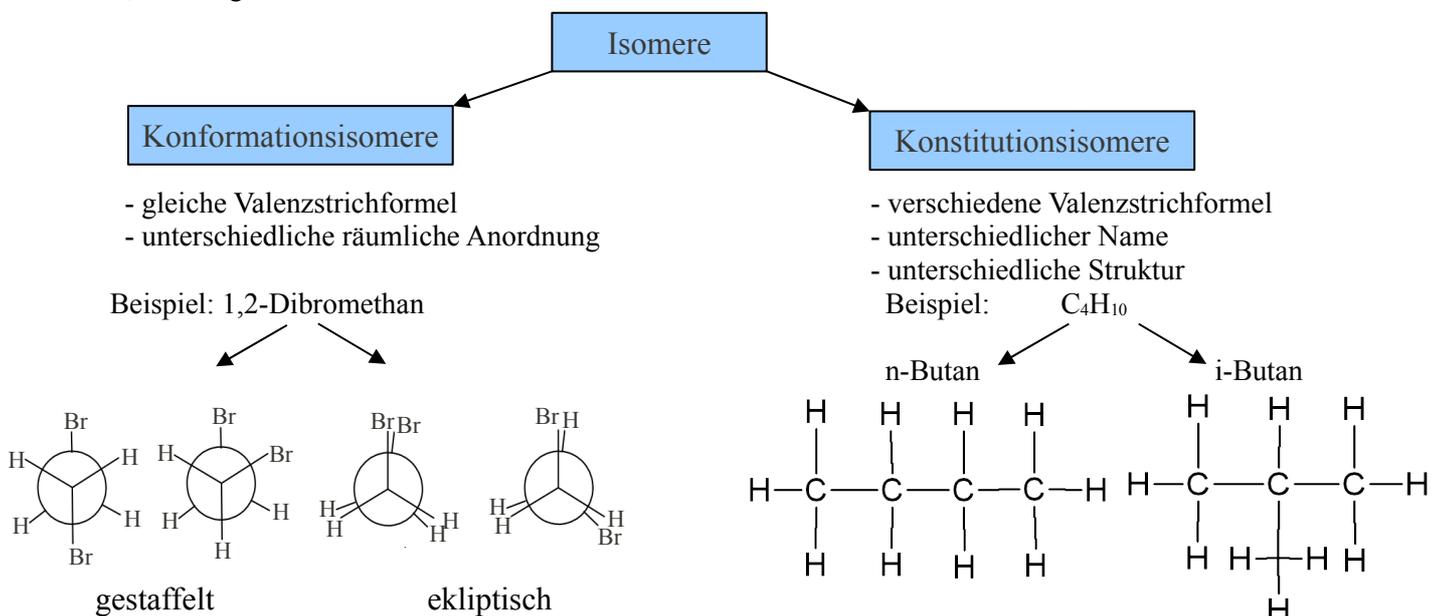
## Homologe Reihe der Alkane

Die Moleküle der Alkane werden in einer homologen Reihe geordnet.  
Sie unterscheiden sich ab dem Ethan aufsteigend durch eine zusätzliche  $\text{CH}_2$ -Gruppe:

Methan	Ethan	Propan	Butan	Pentan	Hexan	Heptan	Octan	Nonan	Decan
$\text{CH}_4$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}_3$	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_3$	usw...				

## Isomere:

Moleküle, die die gleiche Summenformel aber unterschiedlichen räumlichen Bau besitzen.

