

# Erwartete und empfohlene Vorkenntnisse der Chemie zu Beginn des Moduls 3 im Studiengang Medizinische Biotechnologie (Bachelor)

## Farbliche Markierungen:

**Gelb markierte** Kenntnisse werden bereits zu Beginn des Moduls 3 erwartet.

**Grün markierte** Kenntnisse werden in den Modulen 3 und 5 zwar vermittelt, werden aber als Vorkenntnisse empfohlen.

## Atome, chemische Elemente

- **Begriffe:**  
chemische Elemente, Elementarteilchen (Protonen, Neutronen, Elektronen)
- **Atomkern:**  
Ordnungszahl, Kernladungszahl, Massenzahl, Elementsymbole, Isotope, Nuklide
- **Periodensystem:**  
Ordnungsprinzipien (Perioden 1-7, Gruppen 1-18), periodische Eigenschaften (Atomradien, Ionisierungsenergien, Elektronegativität, Metallcharakter); medizinisch relevante Elemente, Spurenelemente

## Moleküle, chemische Bindungen

- **Ionenbindung:**  
Bildung von Kationen und Anionen, Ionenradien, Salze
- **Atombindung:**  
Molekülorbitale, Bindigkeit, bindende und freie Elektronenpaare; Bindungsverhältnisse bei den biochemisch wichtigen Grundelementen anhand einfacher Beispiele ( $H_2$ ;  $CH_4$ ,  $C_2H_4$ ,  $C_2H_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ;  $NH_3$ ,  $N_2$ ,  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $CN^-$ ;  $H_2O$ ,  $H_2O_2$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ , biologisch reaktive Sauerstoffradikale;  $H_2S$ )
- **Polarität von Molekülen:**  
Dipolmoment, Anomalien des Wassers (Siedepunkt, Schmelzpunkt, Dichte von Eis), Wasser als Lösungsmittel, Hydratisierung
- **schwache Wechselwirkungen:**  
Assoziation durch H-Brücken, Van-der-Waals-Kräfte, hydrophobe Wechselwirkungen, Ion/Dipol-Interaktionen
- **Metallkomplexe:**  
Zentralatome, Liganden, biochemisch und medizinisch wichtige Metallkomplexe (z. B. Eisen-Schwefel-Cluster, Häm-Gruppen, Corrin-Ringsystem), Chelatkomplexe
- **Bindungstypen in biochemisch relevanten Verbindungen:**  
Erkennen von Wechselwirkungen anhand einfacher Beispiele; Bindigkeit von H, C, N, O, P, S, Cl

## Heterogene Stoffgemische

- **Begriffe:**  
gesättigte Lösung, Suspension, Emulsion, Aerosol, Gel

- **heterogene Gleichgewichte:**  
Verteilungsgleichgewichte (auch an Membranen); Adsorption, Diffusion, Dialyse, Osmose
- **Trennverfahren:**  
Prinzipien von Destillation, Extraktion, Filtration, Chromatographie und Elektrophorese

## Chemisch-analytische Verfahren in der Biochemie und Medizin

- **Elektromagnetische Strahlung**
- **Begriffe:**  
Absorptions- und Emissionsspektren, Fluoreszenz, Phosphoreszenz, Lumineszenz
- **UV/VIS-Spektroskopie:**  
Farbigkeit chemischer Verbindungen, Chromophore, Photometrie, Lambert-Beer-Gesetz

## Chemische Gleichungen

- **Begriffe:**  
Definitionen Unterschied zwischen Summen- und Strukturformeln, Definition der Begriffe atomare Masseneinheit, relative molare Masse, Stoffmenge, Avogadro-Konstante, Molmasse, Molvolumen
- **Stöchiometrie:**  
Aufstellen einfacher Reaktionsgleichungen, Massenbilanzen einfacher chemischer Reaktionen, wichtige Konzentrationsmaße (Stoffmengen- und Massenkonzentration, Volumen- und Massenanteil, Stoffmengenanteil), Umrechnung zwischen Massen- und Stoffmengenkonzentration

