A chemistry laboratory setting with shelves filled with various bottles and glassware. A bright, glowing light source is positioned in the center, creating a strong lens flare effect. The text is overlaid on this scene.

Grundwissen Chemie

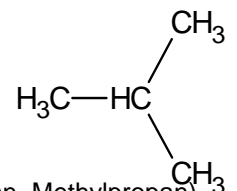
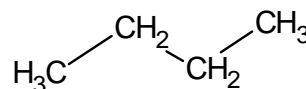
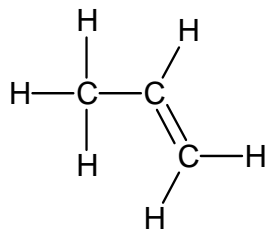
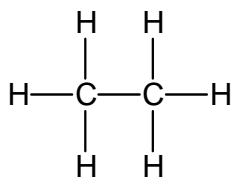
10. Jahrgangsstufe
(NTG)

1. Kohlenwasserstoffe

- Homologe Reihe der Alkane, Alkene und Alkine

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

- **Alkane:** gesättigte Kohlenwasserstoffe (nur Einfachbindungen); Namensendung: ...-an
Alkene: ungesättigte Kohlenwasserstoffe (Doppelbindungen); Namensendung: ...-en
Alkine: ungesättigte Kohlenwasserstoffe (Dreifachbindungen); Namensendung: ...-in
- **Zeichnen von Struktur- und Halbstrukturformeln** unverzweigter und verzweigter, sowie gesättigter und ungesättigter Kohlenwasserstoffe, z.B.



(Strukturformelbeispiele Ethan, Propen)

(Halbstrukturformelbeispiele Butan, Methylpropan)

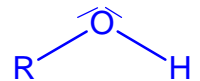
- **Nomenklatur** (Benennung) unverzweigter und verzweigter Kohlenwasserstoffe
- **Bindungsverhältnisse** gesättigter und ungesättigter Kohlenwasserstoffe, z.B.:
 Bindungswinkel: Alkane $109,5^\circ$
 Alkene 120° (an der Doppelbindung)
 Alkine 180° (an der Dreifachbindung)
 Bindungslängen: Einfachbindung > Doppelbindung > Dreifachbindung
 Elektronendichte: bei Doppel- und Dreifachbindungen größer als bei Einfachbindungen
- **Konstitutionsisomerie:** gleiche Summenformel, unterschiedliche Konstitution (= Verknüpfung der Atome) z.B. Butan / 2-Methylpropan
- **E/Z-Isomerie:** gleiche Summenformel und gleiche Konstitution aber unterschiedliche Konfiguration (= Anordnung der Atome); nur bei Doppelbindungen z.B. E-But-2-en / Z-But-2-en
- **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. (*Achtung! Es werden nicht die Moleküle oder deren Bindungen zerstört / zersetzt, o.ä.*)
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 die Molekülkette, desto kleiner die Oberfläche, desto geringer die Van-der-Waals-Kräfte, desto niedriger die Siedetemperatur.
 - **Löslichkeit:** Prinzip „Ähnliches löst sich in Ähnlichem“.
 Alkane sind unpolar => gute Löslichkeit in unpolaren Lösungsmitteln
- **Chemische Eigenschaften der Alkane, Alkene und Alkine:**
 - **Brennbarkeit:** Kohlenwasserstoffe sind brennbar. Produkte: CO_2 , H_2O
 - **Halogenierung von Alkanen:** Radikalische Substitution (unter Lichteinfluss), z.B. $\text{CH}_4 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Br} + \text{HBr}$
 - **Halogenierung von Alkenen / Alkinen:** Elektrophile Addition an die Doppel- / Dreifachbindung, z.B. $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$

- **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 und als Treibstoff;
 - **Treibhauseffekt**: Erwärmung der Atmosphäre durch übermäßige Freisetzung von Treibhausgasen wie CO₂ (durch Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle, Erdöl, Erdgas) und CH₄ (unverbrannte Erdgasreste, o.ä.).
 - **Ozonloch**: Zerstörung der Ozonschicht durch Chlorfluorkohlenwasserstoffe (CFKW) => schädliche UV-Strahlung gelangt auf die Erde => erhöhtes Hautkrebsrisiko, Schädigung vieler Lebewesen => weitgehendes Verbot der Verwendung von CFKW

