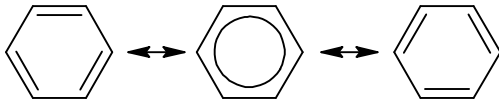
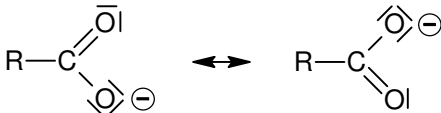
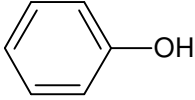
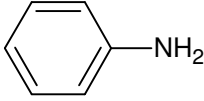
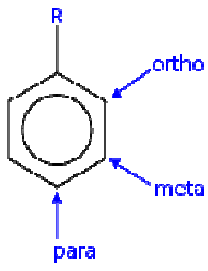


Grundwissen Chemie 11

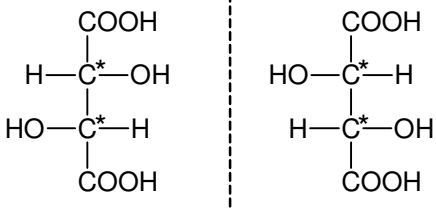
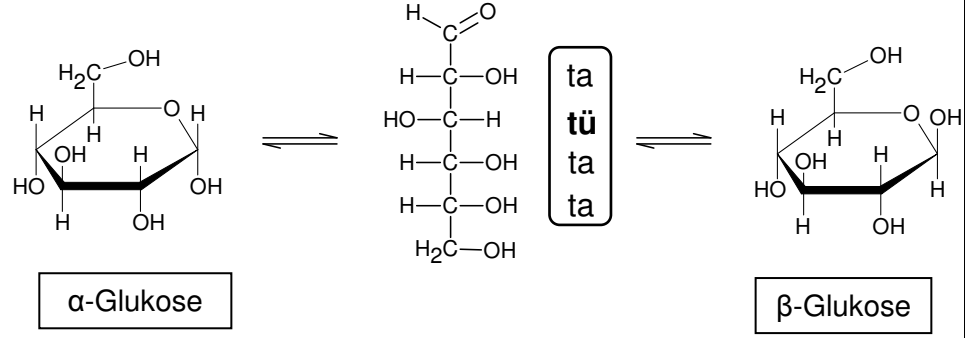
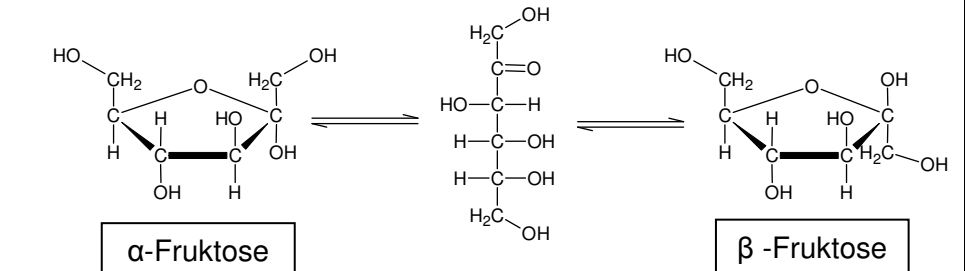
Begriffe	Inhalt
Aromatische Kohlenwasserstoffe	
Aromaten	Planare Moleküle mit cyclischem, delokalisierten Elektronensystem.
Delokalisiertes Elektronensystem	Die Bindungselektronen sind nicht zw. 2 Atomen lokalisiert, sondern sind über das ganze System verteilt.
Mesomerie	<p>Beschreibt die tatsächlich vorliegende Elektronenverteilung eines Moleküls, die nur durch sogenannte Grenzstrukturen beschrieben werden kann.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">mesomere Grenzstrukturen von Benzol</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">mesomere Grenzstrukturen des Carboxylat-Ions</div> </div>
Elektrophile Substitution	<p>Reaktionsmechanismus, bei dem ein Austausch eines Wasserstoffatoms gegen ein anderes Atom oder funktionelle Gruppe am Benzolring stattfindet. Dabei bleibt das delokalisierte Elektronensystem erhalten. Läuft in 3 Schritten ab:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Darstellung des Elektrophils (Kation oder positiv polarisiertes Teilchen) 2. elektrophiler Angriff (unter Bildung eines mesomeristabilisierten Kations, dem Zwischenprodukt) 3. Rearomatisierung (unter Abspaltung eines Protons)
Phenole	<p>Aromaten mit mindestens einer Hydroxylgruppe am aromatischen Ring, z.B. Phenol = Hydroxybenzol; Phenole reagieren trotz Hydroxylgruppe nicht wie aliphatische Alkohole</p> <div style="text-align: center;">  </div>
Anilin	<p>Aromat, mit einer polaren Aminogruppe am aromatischen Ring, nicht basisch. Anilin = Phenylamin</p> <div style="text-align: center;">  </div>
Mesomerie-Effekte	<p>+M-Effekt: Elektronendichte im aromatischen System wird durch Substituent erhöht → elektronenschiebend z.B. -NH₂; -OH</p> <p>-M-Effekt: Elektronendichte im aromatischen System wird durch Substituent erniedrigt → elektronenziehend z.B. -NO₂; -COOH</p>
Zweitsubstitution	<p>Ein bereits substituierter Benzolring kann mit einem weiteren Substituenten reagieren. Dabei sind drei isomere Strukturen möglich: ortho-, meta- und para-Position. Anhand der Grenzstrukturformeln des Edukts kann die bevorzugte Positionierung des Zweitsubstituenten ersehen werden.</p> <div style="text-align: center;">  </div>