## Thermodynamische Grundlagen

- **Begriffe, Definitionen:**  
Reaktionsenthalpie ( $\Delta H$ ), Reaktionsentropie ( $\Delta S$ ), Gibbs-Energie (Freie Reaktionsenthalpie,  $\Delta G$ ), endergon/exergon, endotherm/ exotherm
- **Energetik chemischer Reaktionen:**  
Hauptsätze der Thermodynamik, Bedeutung des Satzes von Hess und der Gibbs-Helmholtz-Gleichung ( $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$ )
- **chemisches Gleichgewicht:**  
Massenwirkungsgesetz, Zusammenhang zwischen  $\Delta G$  und Gleichgewichtskonstante ( $\Delta G = -R \cdot T \cdot \ln K$ ) bzw. Potentialdifferenz ( $\Delta G = -z \cdot F \cdot \Delta E$ ); gekoppelte Reaktionen; Konzentrationsabhängigkeit von  $\Delta G$  (Definition von  $\Delta G^0$  und  $\Delta G^0'$ )

## Grundlagen der Kinetik

- **Begriffe, Definitionen:**  
Reaktionsgeschwindigkeit, Reaktionsordnung, geschwindigkeitsbestimmender Schritt
- **Energieprofil:**  
Erkennen von Übergangszustand (aktivierter Komplex, Unterschied zum Enzymsubstratkomplex), Aktivierungsenergie ( $\Delta G^*$ ) und Reaktionsenergie ( $\Delta G$ )
- **Katalyse:**  
Wirkungsweise eines Katalysators bezüglich Reaktionsgeschwindigkeit, Aktivierungsenergie, Gleichgewichtslage

- **Zeitgesetze:**  
Erkennen der Reaktionsordnung (0., 1., 2. sowie pseudonulle und pseudoerste Ordnung), Molekularität einer Reaktion

## Säure-Base-Reaktionen, Puffer

- **Begriffe, Definitionen:**  
pH-Wert,  $pK_S$ -Wert,  $pK_B$ -Wert, konjugierte Säure/Base-Paare (inkl. medizinisch relevanter Beispiele), Ampholyte, Indikatoren
- **dissoziationsabhängige Größen:**  
Dissoziationsgrad von Wasser, pH-Wert von Wasser (Temperaturabhängigkeit), Stärke medizinisch relevanter Säuren und Basen, Messung von pH-Werten
- **Säure-Base-Reaktionen:**  
Titrationskurven, Äquivalenzpunkt, Neutralpunkt
- **Puffersysteme:**  
Pufferlösungen, pH-Wert von Puffern (Anwendung der Henderson-Hasselbalch-Gleichung), pH-Optimum, Pufferkapazität

## Redox-Reaktionen

- **Begriffe, Definitionen:**  
Oxidationszahl, Oxidation, Reduktion, Oxidations- und Reduktionsmittel, korrespondierendes Redox-Paar
- **Redox-Gleichungen:**  
Berechnung der Oxidationszahl (auch in organischen Verbindungen), Erkennen von Redox-Reaktionen, Aufstellen einfacher Gleichungen
- **elektrochemische Zellen:**  
Beschreibung einfacher elektrochemischer Zellen, Elektrodenpotential, elektromotorische Kraft, Standardwasserstoffelektrode, Spannungsreihe, Nernst-Gleichung, pH-Abhängigkeit des Redox-Potentials

## Reaktionen von Salzen

- **Salzlösungen:**  
Bildung von Salzen, Dissoziation, Hydratation (Größe hydratisierter und nicht hydratisierter  $K^+$ -,  $Na^+$ -,  $Ca^{2+}$ - und  $Cl^-$ -Ionen, Vergleich mit den Atomen), Lösungsenthalpie, elektrische Leitfähigkeit, Elektrolyse, Löslichkeit, Löslichkeitsprodukt, Beispiele medizinisch wichtiger Kationen und Anionen und die Löslichkeit ihrer Salze (z. B. Apatite, Urate, Phosphate, Oxalate)