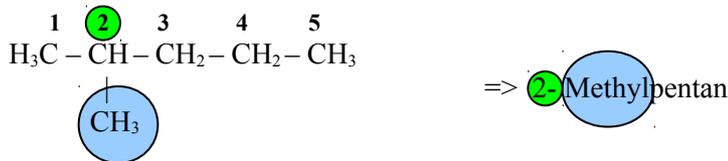


## Nomenklatur der Alkane nach IUPAC-Regeln:

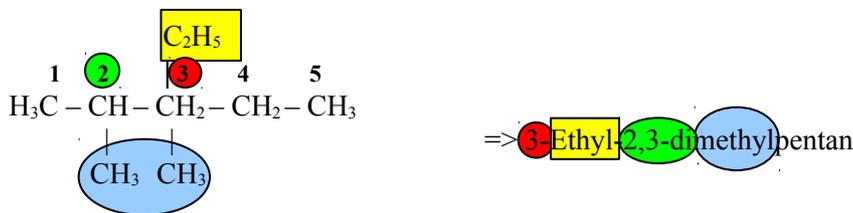
Längste unverzweigte Kette von verbundenen Kohlenstoffatomen (Hauptkette) ermitteln. Stammname des Alkans angeben:



Hauptkette durchnummerieren, mit dem Kohlenstoff-Atom beginnend, das einer Verzweigung am nächsten steht. Alkyl-Reste (Seitenketten) benennen, alphabetisch ordnen und dem Stammnamen voranstellen. Von der Seite beginnen, welche die kleinsten Zahlen für die Seitenketten ergibt:



Anzahl der gleichen Seitenketten werden durch griechische Zahlenworte (di, tri, tetra, penta, ...) vor dem jeweiligen Namen des Alkyl-Restes angegeben. Verzweigungsstellen zwischen Haupt- und Seitenkette werden in arabischen Zahlen angegeben:



## Molekülstruktur - Physikalische Eigenschaften der Alkane

Basiskonzept: Struktur-Eigenschaft

Basiskonzept: Stoffebene – Teilchenebene

### Schmelz- und Siedetemperaturen der Alkane

- Alkanmoleküle sind unpolare Moleküle
  - Zwischen ihnen wirken nur van-der-Waals-Kräfte.
  - Diese nehmen mit der Kettenlänge zu und sind zwischen linearen Isomeren größer als zwischen verzweigten.
  - Je stärker die zwischenmolekularen Kräfte sind, desto größer sind Schmelz- und Siedetemperaturen der Stoffe.
- } Teilchenebene  
} Stoffebene

### Löslichkeit / Mischbarkeit Grundwissen 9.Klasse Chemie: Wechselwirkungen zwischen Teilchen

Unpolare Moleküle können schlecht zwischen polaren Teilchen (oder Ionen) eingelagert werden, da zwischen diesen stärkere Kräfte (Dipol-Dipol-Wechselwirkungen, Ionenbindungen) wirken.

Alkane sind gut löslich in Stoffen aus unpolaren Teilchen (lipophil), schlecht löslich in Stoffen aus polaren Teilchen wie Wasser (hydrophob).

Teilchenart	Teilchenebene	Stoffebene
Alkan-Moleküle	unpolare Moleküle	lipophil / hydrophob
z.B. Wasser-Moleküle	polare Moleküle	lipophob / hydrophil

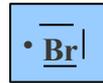
## Chemische Eigenschaften der Alkane

- Alkane sind brennbar, bei der vollständigen Verbrennung entstehen Wasser und Kohlenstoffdioxid.
- Bevorzugter Reaktionstyp: Radikalische Substitution (Austauschreaktion) mit Halogen-Atomen:

- Homolytische Spaltung des Halogenmoleküls durch Licht und Bildung von zwei Halogenradikalen
- Ein Halogenradikal reagiert mit einem Wasserstoffatom des Alkanmoleküls zu Wasserstoffhalogenid
- Das zweite Halogenradikal reagiert mit dem Alkylradikal zu einem Halogenalkan-Molekül.