2. Sauerstoffhaltige organische Verbindungen

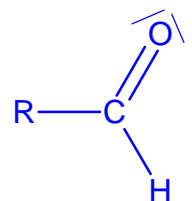
• Alkohole

- Funktionelle Gruppe: **Hydroxygruppe** – allgemeine Formel: **R-OH**
- **Nomenklatur**: Endung ...-ol; (bzw. Vorsilbe: **Hydroxy**-...)
- **Bezeichnungen**: primärer, sekundärer und tertiärer Alkohol
- **Wichtige Trivialnamen**: Glycol = 1,2-Ethandiol; Glycerin = 1,2,3-Propantriol
- **Dipolcharakter der Hydroxygruppe** => Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Alkoholmolekülen => Auswirkungen auf physikalische Eigenschaften, z.B. höhere Siedetemperatur und Viskosität, bessere Wasserlöslichkeit als Alkane / Alkene / Alkine (abhängig vom Verhältnis des polaren zum unpolaren Anteil des Moleküls)
- **Oxidierbarkeit** primärer und sekundärer Alkohole z.B. mit KMnO₄ oder K₂Cr₂O₇:
primärer Alkohol wird in zwei Schritten oxidiert: => Aldehyd => Carbonsäure;
sekundärer Alkohol wird in einem Schritt oxidiert: => Keton;
tertiärer Alkohol wird nicht oxidiert.
Aufstellen von **Oxidationszahlen** in Strukturformeln und zugehöriger **Redoxgleichungen**.
- **Brennbarkeit**: wie bei Kohlenwasserstoffen gegeben; Produkte: CO₂, H₂O
Zündtemperaturen aufgrund der Wasserstoffbrückenbindungen höher als bei analogen Kohlenwasserstoffen (mit gleicher C-Atomanzahl bzw. mit vergleichbarer Molekülmasse).
- **Ethanol**: Physiologische Wirkung, z.B. Schädigung von Leber und Gehirn;
Herstellung durch Gärung (C₆H₁₂O₆ → 2 C₂H₅OH + 2 CO₂);
Bedeutung z.B. als Desinfektionsmittel oder als alternativer Energieträger
(+ Diskussion der Problematik des Einsatzes als alternativer Energieträger)



• Aldehyde

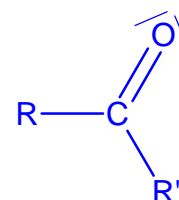
- Funktionelle Gruppe: **Aldehydgruppe** – allgemeine Formel: **R-CHO**
Molekülgeometrie: trigonal-planar; Bindungswinkel: 120°
- **Nomenklatur**: Endung ...-al;
- **Alltagsbedeutung** z.B. als wichtige Zwischenprodukte und Lösungsmittel
- **Dipol-Dipol-Kräfte** (aber keine Wasserstoffbrückenbindungen)
=> Einfluss auf physikalische Eigenschaften (z.B. liegen die Siedetemperaturen und die Wasserlöslichkeit zwischen Alkanen und Alkoholen)



- **Chemische Eigenschaften:** elektrophiler Carbonyl-Kohlenstoff reagiert relativ leicht unter Addition mit Nucleophilen (z.B. mit $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, ...); charakteristische Reaktion: **nucleophile Addition** an die Carbonylgruppe. Bei nucleophiler Addition von Alkoholen (R-OH) entstehen im ersten Schritt **Halbacetale**, die zu (**Voll-**)**Acetalen** weiterreagieren können (zugehörige Reaktion: Etherbildung).
- **Oxidierbarkeit** von Aldehyden zu Carbonsäuren durch milde Oxidationsmittel, genutzt bei Nachweisreaktionen: **Fehlingprobe** (Reduktion von Cu^{2+} zu Cu_2O im Alkalischen, roter Niederschlag) und **Silberspiegelprobe** (Reduktion von Ag^+ zu Ag im Alkalischen); Zudem: Aufstellen der zugehörigen Redoxgleichungen der beiden Nachweisreaktionen

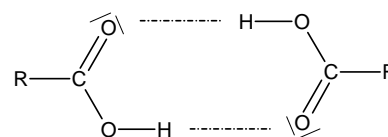
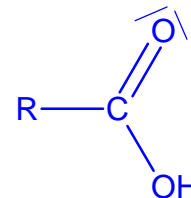
- **Ketone**

- Funktionelle Gruppe: **Ketogruppe** – allgemeine Formel: **$\text{R-CO-R}'$**
Molekülgeometrie: trigonal-planar; Bindungswinkel: 120°
- **Nomenklatur:** Endung ...-on;
- **Wichtige Vertreter:** Aceton = Propanon, Methylethylketon (MEK) = Butanon
- **Dipol-Dipol-Kräfte** und Auswirkungen auf physikalische Eigenschaften: *siehe Aldehyde*
- **Chemische Eigenschaften:** *siehe Aldehyde, allerdings wesentlich reaktionsträger.* Bei nucleophiler Addition von Alkoholen (R-OH) entstehen im ersten Schritt **Halbketale**, die zu (**Voll-**)**Ketalen** weiterreagieren können (zugehörige Reaktion: Etherbildung).
- **Oxidierbarkeit** durch milde Oxidationsmittel nicht möglich, d.h. Fehlingprobe und Silber-spiegelprobe im Gegensatz zu Aldehyden negativ.
- **Bedeutung** z.B. als wichtige Zwischenprodukte und Lösungsmittel