## Reaktionstypen

- **Grundreaktionen:**  
Addition, Eliminierung, Substitution, Umlagerungen (z. B. Keto-Enol-Tautomerie), Aldol-Kondensation

## Grundstrukturen

- **Offenkettige Kohlenwasserstoffe:**  
Alkane, Alkene, Alkine (Strukturformeln, allgemeine Prinzipien der Nomenklatur, typische Reaktionen), wichtige physikalische Eigenschaften im Vergleich (Siedepunkt, Löslichkeit in Wasser oder Kohlenwasserstoffen), medizinisch wichtige Verbindungen (z. B. Isopren, cis/trans-Isomere von Alkenen)
- **Alicyclische Verbindungen:**  
Cyclohexan, Erkennen des Sterangerüsts (Verknüpfung der Ringe)
- **Aromaten:**  
Benzol (Strukturformel, aromatischer Charakter), kondensierte Ringsysteme (z. B. Naphthalin)
- **Heterocyklen:**  
Erkennen der nichtaromatischen und aromatischen Grundstrukturen (Pyrrol, Indol, Imidazol, Thiazol, Pyridin, Pyrimidin, Purin, Pteridin, Isoalloxazin, Furan, Pyran) in biochemisch wichtigen Verbindungen

## Funktionelle Gruppen

- **Alkohole, Phenole, Chinone, Ether:**  
Erkennen von Alkoholen, Phenolen, Chinonen und Ethern; typische Reaktionen
- **Verbindungen mit N:**  
Erkennen von Aminen, Nitro-, Guanidino- und Azoverbindungen, Basizität und typische Reaktionen von Aminen
- **Verbindungen mit S:**  
Erkennen von Thiolen, Thioethern, Sulfoxiden, Disulfiden, Oxidation von Thiolen zu Disulfiden bzw. Sulfonsäuren und von Methionin zu Methionin-Sulfoxid
- **Aldehyde und Ketone:**  
Erkennen von Aldehyden und Ketonen, typische Reaktionen (z. B. Keto-Enol-Tautomerie, Addition von Nucleophilen, Unterschiede zwischen Aldehyden und Ketonen)
- **Carbonsäuren, Carbonsäurederivate:**  
Erkennen von Carbonsäuren und funktionellen Carbonsäurederivaten (Acyl-Verbindungen, Anhydride, Ester, Thioester, Amide); Nomenklatur (Monocarbonsäuren bis C<sub>4</sub>, ω-Nomenklatur; Fettsäuren: geradzahlig – ungeradzahlig, gesättigt – ungesättigt, cis/trans, Oxidation von ungesättigten Fettsäuren; amphipathische Eigenschaften von Salzen der Fettsäuren, Bildung von Mizellen; Veresterung/Verseifung)
- **Hydroxy- und Oxocarbonsäuren:**  
Erkennen biochemisch wichtiger Hydroxy- und Oxocarbonsäuren (Ketocarbonsäuren), typische Reaktionen
- **„Anorganische“ Säuren und ihre Derivate:**  
Schwefelsäure, Kohlensäure, Phosphorsäure und Salpetersäure; Erkennen ihrer medizinisch wichtigen Derivate; „energiereiche“ Verbindungen

## Stereochemie

- **Isomerien:**  
Konstitutionsisomere; Stereoisomere: Konfigurations- und Konformationsisomere, Enantiomere und Diastereomere; Erkennung von Chiralitätszentren; cis/trans-Isomere, Konformere (z. B. Sessel- und Wannenform); D/L-Nomenklatur (Fischer-Projektion, Stereoformeln); Stereoselektivität bzw. Stereospezifität von Enzymen

