

# Grundwissen Chemie

## 10. Jahrgangsstufe NTG

### 1. Kohlenwasserstoffe

#### 1.1 homologe Reihe der Alkane, Alkene und Alkine

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

- Alkane ( $C_nH_{2n+2}$ ): gesättigte Kohlenwasserstoffe (nur Einfachbindungen)
- Alkene ( $C_nH_{2n}$ ) / Alkine ( $C_nH_{2n-2}$ ): ungesättigte Kohlenwasserstoffe (Doppel-/Dreifachbindungen)
- Cycloalkane ( $C_nH_{2n}$ )
- Zeichnen von Struktur- und Halbstrukturformeln unverzweigter und verzweigter Kohlenwasserstoffe
- Nomenklatur (Benennung) unverzweigter und verzweigter Kohlenwasserstoffe

#### 1.2 Bindungsverhältnisse

- Bindungswinkel: Alkane  $109,5^\circ$  / Alkene  $120^\circ$  / Alkine  $180^\circ$
- Bindungslängen: Einfachbindung > Doppelbindung > Dreifachbindung
- Elektronendichte: bei Doppel- und Dreifachbindungen größer als bei Einfachbindungen

#### 1.3 Isomerie

- Konstitutionsisomerie: gleiche Summenformel, unterschiedliche Konstitution (= Verknüpfung der Atome)  
z.B. Butan / 2-Methylpropan
- E/Z-Isomerie: gleiche Summenformel, gleiche Konstitution, unterschiedliche Konfiguration (= Anordnung der Atome); nur bei Doppelbindungen  
z.B. E-But-2-en / Z-But-2-en

#### 1.4 Physikalische Eigenschaften der Alkane (vgl. Struktur-Eigenschafts-Konzept)

- Siedetemperatur:
  - allgemein: Je größer die zwischenmolekularen Kräfte, desto höher der Energiebedarf, um die Moleküle voneinander zu trennen, desto höher die Siedetemperatur
  - bei unverzweigten Alkanen: je länger die Kohlenstoffkette, desto größer die Oberfläche, desto stärker die Van-der-Waals-Kräfte, desto höher die Siedetemperatur
  - bei verzweigten Alkanen: je stärker verzweigt, desto kleiner die Oberfläche => geringere Siedetemperatur
- Löslichkeit: „Ähnliches löst sich in Ähnlichem.“  
⇒ Alkane sind unpolar. → Löslichkeit in unpolaren Lösungsmitteln

#### 1.5 Chemische Eigenschaften

- Brennbarkeit: Kohlenwasserstoffe sind brennbar, Produkte:  $CO_2$ ,  $H_2O$  z.T. Rußentwicklung C
- Halogenierung von Alkanen: Radikalische Substitution (unter Lichteinfluss)  
z.B.  $CH_4 + Br_2 \rightarrow CH_3Br + HBr$
- Halogenierung von Alkenen / Alkinen: Elektrophile Addition  
z.B.  $C_2H_4 + Br_2 \rightarrow C_2H_4Br$

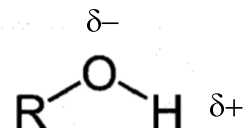
## 1.6 Bedeutung in Natur, Alltag und Technik

- als Rohstoff:  
Herstellung von Kunststoffen aus Erdöl
- als Energieträger:  
Verwendung von Kohle, Erdöl und Erdgas zum Heizen, zur Stromerzeugung, als Treibstoff
- Treibhauseffekt:  
Erwärmung der Atmosphäre durch übermäßige Freisetzung von Treibhausgasen wie CO<sub>2</sub> (durch Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle, Erdöl, Erdgas)
- Ozonloch:  
Zerstörung der Ozonschicht durch Chlorfluorkohlenwasserstoffe => schädliche UV-Strahlung gelangt auf die Erde => erhöhtes Hautkrebsrisiko, Schädigung vieler Lebewesen => weitgehendes Verbot der Verwendung von Chlorfluorkohlenwasserstoffen