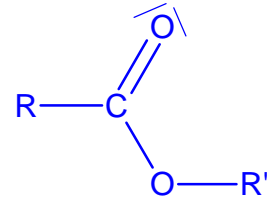
- **Carbonsäuren**

- Funktionelle Gruppe: **Carboxy(l)gruppe** – allgemeine Formel: **R-COOH**
Molekülgeometrie: trigonal-planar; Bindungswinkel: 120°
- **Nomenklatur:** bei einer Carboxy(l)gruppe Endung ...-säure
bei zwei Carboxy(l)gruppen Endung ...-disäure
der deprotonierten Säure / des Carboxylations: Endung ...-oat
- **Trivialnamen wichtiger Säuren:** Ameisensäure = Methansäure, Essigsäure = Ethansäure, Buttersäure = Butansäure, Oxalsäure = Ethandisäure, Acrylsäure = Propensäure.
- **Starke Wasserstoffbrückenbindungen:** => Einfluss auf physikalische Eigenschaften (z.B. liegen die Siedetemperaturen und die Wasserlöslichkeit höher als die analoger Alkohole);
- **Assoziatbildung** zwischen zwei Carboxylgruppen über Wasserstoffbrückenbindungen. Das saure H-Atom der Carboxy(l)gruppe wird daher weniger leicht als Proton abgegeben => Carbonsäuren sind schwache Säuren.
- **Chemische Eigenschaften:**
Carboxy(l)gruppen geben leicht das am Sauerstoff gebundene H-Atom als Proton (H^+) ab, z.B. $\text{R-COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{R-COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
Alltagsbedeutung: milde organische Säuren (Essigsäure, Citronensäure) als **Entkalker** im Haushalt, z.B. $2 \text{H}_3\text{C-COOH} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{H}_3\text{C-COO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Zudem wie bei Aldehyden und Ketonen: schwach elektrophiler Carbonyl-Kohlenstoff kann Nucleophile (z.B. mit $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, ...) addieren.
- Bei nucleophiler Addition von Alkoholen (R-OH) entsteht in einer **Kondensationsreaktion** (= eine Additions-Eliminierungsreaktion unter Abgabe von Wasser) ein **Ester**.



- **Ester**

- Funktionelle Gruppe: **Estergruppe** – allgemeine Formel: **R-COOR'**
Molekülgeometrie: trigonal-planar, Bindungswinkel: 120°

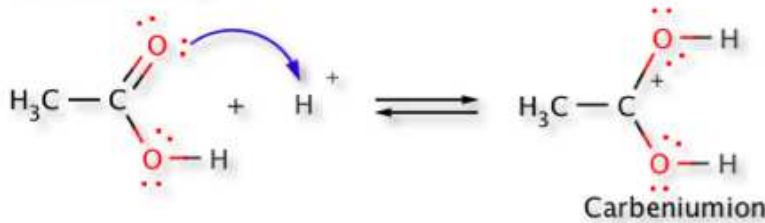


- **Nomenklatur:** Alkohol-Rest als Substituent mit der Endung ...-yl
Säure-Rest als Stammname mit der Endung ...-oat
(Beispiele: Methylethanoat = Ester aus Methanol und Ethansäure,
Ethylpropanoat = Ester aus Ethanol und Propansäure, etc.)

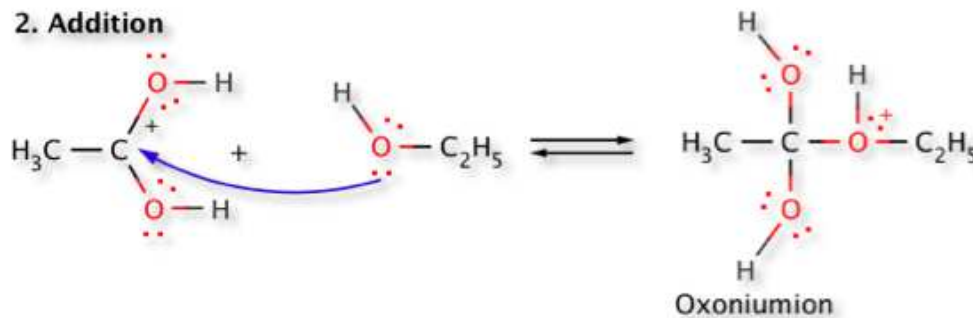
Früher auch: „Alkansäurealkylester“ (Ethansäureethylester = Ester aus Ethansäure und Ethanol, Butansäuremethylester = Ester aus Butansäure und Methanol, ...)