## Radikal

Reaktives Teilchen, welches ein ungepaartes Elektron besitzen:



## Alkene

Ungesättigte Kohlenwasserstoffe mit mindestens einer Doppelbindung. Die allgemeine Molekülformel von Alkenen mit einer Doppelbindung lautet:  $C_nH_{2n}$

## Alkine

Ungesättigte Kohlenwasserstoffe mit mindestens einer Dreifachbindung. Die allgemeine Molekülformel von Alkinen mit einer Dreifachbindung lautet:  $C_nH_{2n-2}$

## Nomenklatur der Alkene / Alkine

Alkene sind durch die Endung „-en“, Alkine durch die Endung „-in“ gekennzeichnet.

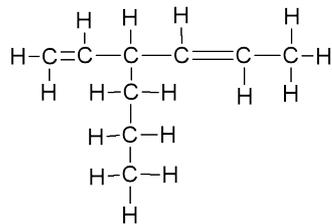
Die Lage der Mehrfachbindung wird durch eine arabische Zahl vor der Endung verdeutlicht.

Die Anzahl der Mehrfachbindungen durch griechische Zahlenworte vor der Endung angegeben.

Bei der Nummerierung der Hauptkette wird mit dem Kohlenstoff-Atom begonnen, das näher an der ersten Mehrfachbindung liegt.

### Beispiel:

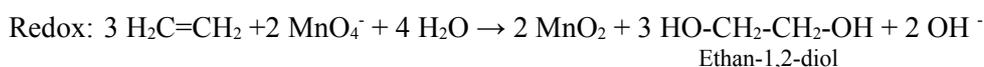
3-Propyl-1,4-hexadien



## Chemische Eigenschaften der Alkene / Alkine

- Alkene und Alkine sind reaktionsfähiger als Alkane.
- Alle Alkene und Alkine sind brennbar.
- Alkene und Alkine reagieren nach dem Mechanismus der **Elektrophilen Addition** mit Halogenen (Halogenwasserstoff, Wasser, Wasserstoff).

Stoffe aus ungesättigten Molekülen lassen sich durch Reaktion mit Kaliumpermanganat-Lösung nachweisen. Braunfärbung einer violetten Kaliumpermanganat-Lösung durch Bildung von Braunstein ( $MnO_2$ ) in einer basischen Lösung (**Baeyerprobe**): *Grundwissen 9.Klasse Chemie: Redox-Reaktionen*



- Viele Alken-Moleküle können in einer Polymerisationsreaktion zu Makromolekülen reagieren.

## Alkohole / Alkanole

Die funktionelle Gruppe der Alkohole ist die Hydroxyl-Gruppe (OH-Gruppe).

Die allgemeinen Molekülformel für Alkohole mit einer Hydroxyl-Gruppe lautet:  $C_nH_{2n+1}OH$

### Homologe Reihe und Nomenklatur der Alkohole

Die ersten Glieder der homologen Reihe der Alkohole sind: Methanol, Ethanol, Propanol, ...

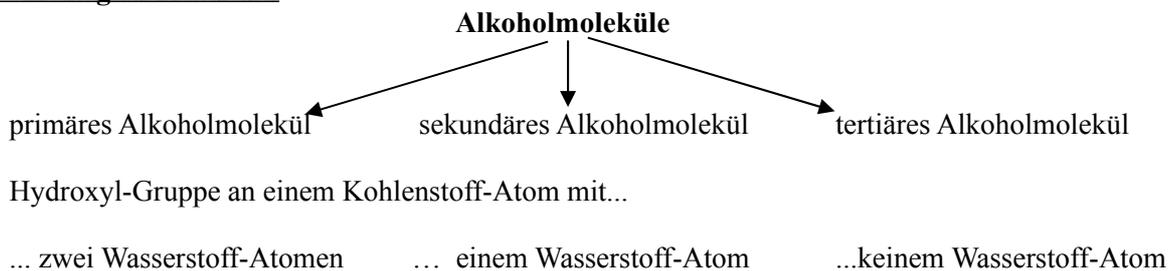
Dem Namen des entsprechenden Alkans wird die Endung „-ol“ angehängt.