## 2. Sauerstoffhaltige organische Verbindungen

### 2.1 Alkohole

- Funktionelle Gruppe – **Hydroxygruppe** – allgemeine Formel:
- Nomenklatur – Endung **-ol**
- physikalische Eigenschaften:  
Dipolcharakter der Hydroxygruppe => Wasserstoffbrücken => z.B. höhere Siedetemperatur und Viskosität, bessere Wasserlöslichkeit als Alkane (abhängig von der Länge)
- Chemische Eigenschaften:  
Oxidierbarkeit primärer und sekundärer Alkohole z.B. mit KMnO<sub>4</sub>, CuO oder K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>  
primärer Alkohol → Aldehyd → Carbonsäure; sekundärer Alkohol → Keton  
⇒ Aufstellen von Redoxgleichungen
- Ethanol:
  - Physiologische Wirkung, z.B. Schädigung von Leber und Gehirn
  - Herstellung durch Gärung (Glucose => Ethanol + Kohlenstoffdioxid)
  - Bedeutung z.B. als alternativer Energieträger

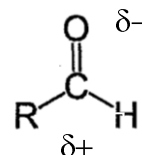


### 2.2 Carbonyle

- C=O
- Molekülgeometrie: planarer Bau, Bindungswinkel 120°

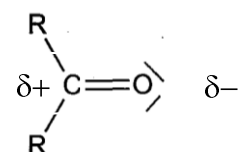
#### 2.2.1 Aldehyde

- Funktionelle Gruppe – **Aldehydgruppe** – allgemeine Formel:
- Nomenklatur – Endung **-al**
- Physikalische Eigenschaften:  
Dipol-Dipol-Kräfte → Einfluss auf z.B. Siedetemperaturen und Wasserlöslichkeit zwischen Alkanen und Alkoholen)
- Chemische Eigenschaften:  
Oxidierbarkeit zu Carbonsäuren, genutzt bei Nachweisreaktionen:
  - Fehlingprobe (Reduktion von Cu<sup>2+</sup> zu Cu<sub>2</sub>O im Alkalischen, roter Niederschlag)
  - Silberspiegelprobe (Reduktion von Ag<sup>+</sup> zu Ag); Aufstellen der Redoxgleichungen
- Bedeutung z.B. als wichtige Zwischenprodukte und Lösungsmittel



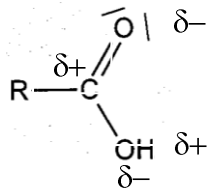
#### 2.2.2 Ketone

- funktionelle Gruppe: Ketogruppe – allgemeine Formel:
- Nomenklatur: Endung **-on**, z.B. Propanon (= Aceton)
- Physikalische Eigenschaften: vgl. Aldehyde



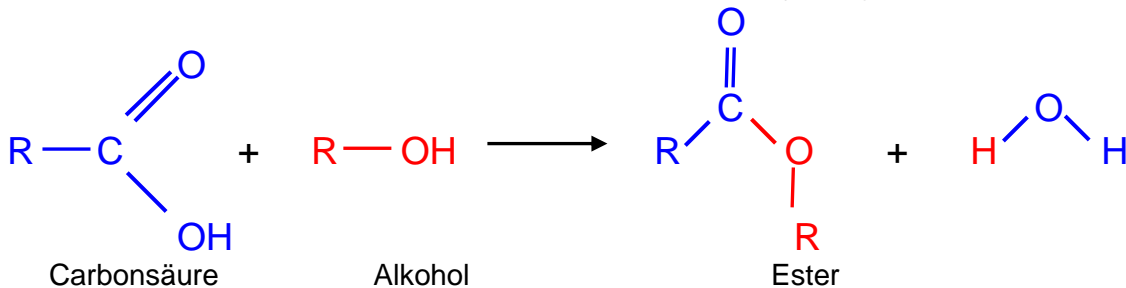
- Chemische Eigenschaften:
  - elektrophiler Carbonyl-Kohlenstoff reagiert relativ leicht unter Addition mit Nucleophilen z.B. mit  $-OH$ ,  $-NH_2$ ,  $\dots$ )
  - charakteristische Reaktion: nucleophile Addition an die Carbonylgruppe.