- **Esterbildung:** $\text{H}_3\text{C}-\text{COOH} + \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- **Reaktionsmechanismus** der säurekatalysierten Esterbildung:

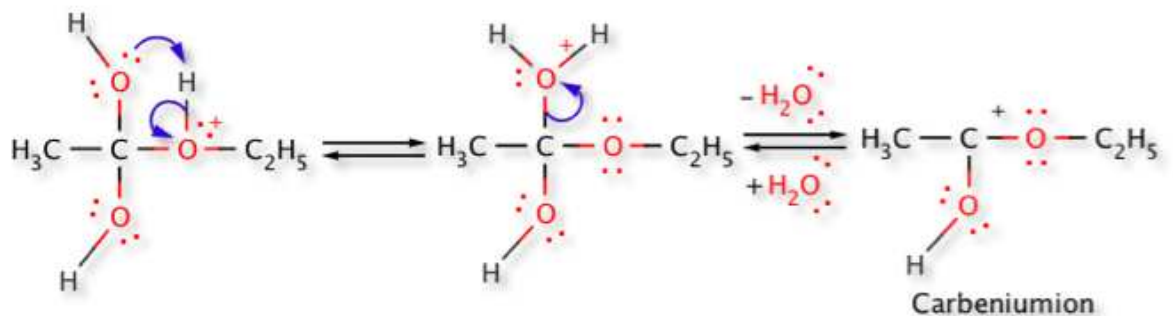
1. Aktivierung



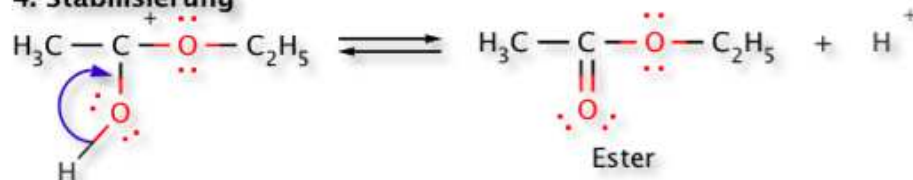
2. Addition



3. Eliminierung



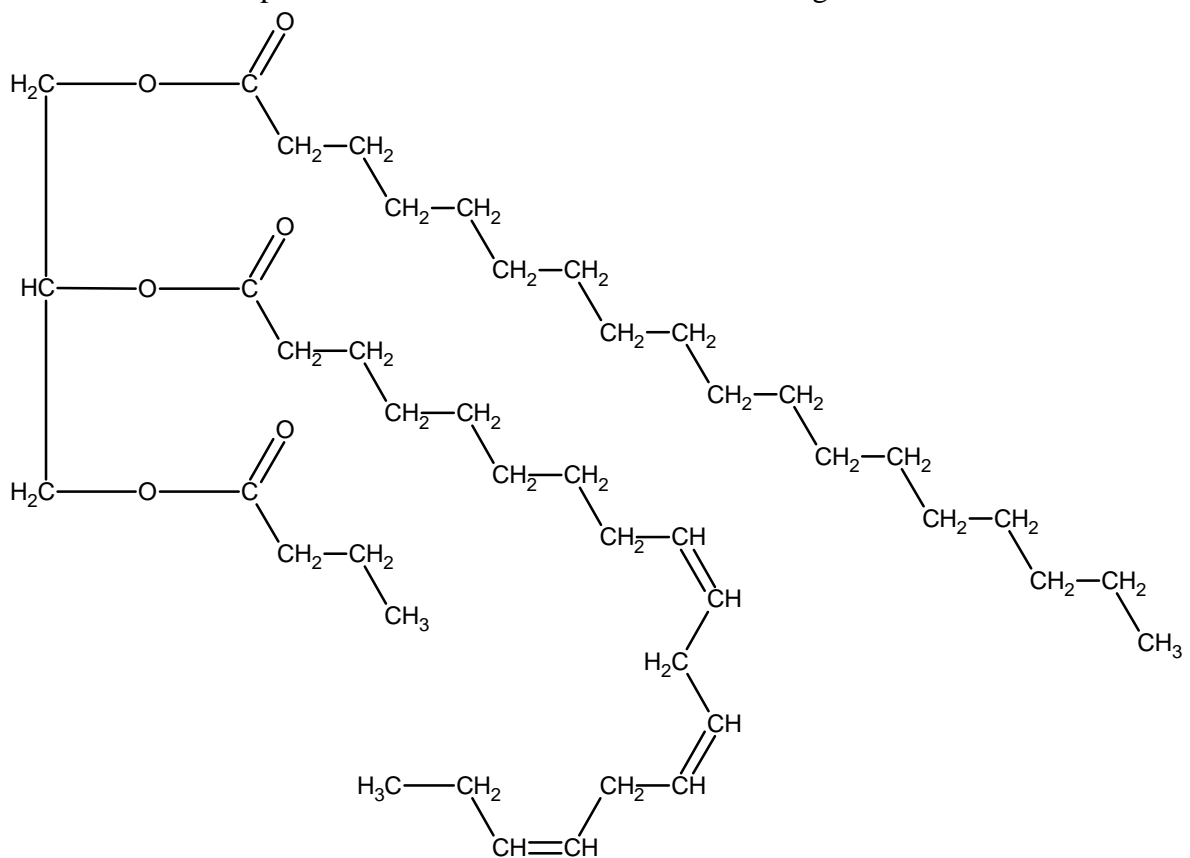
4. Stabilisierung



- Die säurekatalysierte Esterbildung und -spaltung ist eine **Gleichgewichtsreaktion**, d.h. Hin- und Rückreaktion laufen gleichzeitig ab. Nach einiger Zeit laufen Hin- und Rückreaktion gleich schnell, so dass sich die Konzentrationen der beteiligten Stoffe nicht mehr ändern, d.h. es stellt sich ein **chemisches Gleichgewicht** ein, bei dem Produkte und Edukte in einem von den äußeren Bedingungen abhängigen Anteil vorliegen.

3. Biomoleküle

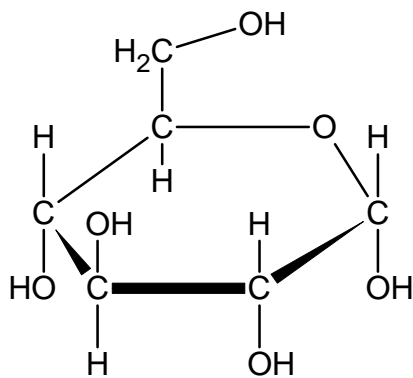
- **Fette** (auch Triacylglycerine oder Triglyceride)
 - **Fettsäuren:** überwiegend geradzahlige, unverzweigte, Monocarbonsäuren (oft langkettig)
 - Bezeichnungen: **Gesättigte Fettsäuren** (= Fettsäuren ohne C-C-Doppelbindungen)
Ungesättigte Fettsäuren (= Fettsäuren mit C-C-Doppelbindungen; bei natürlichen Fettsäuren sind diese Doppelbindungen Z-konfiguriert.)