### Konstitutionsisomerie der Alkohole

Die Hydroxyl-Gruppe kann in der homologen Reihe ab Propanol an unterschiedliche Kohlenstoffatome gebunden sein. Die Stellung der Hydroxyl-Gruppe wird durch eine arabische Ziffer vor der Endung „-ol“ angegeben.

Beispiel: Propan-1-ol

### Einteilung der Alkohole

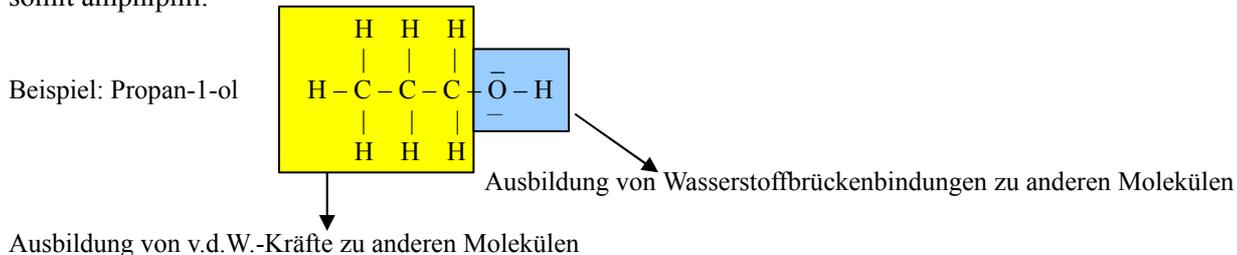


### Dirole, Triole, Polyole

Dirole enthalten zwei, Triole drei und Polyole mehrere Hydroxyl-Gruppen im Molekül, wobei meist jeweils nur eine Hydroxyl-Gruppe an einem Kohlenstoff-Atom gebunden ist (Erlenmeyer-Regel).

### Physikalische Eigenschaften der Alkohole

Alkohol-Moleküle besitzen einen **unpolaren Kohlenwasserstoff-Rest** und eine **polare Hydroxyl-Gruppe**, sie sind somit amphiphil.



Siede- und Schmelztemperaturen der Alkohole liegen entsprechend höher als die vergleichbarer Alkane, da mehr Energie erforderlich ist um die zusätzlichen Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Molekülen zu überwinden.

Je größer der unpolare Kohlenwasserstoff-Rest ist ( Ethanol → Propan-1-ol → Butan-1-ol), desto weniger polar ist das entsprechende Alkohol-Molekül. Je unpolarer die Alkohol-Moleküle, desto schlechter lässt sich der entsprechende Alkohol mit Wasser mischen und umso besser mischbar ist dieser mit Stoffen aus unpolaren Teilchen.

### Chemische Eigenschaften der Alkohole

- Alle Alkohole sind brennbar, bei der vollständigen Verbrennung entstehen Wasser und Kohlenstoffdioxid.
- Alkohol-Moleküle lassen sich durch entsprechende Oxidationsmittel (Kupfer(II)oxid, Permanganat-Ionen, Dichromat-Ionen) oxidieren.



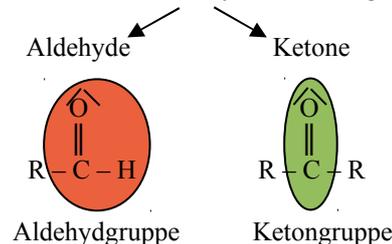
Tertiäre Alkohol-Moleküle lassen sich nicht oxidieren. Bei Einwirkung stärkerer Oxidationsmittel wird die Molekülstruktur aufgebrochen.

## Aldehyde / Ketone

Die funktionelle Gruppe ist die Carbonylgruppe:

Das Carbonyl-Kohlenstoffatom ist an ein Sauerstoffatom mit einer Doppelbindung gebunden.