## 2.4 Carbonsäuren

- funktionelle Gruppe: **Carboxy(l)gruppe** – allgemeine Formel:
 
- Nomenklatur: Endung **–säure** (Ethansäure, Propansäure, Butansäure bzw. bei *zwei* Carboxylgruppen : Ethandisäure, Propandisäure, etc.)
- Molekülgeometrie am Kohlenstoffzentralatom: planarar Bau, Bindungswinkel  $120^\circ$
- Trivialnamen wichtiger Säuren: Ameisensäure (= Methansäure  $HCOOH$ ), Essigsäure (= Ethansäure  $H_3CCOOH$ )
- Nomenklatur der deprotonierten Säure / des Carboxylations: Endung **–oat** (Ethanoat, Propanoat, Butanoat, etc.)
- Physikalische Eigenschaften: im Vergleich zu Alkoholen höhere Siedetemperaturen (starke Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Carboxygruppen)
- Chemische Eigenschaften:
  - saurer Charakter der Carboxygruppe, d.h. Abgabe eines Protons der  $COOH$ -Gruppe
  - elektrophiler Carbonyl-Kohlenstoff reagiert mit Säurekatalyse leicht unter Abspaltung von Wasser mit Nucleophilen (z.B. mit  $-OH$ ,  $-NH_2$ ,  $\dots$ );
  - charakteristische Reaktion: Kondensationsreaktion mit der Carboxygruppe

## 2.5 Ester

- Bei der Kondensation von Carbonsäuren mit Alkoholen ( $R-OH$ ) entstehen Ester:



- Die säurekatalysierte Esterbildung und -spaltung ist eine **Gleichgewichtsreaktion**, d.h. es laufen Hin- und Rückreaktion gleichzeitig ab. Nach einiger Zeit laufen Hin- und Rückreaktion dann gleich schnell, so dass sich die Konzentrationen der beteiligten Stoffe nicht mehr ändern.
- Nomenklatur der Ester:
  - Alkohol-Rest als Substituent mit der Endung  $-yl$  und Säure-Rest als Stammname mit der Endung  $-oat$  (Methylethanoat = Ester aus Methanol und Ethansäure, Ethylpropanoat = Ester aus Ethanol und Propansäure, etc.)
  - oder: „Alkansäurealkylester“ (Ethansäureethylester = Ester aus Ethansäure und Ethanol, Butansäuremethylester = Ester aus Butansäure und Methanol, etc.)

### 3. Biomoleküle

#### 3.1 Fette (auch Triacylglycerine oder Triglyceride)

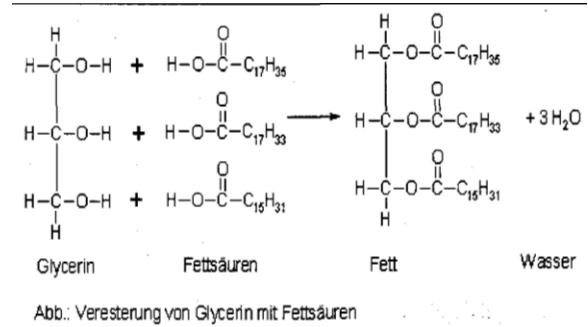
Fette und fette Öle (*Neutralfette*) sind **Ester** des dreiwertigen Alkohols Glycerin (Propan-1,2,3-triol) mit drei, meist verschiedenen, überwiegend geradzahligen und unverzweigten aliphatischen Monocarbonsäuren, den Fettsäuren.