 - **Omega-3-Fettsäuren** besitzen ausgehend vom hinteren Ende des Moleküls (= die von der Carboxy(l)funktion abgewandete Seite der Kohlenstoffkette) am dritten Kohlenstoffatom eine Doppelbindung besitzen. (Omega-6-Fettsäuren entsprechend an der sechsten Stelle.) Diese Fettsäuren zählen zu den **essentiellen Fettsäuren**, da der menschliche Körper sie nicht selbst herstellen kann, aber zur Produktion von wichtigen Körperstoffen benötigt.
 - **Fette und fette Öle (Neutralfette):** Ester aus Glycerin (1,2,3-Propantriol) und drei, meist verschiedenen, Fettsäuren (= Glycerintriestern).
 - Zeichnen einer beispielhaften Halbstrukturformel eines beliebigen natürlichen Fettmoleküls:



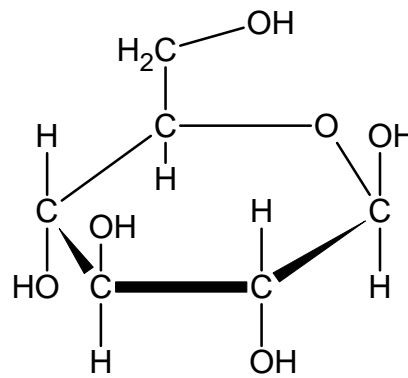
- Natürliche Fette weisen keinen scharfen Schmelzpunkt, sondern einen **Schmelzbereich** auf. Mit steigender Kettenlänge und abnehmender Anzahl an Doppelbindungen der Fettsäuren steigt der Schmelztemperaturbereich des natürlichen Fettes.
- **Feste Fette** enthalten hohe Anteile langer und gesättigter Fettsäuren, wohingegen die Fettsäuren in den **flüssigen Ölen** überwiegend einfach oder mehrfach ungesättigt sind.
- Die alkalische Hydrolyse eines Fettes bezeichnet man als **Verseifung**. Die dabei entstehenden Alkalisalze der Fettsäuren nennt man Seifen.
- **Verwendung:** Fette dienen dem menschlichen Körper als langsame Energiespender und als Reservestoff. Sie isolieren zudem gegen Wärmeverlust und schützen innere Organe gegen Stöße und Reibung. Pflanzliche Öle können eine Alternative für Kraftstoffe aus mineralischen Ölen darstellen (+ kritische Diskussion zum Einsatz regenerativer Rohstoffe).