Enthält ein Molekül eine Carbonylgruppe, bezeichnet man es auch als Carbonylverbindung



### Homologe Reihe und Nomenklatur der Aldehyde (Alkanale) und Ketone (Alkanone)

Die ersten Glieder der homologen Reihe der Aldehyde sind: Methanal, Ethanal, Propanal, ...

Dem Namen des entsprechenden Alkans wird die Endung „-al“ angehängt.

Die ersten Glieder der homologen Reihe der Alkanone sind: Propanon, Butanon, Pentanon, ...

Dem Namen des entsprechenden Alkans wird die Endung „-on“ angehängt. Die Stellung der Carbonylgruppe wird durch eine arabische Ziffer vor der Endung „-on“ angegeben (z.B. Pentan-2-on).

### Physikalische Eigenschaften der Aldehyde / Ketone

Aldehyd-Moleküle besitzen einen unpolaren Kohlenwasserstoff-Rest, Keton-Moleküle zwei KW-Reste.

Die Alkyl-Reste bilden v.d.W.-Kräfte zu anderen unpolaren Molekülen. Die polare Carbonyl-Gruppe bildet Dipol-Dipol-Wechselwirkungen zu anderen polaren Molekülen (Wasserstoffbrücken-Bindungen nur zu Wassermolekülen).

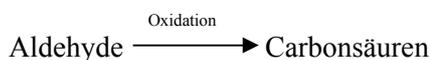
Siede- und Schmelztemperaturen der Alkanale und Alkanone liegen entsprechend höher als die vergleichbarer Alkane. Sie liegen niedriger als die entsprechender Alkohole.

Je größer der unpolare Kohlenwasserstoff-Rest ist, desto weniger polar ist das entsprechende Aldehyd- bzw. Keton-Molekül. Je unpolarer die Carbonyl-Moleküle, desto schlechter lassen sich die entsprechenden Stoffe mit Wasser mischen und umso besser mischbar sind diese mit Stoffen aus unpolaren Teilchen.

### Chemische Eigenschaften der Aldehyde / Ketone

Alle Aldehyde / Ketone sind brennbar, bei der vollständigen Verbrennung entstehen Kohlenstoffdioxid und Wasser.

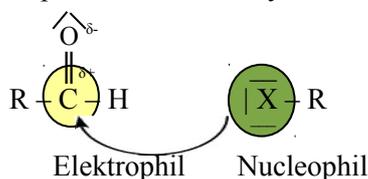
Aldehyd-Moleküle wirken reduzierend, sie lassen sich durch entsprechende Oxidationsmittel zu Carbonsäure-Molekülen oxidieren:



Ketone wirken nicht reduzierend, sie lassen sich nicht ohne Bindungsbruch oxidieren.

Typische Nachweisreaktionen für Aldehyde beruhen auf der reduzierenden Wirkung der Moleküle:

- Fehlingprobe: Reduktion von Kupfer(II)-Ionen zu Kupfer-Atomen
- Silberspiegelprobe: Reduktion von Silber(I)-Ionen zu Silber-Atomen
- Nucleophile Addition: Addition eines nucleophilen Teilchens (z.B. Wasser-, Ammoniak-, Alkoholmoleküle) an das positivierte Carbonyl-Kohlenstoffatom und anschließende intramolekulare Protonenwanderung.

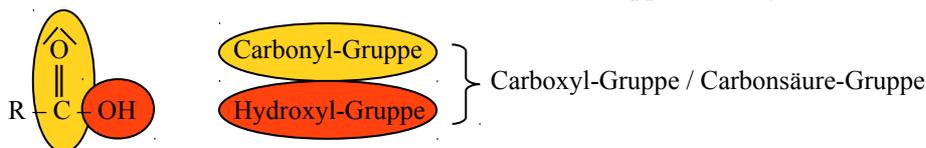


Elektrophil	Nucleophil
„Elektronen-liebendes“ Teilchen Das elektronenarme Teilchen wird als Elektrophil bezeichnet. Elektrophile Reaktionspartner sind positiv geladen (Kationen) oder besitzen eine stark positive Teilladung.	„Kern-liebendes“ Teilchen (Anionen, polare oder polarisierte Teilchen) greifen mit ihrer negativen Ladung bzw. Teilladung das Reaktionspartner-Teilchen am Ort geringer Elektronendichte an.