Natürliche Fette weisen keinen scharfen

Schmelzpunkt, sondern einen *Schmelzbereich* auf.

Mit steigender Kettenlänge und abnehmender Anzahl

an Doppelbindungen steigt der Schmelztemperaturbereich. Feste Fette enthalten hohe Anteile langer und gesättigter Fettsäuren, wohingegen die Fettsäuren in den flüssigen Ölen überwiegend einfach oder mehrfach ungesättigt sind.



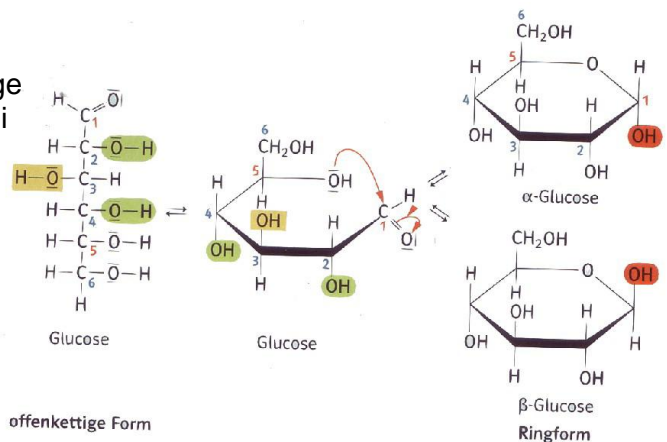
Fette lassen sich wie alle Ester hydrolysieren. Die alkalische Hydrolyse eines Fettes bezeichnet man als Verseifung. Die dabei entstehenden Alkalisalze der Fettsäuren nennt man Seifen.

Fette dienen dem menschlichen Körper als Energiespender und Reservestoff, sie isolieren gegen Wärmeverlust und schützen die inneren Organe gegen Stöße. Pflanzliche Öle können eine Alternative für Kraftstoffe aus mineralischen Ölen darstellen.

#### 3.2 Kohlenhydrate

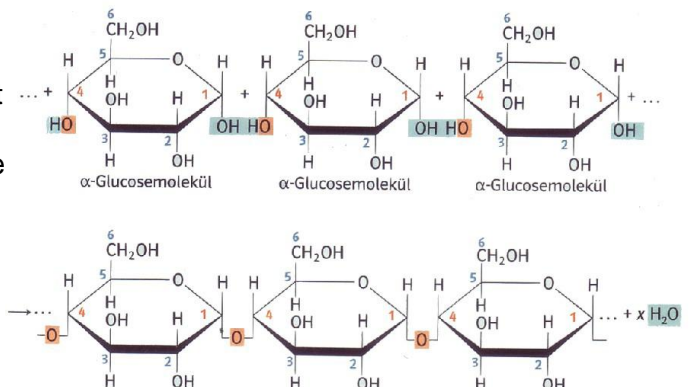
- Das Monosaccharid **Glucose** mit der Summenformel  $C_6H_{12}O_6$  entsteht bei der Photosynthese und ist unser primärer Energielieferant.

- Glucosemoleküle liegen sowohl als offenkettige Moleküle (Aldehydgruppe; positive Ergebnisse bei der Fehling-Probe) als auch in Ringform vor. Der Übergang von der Ketten- in die Ringform erfolgt als nukleophile Addition zwischen dem ersten C-Atom und der OH-Gruppe am fünften C-Atom und führt zu einer intramolekularen Halbacetalbildung.



- Von der ringförmigen Glucose gibt es zwei Isomere, die sich durch die Stellung der Hydroxylgruppe am Kohlenstoffatom 1 unterscheiden: die  $\alpha$ - und  $\beta$ -Glucose.