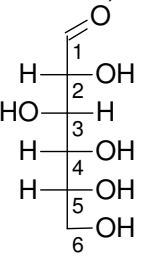
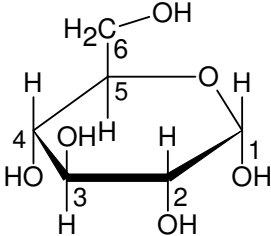
Fette und Tenside

<p>Fette</p>	<p>Fette sind dreifache Ester aus Glycerin (Propan-1,2,3-triol) und Fettsäuren. Man nennt sie daher auch Triglyceride.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Jedes Molekül eines natürlichen Fetts enthält verschiedene Fettsäurereste. Fette haben deshalb einen Schmelzbereich. Aufgrund der langen KW-Ketten sind Fette in unpolaren LM löslich. Bedeutung als Nährstoff, Energieträger und nachwachsender Rohstoff.</p>
<p>Fettsäuren</p>	<p>Gesättigte FS: keine Doppelbindungen; einh. Bindungswinkel ca. 109° Ungesättigte FS: Doppelbindungen; an den Doppelbindungen Bindungswinkel von ca. 120°; natürliche ungesättigte FS mit Z-Konfiguration → sperriger Bau</p>
<p>Schmelzbereich des FS</p>	<p>Der abweichende Bindungswinkel bei ungesättigten FS verhindert eine gleichmäßige, dichte Anordnung der KW-Ketten. Daher bestimmt der Anteil der ungesättigten FS den Schmelzbereich des Fettes: je höher dieser Anteil, desto niedriger liegt er. Der Schmelzbereich wird von der Anzahl der Doppelbindungen und der Kettenlänge der FS-Reste (V.d.W.-Kräfte) bestimmt.</p>
<p>Fetthärtung</p>	<p>Umwandlung flüssiger fetter Öle in feste Fette. Dies geschieht durch Hydrierung (Addition von H₂) der in den Fettsäureresten enthaltenen Doppelbindungen.</p>
<p>Seifen und Verseifung</p>	<p>Seifen: Alkalisalze der Fettsäuren Bildung durch basische Hydrolyse von Fetten. Nachteile: säureempfindlich, härteempfindlich, starke Basen</p> <p>Basische Verseifung: Fett + Lauge → Fettsäuresalz + Glycerin</p>
<p>Amphiphil:</p>	<p>Teilchen, das sowohl hydrophile als auch hydrophobe Eigenschaften hat.</p>
<p>Tenside</p>	<p>Amphiphile, grenzflächenaktive Verbindungen heißen Tenside.</p> <div style="text-align: center;">  </div>
<p>Eigenschaften von Tensiden</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Erniedrigung der Oberflächenspannung - Stabilisierung von Emulsionen - Dispergiervermögen - Tyndall-Effekt durch Micellenbildung (Zusammenlagerung von Teilchen mit amphiphilen Eigenschaften)
<p>Waschwirkung von Tensiden</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Benetzung der Faser durch herabgesetzte Oberflächenspannung möglich. 2. Faser und Schmutzpartikel werden durch Seifenanionen aufgeladen und stoßen sich ab. 3. Die Schmutzpartikel werden in Micellen eingelagert und in Lösung gehalten.
<p>Synthetische Tenside</p>	<p>4 Typen: anionische, kationische, zwitterionische und nichtionische Tenside; Vorteile: nicht säureempfindlich, neutrale Reaktion in wässriger Lösung, kaum härteempfindlich</p>