## Carbonsäuren

Funktionelle Gruppe: Carboxylgruppe / Carbonsäuregruppe

Carboxylkohlenstoff-Atom ist an ein Sauerstoff-Atom mit einer Doppelbindung und eine Hydroxyl-Gruppe gebunden.



### Homologe Reihe und Nomenklatur der Carbonsäuren:

Erste Glieder der homologen Reihe der Alkansäuren (Rest R: Alkylrest): Methansäure, Ethansäure, Propansäure, ...  
Dem Namen des entsprechenden Alkans wird die Endung „-säure“ angehängt.

### Physikalische Eigenschaften von Carbonsäuren

Alkansäure-Moleküle besitzen einen unpolaren Kohlenwasserstoff-Rest, der v.d.W.-Kräfte zu anderen unpolaren Molekülen ausbilden kann und eine polare Carboxyl-Gruppe, die Dipol-Dipol-Wechselwirkungen und Wasserstoffbrücken-Bindungen zu anderen polaren Molekülen ausbilden kann.

Siede- und Schmelztemperaturen der Alkansäuren liegen entsprechend höher als die vergleichbarer Alkane.

Je größer der unpolare Kohlenwasserstoffrest ist, desto weniger polar ist das entsprechende Alkansäuremolekül.

Je unpolarer die Carboxyl-Moleküle, desto schlechter lassen sich die entsprechenden Stoffe mit Wasser mischen.

Zwischen den Carboxyl-Gruppen von Carbonsäure-Moleküle bilden sich H-Brückenbindungen aus, sodass „Doppelmoleküle“ entstehen, die nach außen unpolar sind.

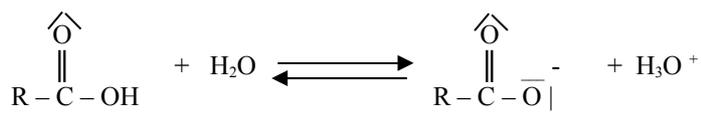
→ Alle Alkansäuren lösen sich gut in Lösungsmitteln aus unpolaren Teilchen.

### Chemische Eigenschaften der Carbonsäuren

Carbonsäuren verbrennen bei der vollständigen Verbrennung zu Kohlenstoffdioxid und Wasser.

Carbonsäure-Moleküle sind Säure-Teilchen: *Grundwissen 9.Klasse Chemie: Protolyse*

Die Carboxylgruppe von Carbonsäure-Molekülen kann ein Proton abspalten. Mit Wasser-Molekülen bilden sich Oxoniumionen und Carboxylat-Ionen (Carbonsäure-Anionen).



Säurestärke: Je stärker polarisiert die O-H-Bindung der Carboxyl-Gruppe ist, desto leichter kann das Proton abgespalten werden und desto stärker ist die Säure.

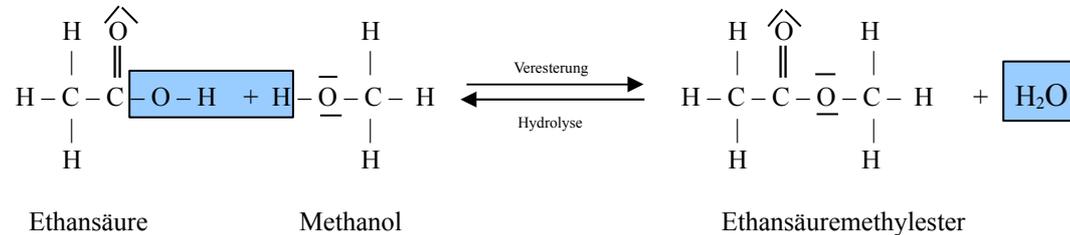
Protolysegleichgewicht:

Bei wässrigen Lösungen schwacher Säuren liegen nicht deprotonierte Säure-Moleküle und Säure-Anionen in einem bestimmten Verhältnis nebeneinander vor.