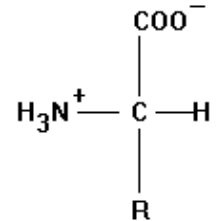
- Stärke** ist ein Polysaccharid, das zu einem hohen Massenanteil aus Amylose besteht. Bei der Bildung der Amylose reagieren einige hundert  $\alpha$ -Glucose-Moleküle unter Wasserabspaltung (Polykondensation), wobei jeweils die OH-Gruppe am C-Atom 1 des einen Monomeren mit der OH-Gruppe am C-Atom 4 des nächsten reagiert. Das kettenförmige Makromolekül bildet eine schraubenförmige Struktur und kann mit Lugolscher Lösung (Iod-Kaliumiodid-Lösung) nachgewiesen werden (Blaufärbung)



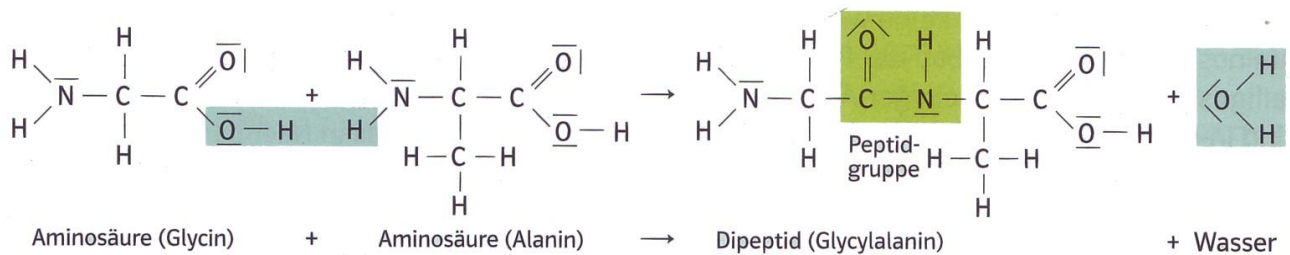
- Stärke ist die Speicherform der Glucose, v.a. in Samen und unterirdischen Teilen der Pflanzen. Sie kann durch Enzyme wieder in die Monomeren gespalten werden und ist so ein wichtiger Energielieferant.

### 3.3 Aminocarbonsäuren und Proteine

- Aminocarbonsäuren oder einfach **Aminosäuren** (AS) sind die Bausteine der Proteine.
- AS enthalten zwei funktionelle Gruppen: die *Carboxyl-* und die *Aminogruppe*.
- AS liegen sowohl in wässriger Lösung als auch in der festen Phase als Zwitterionen vor, d.h. die Aminogruppe ist protoniert und die Carboxylgruppe ist deprotoniert



- ⇒ salzhaltiger Charakter, kristalline Feststoffe, die sich beim Erhitzen zersetzen, ohne zu schmelzen, gute Wasserlöslichkeit.
- Als Zwitterion kann die Carboxylgruppe als Base (Protonenakzeptor) und die Aminogruppe kann als Säure (Protonendonator) reagieren.
  - Die Bildung von Peptiden aus AS ist eine Kondensationsreaktion. Die Bindung zwischen zwei AS-Molekülen entsteht, indem die Aminogruppe des einen Moleküls mit der Carboxylgruppe des anderen Moleküls reagiert. Die dabei entstehende Atomgruppierung – CO-NH- nennt man Peptidbildung.



- **Proteine**, umgangssprachlich auch Eiweiße genannt, sind aus Aminosäuren aufgebaute Makromoleküle. Proteine gehören zu den Grundbausteinen aller Zellen.
- Bausteine der Proteine sind bestimmte als *proteinogen*, also proteinaufbauend, bezeichnete Aminosäuren, die durch Peptidbildungen zu Ketten verbunden sind. Beim Menschen handelt es sich um 21 verschiedene Aminosäuren. Die Aminosäureketten können eine Länge von bis zu mehreren tausend Aminosäuren haben.
- Bei 21 verschiedenen AS existieren  $21^k$  Kombinationsmöglichkeiten, wobei k die Anzahl der verknüpften AS darstellt z.B. ...-Gly-Ala-Ser-Pro-...