Kohlenhydrate


<p>Optische Aktivität</p>	<p>Drehung der Schwingungsebene von linear polarisiertem Licht um einen bestimmten Winkel durch eine optisch aktive Substanz. Dieser wird Drehwinkel genannt und kann durch ein Polarimeter bestimmt werden. z.B.: Milchsäure (s. unten)</p>
<p>Chiralität</p>	<p>Objekte, die mit ihrem Spiegelbild nicht zur Deckung gebracht werden können, sind chiral. Chirales Molekül: Verbindungen mit Chiralitätszentrum (= asymmetrisches Atom; Kohlenstoffatom mit <u>verschiedenen</u> Substituenten: C*)</p> <p>z.B.: Milchsäure</p> <div style="text-align: center;"> </div>
<p>Stereoisomere</p>	<p>Zwei oder mehr Moleküle, die sich ausschließlich in der räumlichen Ausrichtung einzelner Atome unterscheiden. Sie verfügen über die gleich Summen- und Strukturformel. Unterscheidung von Enantiomeren und Diastereomeren.</p>
<p>Enantiomere</p>	<p>Enantiomere sind chirale Moleküle, die sich zueinander wie Bild und Spiegelbild.</p> <ul style="list-style-type: none"> - unterschiedliche Vorzeichen des spezifischen Drehwinkels - unterschiedliches Verhalten nur gegenüber ebenfalls chiralen Teilchen <div style="text-align: center;"> </div> <p>z.B.: Contergan: R-Thalidomid (Schlafmittel) S-Thalidomid (teratogen)</p>
<p>Diastereomere</p>	<p>Diastereomere sind Stereoisomere, die sich zueinander nicht wie Bild und Spiegelbild verhalten. z.B.: (+)-Weinsäure und meso-Weinsäure</p> <div style="text-align: center;"> </div>
<p>Racemat</p>	<p>Ein Racemat ist ein äquimolares Gemisch zweier Enantiomere. Ein Racemat ist optisch nicht aktiv. Beispiel: L-(+)-Weinsäure D-(-)-Weinsäure</p> <div style="text-align: center;"> </div>