### Ester / Estergleichgewicht

Alkoholemoleküle reagieren mit Carbonsäure-Molekülen in Gegenwart einer starken Säure als Katalysator zu Ester-Molekülen und Wasser-Molekülen

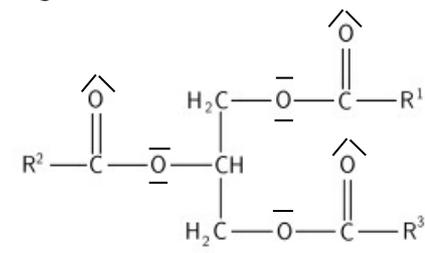
Es stellt sich ein chemisches Gleichgewicht ein, d.h. Edukte und Produkte liegen nebeneinander vor. Die Esterbildung (Veresterung) ist eine Kondensationsreaktion, die Esterspaltung (Verseifung) eine Hydrolyse.



Mechanismus der Esterbildung: Addition des Nucleophils (Alkoholmolekül) an das positiviert Carbonyl-Kohlenstoffatom, intramolekulare Protonenwanderung, Abspaltung des Wassermoleküls.

### Fette

Fettmoleküle sind Verbindungen (Triester) aus einem Propan-1,2,3-triol-Molekül (Glycerin) und drei gleichen oder ungleichen Fettsäure-Molekülen.



### Fettsäure-Moleküle

Carbonsäure-Moleküle mit meist langem Alkylrest (R) und gerader Anzahl von Kohlenstoffatomen z.B. Butan- (Butter-), Hexadecan- (Palmitin-), Octadecan- (Stearin-), Octadec-9-ensäure (Ölsäure).

Ungesättigte FS-Moleküle Z-Stellung der Wasserstoffatome an der Doppelbindung

→ „Molekülknick“

Fettsäureanionen (Seifenanionen) sind amphiphil und damit grenzflächenaktiv

→ Micellenbildung, Emulgiervermögen, Waschwirkung.

### Eigenschaften der Fette

Aufgrund der langen Fettsäure-Reste in den Molekülen sind Fette wasserunlöslich und damit hydrophob / lipophil. Die Dichte der Fette ist geringer als die von Wasser.

Je ungesättigter (mehr Doppelbindungen!) die Fettsäure-Reste in den Molekülen, desto niedriger liegt der Schmelzbereich des entsprechenden Fettes.

### Bedeutung der Fette Grundwissen 10.Klasse Biologie: Ernährung und Verdauung

Nährstoff → Speicherstoff, ermöglicht die Aufnahme fettlöslicher Vitamine.

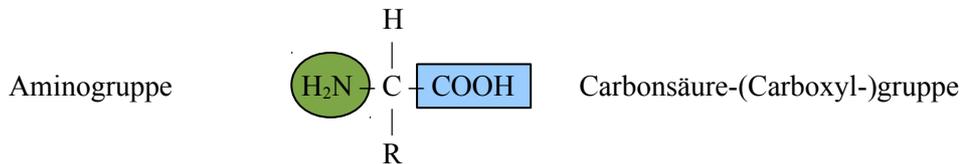
Nachwachsende Rohstoffe und Energiequellen.

## Aminocarbonsäure / Aminosäuren

20 natürlich vorkommende proteinogene Aminosäuren

An einem Kohlenstoffatom sind eine Carbonsäure-, eine Aminogruppe, ein Wasserstoffatom und ein organischer Rest (R) gebunden.