- **Kohlenhydrate**

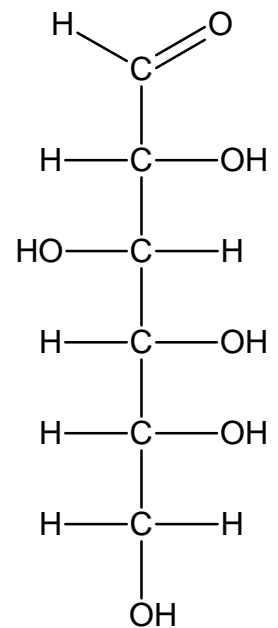
- Verbindungen mit der **allgemeinen Summenformel $C_nH_{2n}O_n$** , die eine Carbonylfunktion und mindestens zwei Hydroxygruppen tragen.
- **Monosaccharide:** Einfachzucker (bestehen aus einem einzigen Kohlenhydratmolekül);
Disaccharide: Zweifachzucker (entstehen durch Kondensation zweier Monosaccharide);
Polysaccharide: Mehrfachzucker (entstehen durch Kondensation vieler Zuckermoleküle).
- **Benennung:** Je nach Carbonylfunktion unterscheidet man **Aldosen** von **Ketosen**.
Je nach Anzahl der C-Atome bezeichnet man Monosaccharide als **Triosen, Tetrosen, Pentosen, Hexosen, Heptosen**, etc.
Die Bezeichnungen sind kombinierbar (z.B. Aldohexose, Ketopentose, etc.)
- Das Monosaccharid **Glucose** (= Traubenzucker) mit der **Summenformel $C_6H_{12}O_6$** entsteht in Pflanzen bei Belichtung durch Photosynthese: $6 CO_2 + 6 H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6 O_2$.
Es ist eine **Aldohexose**, d.h. sie zeigt eine positive **Fehlingreaktion**. (Plus: Aufstellen der Teilgleichungen + Redoxgleichung einer positiven Fehlingreaktion.)
- Glucosemoleküle liegen in wässriger Lösung sowohl als offenkettige Moleküle als auch in **Ringform (als Halbacetal)** vor.
- Von der ringförmigen Glucose gibt es zwei Konfigurationsisomere, die sich durch die Stellung der Hydroxygruppe am Kohlenstoffatom Nr. 1 unterscheiden: die **α - und die β -Glucose**.



α -Glucose

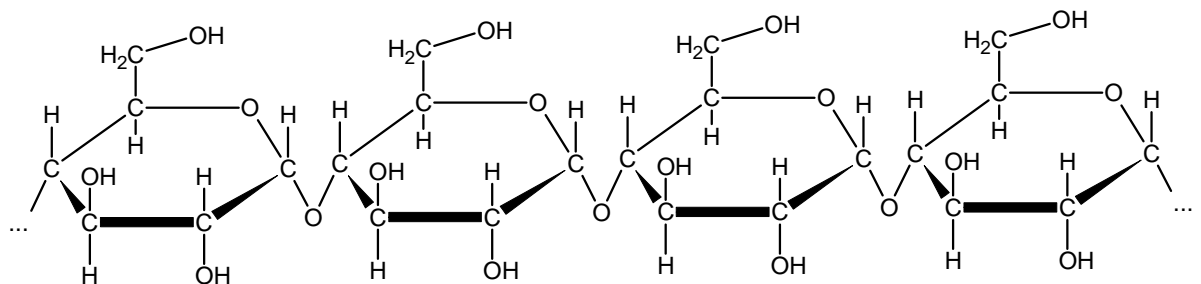


β -Glucose



(offenkettige Glucose)

- **Stärke** ist ein Polysaccharid, das zu einem hohen Massenanteil aus **Amylose** besteht. Bei der Bildung der Amylose reagieren einige hundert α -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 Lugol'scher Lösung (= Iod-Kaliumiodid-Lösung) nachgewiesen werden (Resultat: Blaufärbung).



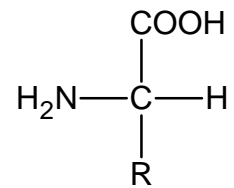
- **Verwendung:** Kohlenhydrate sind die primären Energielieferanten aller Lebewesen, deren Energie schnell bereitgestellt wird. Stärke ist eine Speicherform der Glucose, v.a. in Samen und unterirdischen Teilen (Knollen, Wurzeln, etc.) der Pflanzen. Sie kann durch Enzyme wieder in die Monomere gespalten werden und ist so ein wichtiger Energielieferant.

- **Aminosäuren** (= Aminocarbonsäuren), **Peptide und Proteine** (= Eiweiße)

- Aminocarbonsäuren oder einfach Aminosäuren (Abk.: AS) sind die Bausteine der Proteine.
- Aminosäuren enthalten **zwei funktionelle Gruppen**: die Carboxy- und die Aminogruppe.

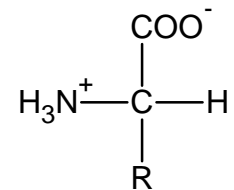
- Aminosäuren liegen sowohl in wässriger Lösung als auch in der festen Phase als **Zwitterion** vor, d.h. die Aminogruppe ist protoniert und die Carboxy(l)gruppe ist deprotoniert.