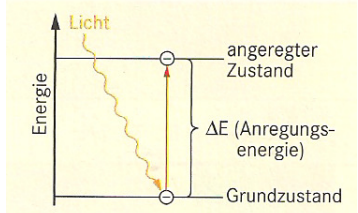
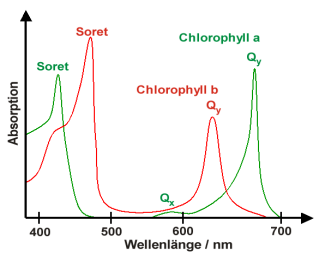
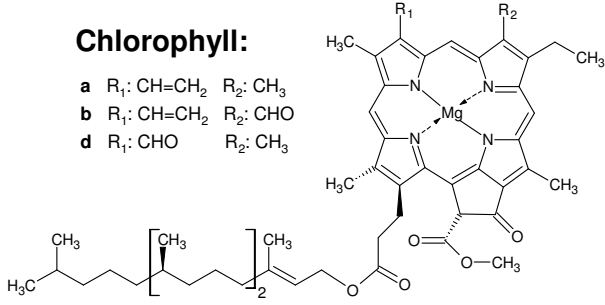
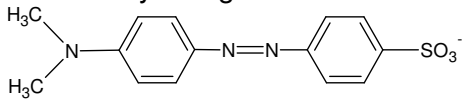
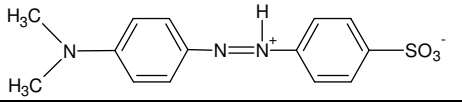
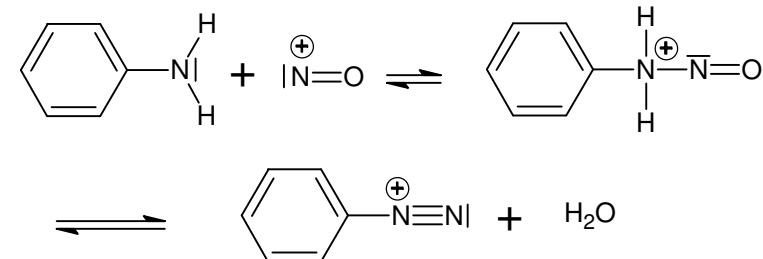
<p>Fischer-Projektion</p>	<ol style="list-style-type: none"> In der Fischer-Projektion steht die C-C-Kette senkrecht und das höchstoxidierte Kohlenstoffatom steht oben. Alle vertikalen Bindungen stehen „nach hinten“, alle horizontalen „nach vorne“. Die Stellung des Hydroxy-Substituenten des unteren C* ist für die Namensgebung entscheidend: D = rechts; L= links. D- und L-Weinsäure sind zueinander enantiomer. <p>Beispiel: L- Weinsäure D-Weinsäure</p> 
<p>Monosaccharide</p>	<p>= Polyhydroxycarbonylverbindungen Bildung einer Ringform durch nukleophile Addition; Mutarotation zwischen α- und β-Form</p>
<p>Glukose (Traubenzucker):</p>	<ul style="list-style-type: none"> - häufigstes Biomolekül - enthält eine Aldehydgruppe (Aldose) - liegt überwiegend als sechsgliedriger Ring (Pyranose-Struktur) und nicht in offenkettiger Form vor - die Stellung der OH-Gruppen kann man sich mit „ta tü ta ta“ merken 
<p>Fruktose (Fruchtzucker):</p>	<ul style="list-style-type: none"> - enthält eine Ketogruppe (Ketose) - bildet Fünfring (Furanose-Struktur) 
<p>Ring-Ketten-Tautomerie</p>	<p>In wässriger Lösung: Umlagerung zwischen offenkettiger Form und Ringform.</p>
<p>Anomere</p>	<p>Isomere, die sich in ihrer Konfiguration an ihrem anomeren C-Atom unterscheiden. Dieses ist ein Chiralitätszentrum, dass erst durch Ringbildung entsteht. z.B.: α-D-Glucopyranose und β-D-Glucopyranose</p>
<p>Mutarotation</p>	<p>Änderung des Drehwinkels einer optisch aktiven Lösung durch Gleichgewichtseinstellung zwischen Stereoisomeren.</p>