## Struktur und Eigenschaften von Aminosäuren

- **Klassifizierung, Struktur:**  
L-Reihe (Fischer-Projektion, Stereoformel,  $\alpha$ -Aminogruppe),  $\alpha\beta\gamma$ -Nomenklatur; Erkennen und Eigenschaften der proteinogenen Aminosäuren; Prinzip der Ein- und Dreibuchstabennomenklatur;
- **Eigenschaften:**  
Säure-Base-Eigenschaften (Ladung in Abhängigkeit vom pH-Wert/Ampholyte, Berechnung des isoelektrischen Punkts, Pufferbereiche, ionisierbare Gruppen), saure, basische, neutrale Aminosäuren, hydrophobe/hydrophile Reste, Verhalten an Ionenaustauschern, Redoxverhalten (Cystein – Cystin)
- **Reaktionen:**  
Aminogruppe: Bildung von Schiff-Basen, Amiden und 2-Oxosäuren ( $\alpha$ -Ketosäuren), Isopeptidbindungen, Desaminierung;  
Carboxylgruppe: Bildung von Estern, Amiden, Säureanhydriden, Transglutaminierung, Decarboxylierung;  
Seitenketten: Disulfidbrücken (Cys), N- und O-Glykoside (Asn, Ser/Thr), Schiff-Basen (Lys), Phosphorsäureester (Ser, Thr, Tyr); Nachweis mit Ninhydrin

## Struktur und Eigenschaften von Kohlenhydraten

- **Monosaccharide**  
Klassifizierung, Struktur:  
Triosen, Pentosen, Hexosen, Aldosen, 2-Desoxyaldosen, Ketosen, Pyranosen, Furanosen, Aminosucker  
Stereochemie:  
Darstellung der Glucose in Fischer-Projektion, Haworth-Projektion und Sesselform-Schreibweise, Erkennen von vorgegebenen Verbindungen in der HaworthFormel, Mutarotation, Epimere,  $\beta$ -D-Glucopyranose als thermodynamisch besonders stabile Hexose  
Reaktionen:  
Prinzip der Umsetzung mit: alkoholischen OH-Gruppen (Halbacetale, Acetale, O-glykosidische Bindungen), Aminen/Amiden (N-glykosidische Bindungen), Oxidationsmitteln (-onsäurelactone, -onsäuren, -uronsäuren), Reduktionsmitteln (Zuckeralkohole); Unterschiede von Glykosiden und freien Monosacchariden  
Beispiele:  
Glycerinaldehyd (Glyceral), Glycerat, Ribose, Desoxyribose, Glucose und ihre Derivate (6-Phosphogluconolacton, D-Glucuronsäure, Vitamin C, Sorbitol), Mannose, L-Fucose, Galactose, Fructose sowie N- und O-Glykoside

- **Disaccharide**

Klassifizierung, Struktur:

reduzierende (Typ I) und nicht-reduzierende (Typ II) Disaccharide,  $\alpha$ - und  $\beta$ -glykosidische Bindung, 1,2-, 1,4- und 1,6-Verknüpfung

Eigenschaften:

Bildung durch Kondensation, Unterschied von Typ-I- und Typ-II-Disacchariden (Redoxverhalten, Mutarotation), säure- oder enzymkatalysierte Hydrolyse zu Monosacchariden

Beispiele:

Saccharose, Lactose, Maltose, Isomaltose

## Struktur und Eigenschaften von Lipiden

- **Klassifizierung, Struktur und Eigenschaften:**

hydrophobe Strukturen, Löslichkeit in apolaren Lösungsmitteln; hydrolysierbare/verseifbare – nicht hydrolysierbare Lipide; Speicherlipide, Membranlipide, Isoprenoide/Terpene, Steroide, Fettsäuren, Eicosanoide, Detergentien, Mizellen

## Struktur und Eigenschaften von Nucleinsäuren

- **Klassifizierung, Struktur:**

DNA, RNA; Erkennen der 5'- und 3'-Enden, Phosphodiesterbindung; Gesetzmäßigkeiten der Basenpaarung, Wasserstoffbrücken, hydrophobe Wechselwirkungen; Primär- und Sekundärstruktur, große und kleine Furche; Supercoil, Palindrome