=> salzartiger Charakter => relativ gute Wasserlöslichkeit, kristalline Feststoffe (die sich aufgrund des organischen Charakters beim Erhitzen zersetzen, ohne zu schmelzen)



(allgemeine Formel einer Aminosäure)

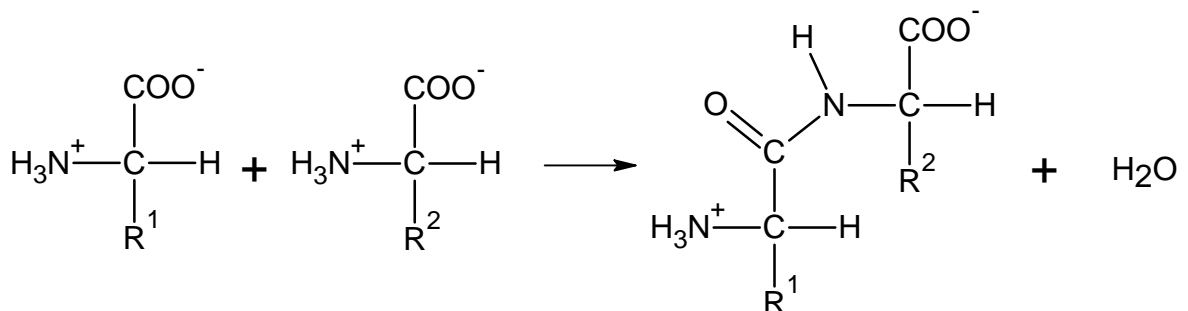
- AS-Zwitterionen sind **Ampholyte**: die Carboxy(l)gruppe kann als Base (Protonenakzeptor) und die Aminogruppe kann als Säure (Protonendonator) reagieren.



(zwitterionische Form einer Aminosäure)

- Bezeichnungen: **saure Aminosäuren** (reagieren beim Lösen in Wasser sauer; pH der Lösung < 7)
basische Aminosäuren (reagieren beim Lösen in Wasser alkalisch; pH der Lösung > 7)
neutrale Aminosäuren (reagieren beim Lösen in Wasser neutral; pH ca. 7)

- **Peptide**: die Carboxy(l)gruppe der einen AS und die Aminogruppe der anderen AS können in einer **Kondensationsreaktion** miteinander zu einem so genannten **Peptid** verbunden werden. Die resultierende Amidbindung –CO–NH– nennt man bei AS **Peptidbindung**.



- **Proteine** (umgangssprachlich: Eiweiße) sind aus Aminosäuren aufgebaute Makromoleküle (= Polypeptide aus hunderten AS). Proteine gehören zu den Grundbausteinen aller Zellen.
- **Skleroproteine** (= Faserproteine): sind häufig wasserunlöslich. Die Aminosäurekette besitzt eine faserartige Anordnung. Beispiele: Keratin (Haare, Nägel), Muskelfasern, etc.
- **Globuläre Proteine**: sind häufig wasserlöslich. Die Aminosäurekette besitzt eine räumlich verknäuelte Struktur. Beispiele: Albumin (Bluttransporteiweiß), Antikörper, etc.
- **Proteinogene Aminosäuren** (auch: kanonische Aminosäuren): Beim Menschen handelt es sich um 21 verschiedene Aminosäuren, die als natürliche Bausteine der Proteine dienen. Sie werden durch Peptidbindungen zu langen Ketten (bis zu mehrere Tausend Aminosäuren) verbunden. Einige dieser AS sind **essentielle Aminosäuren**, d.h. sie müssen über die Nahrung aufgenommen werden, da der Körper sie nicht selbst herstellen kann.
- **Vielfalt der Proteine**: Bei 21 verschiedenen AS existieren 21^k Kombinationsmöglichkeiten, wobei k die Anzahl der verknüpften AS darstellt z.B. ...-Gly-Ala-Ser-Pro-...
- **Verwendung**: Proteine dienen dem menschlichen Körper – neben der Energiegewinnung – aufgrund ihrer strukturellen Vielfalt sehr vielen unterschiedlichen Zwecken, je nachdem, wie die Aminosäureketten aufgebaut sind. Dies macht sie auch medizinisch interessant, z.B. als Krankheitserreger (Prionen / BSE) bzw. zum Einsatz als Antikörper gegen Tumorzellen.

Chemie- übungen



Verhaltensregeln zur Unfallverhütung

GRUNDSÄTZLICH:

- Im Übungsraum darf nicht gegessen oder getrunken werden!