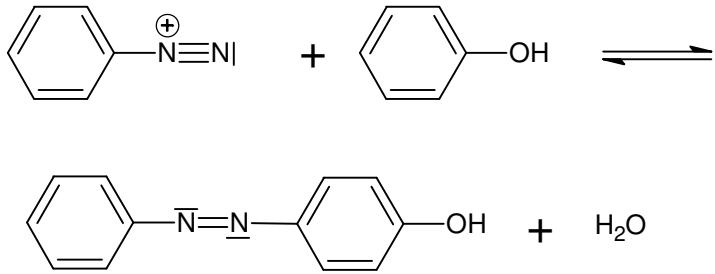
<p>Keto-Enol-Tautomerie</p>	<p>Fruktose kann in basischer Lösung in Glukose umgewandelt werden.</p> $ \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{R} \end{array} \xrightleftharpoons{\text{OH}^-} \begin{array}{c} \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \\ \text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \\ \text{R} \end{array} \xrightleftharpoons{\text{OH}^-} \begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \\ \text{R} \end{array} + \begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{O}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{R} \end{array} $ <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">D-Fruktose</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">Endiol-Form</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">D-Glukose</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">D-Mannose</div> </div>
<p>Haworth-Projektion</p>	<p>Die Haworth-Projektion erlaubt die einfache Darstellung ringförmiger Moleküle unter Berücksichtigung der Anordnung der Substituenten an asymmetrischen Kohlenstoffatomen (FLOH-Regel: Fischer links – oben Haworth).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Fischer-Projektion: D-Glukose</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Haworth-Projektion: α-D-Glukose</p> </div> </div>
<p>Disaccharide</p>	<p>Kondensationsprodukt zweier Monosaccharide unter Wasserabspaltung. Man nennt eine derartige Bindung zwischen zwei Monosaccharid-Molekülen glykosidische Bindung.</p> <p>z.B.: Maltose (α-1,4-glykosidische Bindung von Glukosemolekülen); Cellobiose (β-1,4-glykosidische Bindung von Glukosemolekülen), Saccharose (α-1,2-β-glykosidische Bindung von α-Glukose und β-Fruktose)</p>
<p>Reduzierende / Nichtreduzierende Zucker</p>	<p>Reduzierende Zucker: ein anomeres C-Atom ist nicht an der glykosidischen Bindung beteiligt → Fehling-Probe / Silberspiegelprobe positiv z.B.: Cellobiose</p> <p>Nicht-reduzierende Zucker: beide anomeren C-Atome sind an der glykosidischen Bindung beteiligt → Fehling-Probe / Silberspiegelprobe negativ z.B.: Saccharose</p>
<p>Polysaccharide</p>	<p>Kondensationsprodukt vieler Monosaccharide</p> <p>Stärke: Besteht aus Amylose (spiralförmige Makromoleküle aus α-1-4-Glukosemolekülen) sowie Amylopektin (α-1-4- und α-1-6-Verzweigung).</p> <p>Cellulose: lineare Makromoleküle aus β-1-4-Glukosemolekülen</p>

Aminosäuren und Proteine

<p>α -Aminocarbonsäuren</p>	<p>Alle Proteine sind aus 20 verschiedenen L-AS aufgebaut (8 davon essentiell). In der Fischer-Projektion zeigt die Aminogruppe daher nach links.</p> <div style="text-align: center;"> </div>
<p>Zwitterionenstruktur</p>	<p>AS sind Ampholyte → intramolekulare Protolyse → Zwitterion → kristalline Feststoffe</p> <div style="text-align: center;"> </div>
<p>Isoelektrischer Punkt (IEP)</p>	<p>Der IEP ist der pH-Wert, bei dem eine AS nahezu ausschließlich als Zwitterion vorliegt.</p>
<p>Elektrophorese</p>	<p>Die Elektrophorese ist ein Trennverfahren, bei dem durch Anlegen einer Gleichspannung Stoffe (z.B.: AS, DNA, Proteine) aufgrund ihrer unterschiedlichen Ladung und Größe getrennt werden.</p>
<p>Peptid</p>	<p>Kondensat von AS unter Wasserabspaltung</p> <div style="text-align: center;"> </div>
<p>Peptidbindung</p>	<p>Entsteht bei Reaktion der Aminogruppe einer AS mit der Carboxygruppe einer zweiten AS unter Wasserabspaltung. Die Verknüpfung heißt Peptidbindung.</p> <ul style="list-style-type: none"> → Bildung: Dipeptide (2) bis zu Proteine (>100) → keine freie Drehbarkeit → planar aufgrund der Mesomerie (Grenzstrukturen siehe Zeichnung) <div style="text-align: center;"> </div>
<p>Nachweisreaktionen</p>	<p>Biuret-Reaktion: Protein + NaOH + CuSO₄ → violette Färbung Ninhydrin-Reaktion: Protein + Ninhydrin → blau-violette Färbung Xanthoprotein-Reaktion: Protein + konz. HNO₃ → gelbe Färbung</p>
<p>Proteine</p>	<p>Struktur: Primärstruktur: Reihenfolge der AS Sekundärstruktur: H-Brücken zwischen Peptidbindungen (α-Helices oder β-Faltblätter) Tertiärstruktur: räumlicher Bau des Proteinmoleküls durch WW zwischen den AS-Resten (H-Brücken, kovalent, ionisch, van der Waals) Quartärstruktur: Zwei oder mehrere Polypeptide lagern sich zusammen und bilden größere Proteinmoleküle. Bedeutung: unterschiedlichste Bedeutung in Abhängigkeit von der Struktur z.B.: Haut: Schutz / Festigung, Immunsystem: AK, ...</p>