- 2-Aminoethansäure (Glycin): R = H
- 2-Aminopropansäure (Alanin): R = CH<sub>3</sub>



Als Feststoff und in wässrigen Lösung mit entsprechendem pH-Wert liegen die AS-Teilchen in Form von Zwitterionen mit Carboxylatgruppe (– COO<sup>-</sup>) und Ammoniumgruppe (– NH<sub>3</sub><sup>+</sup>) vor.

## Peptidbindung

Säureamidbindung, die durch eine Kondensationsreaktion der Carboxylgruppe des einen AS-Moleküls mit der Aminogruppe des anderen AS-Moleküls entsteht.

→ Verknüpfung von AS-Molekülen zu Dipeptid-, Tripeptid-, Polypeptid- oder Proteinmolekülen.

## Proteinmoleküle *Grundwissen 10.Klasse Biologie: Ernährung und Verdauung*

Makromoleküle aus mehr als 100 AS-Monomeren.

Anzahl, Art und Reihenfolge der durch Peptidbindungen verknüpften AS-Moleküle bestimmt die räumliche Struktur der Proteinmoleküle und damit Funktion und Eigenschaft der Proteine.

Die räumliche Struktur wird durch inter- und intramolekulare Wechselwirkungen und Bindungen stabilisiert. Durch hohe Temperatur, saure Lösungen und Schwermetalllösungen wird die räumliche Struktur zerstört, d.h. das Proteinmolekül denaturiert.

## Bedeutung der Proteine

Nährstoff, Baustoff, Wirkstoff (Enzym)

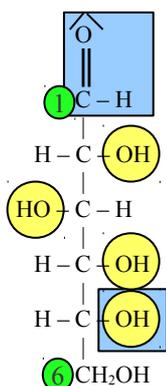
## Kohlenstoffhydrate

- Monosaccharide (Einfachzucker):  
z.B. Glucose (Traubenzucker), Fructose (Fruchtzucker)
- Disaccharide (Zweifachzucker):  
z.B. Maltose (Malzzucker), Saccharose (Haushaltszucker)
- Polysaccharide (Vielfachzucker):  
Makromoleküle z.B. aus Glucosemonomeren: Stärke, Cellulose

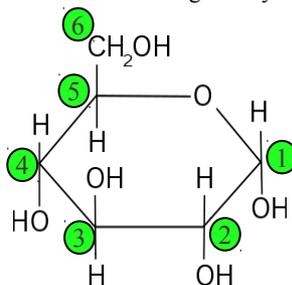
## Glucosemolekül

Molekülformel: C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>

Kettenform: 2,3,4,5,6-Pentahydroxyhexanal (Fischer-Projektions-Formel)



Eselsbrücke: „ta-tü-ta-ta“ = Stellung der Hydroxylgruppen in der Fischer-Projektions-Formel



Ringschluss durch nucleophile Addition der **Hydroxylgruppe des C5-Atoms** an die **Aldehydgruppe**.

## Stärkemolekül

*Grundwissen 10.Klasse Biologie: Ernährung und Verdauung*

Makromolekül aus bis zu 1 Million Glucosemonomeren mit Helixstruktur.

Verknüpfung durch Kondensationsreaktion der OH-Gruppe des C1-Atoms des einen und der OH-Gruppe des C4-Atoms des anderen Glucosemoleküls.

## Eigenschaften der Kohlenstoffhydrate

Mono- und Disaccharide schmecken süß, sind gut wasserlöslich und zersetzen sich beim Erhitzen aufgrund der zahlreichen Hydroxylgruppen in den Molekülen.

## Bedeutung der Kohlenstoffhydrate

- Glucose, Fructose, Maltose, Saccharose, Stärke → Nährstoffe (Energieförderer)
- Cellulose: Zellwandmaterial der Pflanzen, verdauungsfördernder Ballaststoff des Menschen
- Chitin: Bau- und Gerüstsubstanz bei Pilzen und Insekten

Stärke, Cellulose → nachwachsende Rohstoffe

gez. Kränzlein

gez. Hertlein