VOR BEGINN DER VERSUCHE:

- Genau auf die Anweisungen des Lehrers achten!
- Die Versuchsanleitungen strikt einhalten!
- Versuche erst beginnen bzw. diese sofort abbrechen, wenn der Lehrer dies anordnet!
- Auf dem Experimentiertisch soll stets Ordnung und Übersicht herrschen:
 - nicht benötigte Schulsachen aus dem Experimentierbereich entfernen
 - Schultaschen auf die Seite stellen (aber so, daß keiner darüber stolpert)

WÄHREND DER VERSUCHE:

- Der Arbeitsplatz darf nicht verlassen werden (außer auf ausdrückliche Anweisung des Lehrers hin)!
- Stets Schutzbrille tragen, wenn der Lehrer dies anordnet!
- Stehend experimentieren!
- Keine Spielereien!
- Chemikalien vor Verunreinigungen schützen (nur saubere Spatel / Löffel zur Substanzentnahme verwenden)!
- Niemals Chemikalien mit nach Hause nehmen!
- Chemikalien nicht mit den Fingern berühren!
Niemals Geschmacksproben nehmen; Vorsicht bei Geruchsproben!
- Beim Umgang mit ätzenden Chemikalien (z.B. Säuren und Laugen) größte Vorsicht walten lassen!
Spritzer auf der Haut sofort mit viel Wasser abwaschen!
- Die Arme nie auf den Experimentiertisch legen!
- Beim Umgang mit feuergefährlichen Chemikalien niemals mit offener Flamme arbeiten!
- Niemals das Gesicht über die Öffnung eines Reaktionsgefäßes halten, in dem gerade eine Reaktion abläuft! Beim Erhitzen auf Siedeverzüge achten!
Öffnung des Reaktionsgefäßes niemals auf andere Personen richten!
- Bei Versuchsspannen sofort den Lehrer informieren!

NACH DEN VERSUCHEN:

- Die Anweisungen des Lehrers zur Sondermüllbeseitigung beachten!
- Alle benutzten Geräte sorgfältig reinigen und gebrauchsfähig zurückstellen!
- Gas- und Wasserhähne schließen!
- Hände gründlich waschen!

Alte Gefahrensymbole nach EU-Richtlinie:



GHS Gefahrensymbole und ihre Bedeutung

Piktogramm	Symbol	Wirkungsbeispiele	Sicherheit & Erste Hilfe
	Explodierende Bombe GHS01	Explodieren durch Feuer, Schlag, Reibung, Erwärmung; Gefahr durch Feuer, Luftdruck, Splitter.	Nicht reiben oder stoßen, Feuer, Funken und jede Wärmeentwicklung vermeiden.
	Flamme GHS02	Sind entzündbar; Flüssigkeiten bilden mit Luft explosionsfähige Mischungen; erzeugen mit Wasser entzündbare Gase oder sind selbstentzündbar.	Von offenen Flammen und Wärmequellen fernhalten; Gefäße dicht schließen; brandsicher aufbewahren.
	Flamme über Kreis GHS03	Wirken oxidierend und verstärken Brände. Bei Mischung mit brennbaren Stoffen entstehen explosionsgefährliche Gemische.	Von brennbaren Stoffen fernhalten und nicht mit diesen mischen; sauber aufbewahren.
	Gasflasche GHS04	Gasflaschen unter Druck können beim Erhitzen explodieren, tiefkalte Gase erzeugen Kälteverbrennungen.	Nicht erhitzen; bei tiefkalten Gasen Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen.
	Ätzwirkung GHS05	Zerstören Metalle und verätzen Körpergewebe; schwere Augenschäden sind möglich.	Kontakt vermeiden; Schutzbrille und Handschuhe tragen. Bei Kontakt Augen und Haut mit Wasser spülen.
	Totenkopf mit Knochen GHS06	Führen in kleineren Mengen sofort zu schweren gesundheitlichen Schäden oder zum Tode.	Nicht einatmen, berühren, verschlucken. Arbeitsschutz tragen. Sofort Notarzt oder Giftinformationszentrum anrufen. Stabile Seitenlage.
	Ausrufezeichen GHS07	Führen zu gesundheitlichen Schäden, reizen Augen, Haut oder Atemwegsorgane. Führen in größeren Mengen zum Tode.	Wie oben; bei Hautreizungen oder Augenkontakt mit Wasser oder geeignetem Mittel spülen.
	Gesundheitsgefahr GHS08	Wirken allergieauslösend, krebserzeugend (carcinogen), erbgutverändernd (mutagen), fortpflanzungsgefährdend und fruchtschädigend (reprotoxisch) oder organschädigend.	Vor der Arbeit mit solchen Stoffen muss man sich gut informieren; Schutzkleidung und Handschuhe, Augen- und Mundschutz oder Atemschutz tragen.
	Umwelt GHS09	Sind für Wasserorganismen schädlich, giftig oder sehr giftig, akut oder mit Langzeitwirkung.	Nur im Sondermüll entsorgen, keinesfalls in die Umwelt gelangen lassen.