Kunststoffe	
Polymere	Polymere werden durch vielfache Aneinanderreihung (Polyreaktion) kleiner Einheiten (Monomere) synthetisiert. Man spricht daher von Polymeren . Sie bestehen aus Makromolekülen
Radikalische Polymerisation	Monomere mit Mehrfachbindungen verknüpfen sich zu Polymer Startreaktion: homolytische Spaltung des Radikalbildners Kettenstart: Anlagerung von Startradikal an Monomer Kettenwachstum: Anlagerung weiterer Monomere Kettenabbruch: zwei Radikale verbinden sich z.B.: Polyethen aus Ethenmolekülen
Polykondensation	Monomere mit mind. zwei funktionellen Gruppen verbinden sich unter Abspaltung von Nebenprodukten (oft H ₂ O). z.B.: Polyester: Carboxy- und Hydroxygruppe reagieren unter Esterbildung (z.B.: PET) z.B.: Polyamide: Carboxy- und Aminogruppe reagieren unter Amidbildung (z.B.: Nylon)
Polyaddition	Monomere mit mind. zwei funktionellen Gruppen verbinden sich ohne Abspaltung von Nebenprodukten. z.B.: Polyurethan (PU) durch Addition von Diisocyanaten mit Diolen
Thermoplaste Duroplaste / Elastomere	<p>Thermoplaste: z.B. PE, PVC Unvernetzte Polymerketten, nur zwischenmolekulare Kräfte → Erweichen bei Erwärmen und werden plastisch verformbar → Ursache; Überwindung der zwischenmol. Kräfte bei E-Zufuhr</p> <p>Duroplaste: z.B. ABS-Kunststoff (Lego-Steine) Durch Atombindungen eng vernetzte Polymerketten → zersetzen sich bei hohen T ohne vorheriges Erweichen → Ursache: Bruch der Atombindungen bei hoher E-Zufuhr</p> <p>Elastomere: z.B. Gummi Weitmaschig vernetzte Polymerketten → gummielastisches Verhalten bei Zugbelastung</p> <div style="text-align: center;">  <p>Thermoplast Duroplast Elastomer</p> </div>

Farbstoffe	
Licht	Elektromagnetische Strahlung; sichtbares Licht: Wellenlängenbereich von 380-780nm
Farbstoff	Löslicher organischer Stoff, der bei Bestrahlung mit weißem Licht farbig erscheint.
Lichtabsorption:	<p>Anregung von Elektronen: Aufnahme von Strahlungsenergie, Elektronen gelangen vom Grundzustand in angeregten Zustand. Die Anregungsenergie entspricht der absorbierten Wellenlänge.</p> <p>Komplementärfarbe: Vom menschl. Auge wird der nicht absorbierte, reflektierte Teil des Spektrums wahrgenommen. Dieser Teil entspricht der Komplementärfarbe des absorbierten Lichtes → Farbe des Farbstoffes.</p> 
Chromophor	Delocalisiertes Elektronensystem des Farbstoffmoleküls („Farbträger“).
Auxochrome und Antiauxochrome	<p>Auxochrome (Elektronendonatoren): Vergrößerung des delocalisierten Elektronensystems → farbvertiefende Wirkung</p> <p>Antiauxochrome (Elektronenakzeptoren)</p> <p>Auxochrome: Gruppen mit +I bzw. +M-Effekt (z.B.: -NH₂, -OR)</p> <p>Antiauxochrome: Gruppen mit -I bzw. -M-Effekt (z.B.: -COOH, -NO₂)</p>
Chlorophyll	<p>Naturfarbstoff; Grüner Farbstoff in den Chloroplasten von Pflanzenzellen.</p>  <p>Chlorophyll:</p> <ul style="list-style-type: none"> a R₁: CH=CH₂ R₂: CH₃ b R₁: CH=CH₂ R₂: CHO d R₁: CHO R₂: CH₃ 
Azofarbstoffe	Azofarbstoffe enthalten die sog. Azogruppe (-N=N-) als Chromophor.
Säure-Base-Indikatoren	<p>Säure-Base-Indikatoren sind organische Farbstoffe, die je nach pH-Wert als Säure oder Base reagieren und mit unterschiedlicher Struktur vorliegen. Die Struktur beeinflusst ihr Absorptionsverhalten und damit ihre Farbe.</p> <p>z.B.: Methylorange</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>pH > 4.4 gelb</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>pH < 3 rot</p> </div> </div>
Azofarbstoff-Synthese	<p>1. Diazotierung: aromatisches Amin reagiert mit Nitrosylkation NO⁺ zum mesomeriestabilisierten Diazoniumion.</p> 

	<p>2. Azokupplung: Diazoniumion reagiert in elektrophiler Substitution mit anderem Aromat.</p>  <p style="text-align: center;"> <chem>c1ccccc1[N+]#N</chem> + <chem>Oc1ccccc1</chem> \rightleftharpoons <chem>Oc1ccc(cc1)/N=N/c2ccccc2</chem> + <chem>O</chem> </p>
<p>Küpfärbung bei Indigo</p>	<p>Indigo: blauer Farbstoff Küpfärbung:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Umwandlung von wasserunlöslichem, blauem Indigo in wasserlösliche, farblose Leukoform durch Reduktion in basischer Lösung. 2. Aufziehen der Leukoform auf Baumwolle. 3. Rückgewinnung des blauen Farbstoffs durch Oxidation

Reaktionsgeschwindigkeit und Enzymkatalyse

Definition	$V_R = \frac{\Delta n(\text{Produkt})}{\Delta t} = - \frac{\Delta n(\text{Edukt})}{\Delta t}$ <p>Mittlere Reaktionsgeschwindigkeit: beschreibt die Änderung der Stoffmenge für einen bestimmten Zeitabschnitt.</p> <p>Momentane Reaktionsgeschwindigkeit: beschreibt die Änderung der Stoffmenge für einen bestimmten Zeitpunkt.</p>
Stoßtheorie	<p>Nach der Stoßtheorie findet eine Reaktion nur unter bestimmten Bedingungen statt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. die miteinander reagierenden Teilchen müssen aufeinander stoßen. 2. die Teilchen müssen in einer für sie günstigen Position kollidieren. 3. Die Teilchen müssen eine Mindestenergie besitzen.
Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	<p>Reaktionsgeschwindigkeit nimmt zu bei:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einsatz eines Katalysators - Erhöhung der Eduktkonzentration - Erhöhung der Oberfläche (Zerteilungsgrad) - Erhöhung der Temperatur (RGT-Regel: Reaktionsgeschwindigkeitstemperaturregel)
Katalyse	<p>Homogene Katalyse: Katalysator und Edukte liegen in der gleichen Phase z.B. flüssig vor; Neuer Reaktionsweg durch Bildung eines Zwischenproduktes.</p> <p>Heterogene Katalyse: Katalysator und Edukte liegen in verschiedenen Phasen vor - häufig: Gasförmige Edukte / Metalloberfläche als Katalysator; Veränderung des Reaktionsweges durch Adsorption auf der Oberfläche</p>
Enzyme	<p>Enzyme sind proteinogene Biokatalysatoren → senken die Aktivierungsenergie, werden nicht verbraucht Aktivität abhängig von Substratkonzentration, Temperatur, pH</p>
Enzymwirkung	<p>Schlüssel-Schloss-Prinzip: Substrat und Enzym passen zueinander wie ein Schlüssel (Substrat) zu einem bestimmten Schloss (Enzym).</p> <p>Enzyme sind hochspezifisch, d.h. sie setzen nur ein bestimmtes Substrat (Substratspezifität) auf eine ganz bestimmte Weise (Wirkungsspezifität) um.</p>
Hemmstoffe	<p>Hemmstoffe verringern die Aktivität von Enzymen</p> <p>kompetitive Hemmung: Hemmstoff ist Substrat ähnlich, bindet reversibel an aktives Zentrum, Verdrängung durch Substrat möglich</p> <p>allosterische Hemmung: Hemmstoff Substrat nicht ähnlich, reversible Bindung an allosterisches Zentrum → Veränderung von aktivem Zentrum, Verdrängung durch Substrat nicht möglich; Bedeutung: Stoffwechselregulation durch Endprodukthemmung.</p> <p>Schwermetall-Ionen: Veränderung des räumlichen Baus der Enzyme, meist irreversible Bindung an das Enzym („Giftwirkung“)</p>