

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Benzol

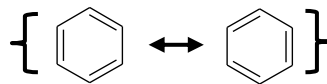
Summenformel C_6H_6 . Die Kohlenstoffatome bilden die Ecken eines regelmäßigen Sechsecks. Der C-C-Bindungsabstand liegt zwischen dem einer Einfach und einer Doppelbindung. An jedes C-Atom ist ein H-Atom gebunden; alle Bindungswinkel betragen 120° ; alle Atome des Moleküls liegen in einer Ebene.

Die π -Elektronen sind gleichmäßig über den Benzolring verteilt, man sagt delokalisiert.

Mesomerie

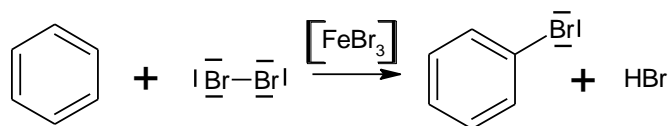
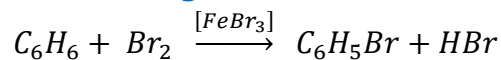
Lässt sich die Elektronenverteilung eines Moleküls auf mehrere Arten in einer Strukturformel darstellen, so liegt die wahre Elektronenverteilung dazwischen. Die formulierbaren Strukturformeln sind nicht real und werden als Grenzstrukturformeln bezeichnet. Die Grenzstrukturformeln verdeutlichen das Gebiet, in dem sich die Elektronen frei bewegen können, sie sind dort delokalisiert, d.h. nicht mehr einzelnen Atomen zuzuordnen. Durch die Delokalisierung wird das Molekül energetisch abgesenkt, d.h. es gewinnt an Stabilität.

Beispiel: **Benzol**



elektrophile Substitution: Halogenierung

Beispiel: **Bromierung von Benzol**



Monobrombenzol

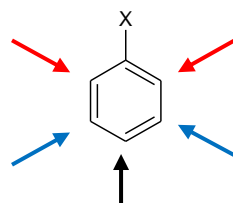
ortho, meta, para

Die relative Position eines Zweitsubstituenten am Benzolring zum Erstsubstituent (X) wird als Lokant durch Zahlen oder Buchstaben angegeben.

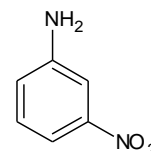
o = ortho

m = meta

p = para



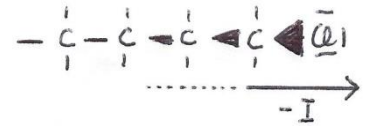
Beispiel



m-Nitroanilin = 3-Nitroanilin

induktiver Effekt

Elektronektivere Atome als Kohlenstoff wie etwa F, Cl, Br, I, O, N bewirken somit einen sich mit zunehmender Entfernung abschwächenden Elektronensog auf die bindenden Elektronen und verringern die Elektronendichte der Kohlenstoffkette.



Man spricht von einem negativen induktiven Effekt = **-I-Effekt**.

Da die Wasserstoffatome weniger elektroneaktiv sind als die Kohlenstoffatome ergibt sich aus einer Methylgruppe heraus durch die tetraedrische Anordnung ein Elektronenschub auf die Nachbaratome.

Alkylgruppen haben daher einen elektronenschiebenden Effekt, also einen positiven induktiven Effekt = **+I-Effekt**.

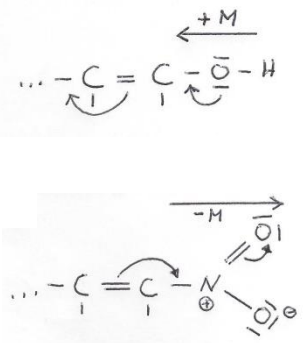
mesomerer Effekt

Induktive Effekte beeinflussen die Elektronendichteverteilung im Molekül.

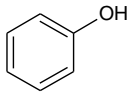
Die Elektronendichte wird aber noch viel stärker durch Mesomerie beeinflusst, da sich hier die π -Elektronen über einen größeren Bereich delokalisiert werden.

Gruppen, die dabei nichtbindende Elektronenpaare in Richtung der Kohlenstoffkette schieben können, haben einen positiven mesomeren Effekt = **+M-Effekt**.

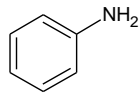
Gruppen mit Mehrfachbindungen hingegen verursachen häufig einen Elektronenzug auf die Kohlenstoffkette, also einen **-M-Effekt**.



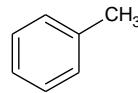
wichtige Derivate des Benzols



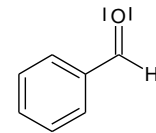
Phenol
= **Hydroxybenzol**



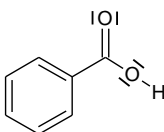
Anilin
= **Aminobenzol**



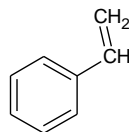
Toluol
= **Methylbenzol**



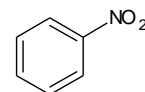
Benzaldehyd



Benzoessäure



Styrol
= **Phenylethen**



Nitrobenzol

Farbstoffe

kontinuierliches Spektrum

Es enthält alle Wellenlängen des sichtbaren Lichts und erstreckt sich von 380nm – 780nm. Wird das sichtbare Licht z.B. durch ein Prisma zerlegt, werden die Spektralfarben sichtbar:

380nm							780nm
	violett	blau	grün	gelb	orange	rot	

Farbigkeit und Molekülbau (Voraussetzungen für Farbigkeit), Absorption

- Voraussetzung für Farbigkeit ist die Absorption von Licht im sichtbaren Bereich.
- Die π -Elektronen werden durch die absorbierte Lichtenergie auf ein höheres Niveau gehoben und geben diese Energie beim Zurückfallen in den Ausgangszustand z.B. als Wärmeenergie wieder ab.
- Da die Energie des sichtbaren Lichtes eher klein ist, müssen die π -Elektronen leicht anregbar sein.
- Dies ist der Fall, wenn sie durch ein ausgedehntes mesomeres System (System mit konjugierten Doppelbindungen) stark delokalisiert sind.

Chromophore

Farbgebende funktionelle Gruppen. Sie bilden das System konjugierter Doppelbindungen.

Beispiele:



Carbonyl-Gruppe Nitroso-Gruppe Azo-Gruppe

Auxochrome und Antiauxochrome

Gruppen, die einen zusätzlichen **farbvertiefenden (=bathochromen) Effekt** verursachen.

Auxochrome besitzen einen **+M-Effekt**

Beispiele: $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$

Antiauxochrome besitzen einen **-M-Effekt**

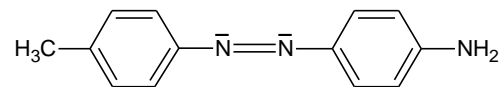
Beispiele: $-\text{NO}_2$, $-\text{SO}_3\text{H}$

Liegen beide Gruppen vor, so ist dies besonders günstig und man spricht von einem **Donor-Akzeptor-System**.

Azofarbstoff

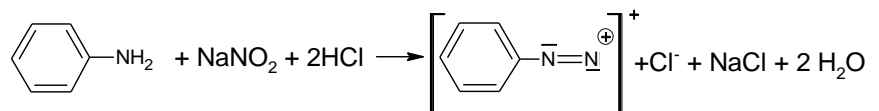
Jeder Azofarbstoff besitzt eine Azogruppe ($-\text{N}=\text{N}-$), an die an beiden Seiten je ein aromatischer Rest (=Aryl-Gruppe) gebunden ist.

Beispiel:



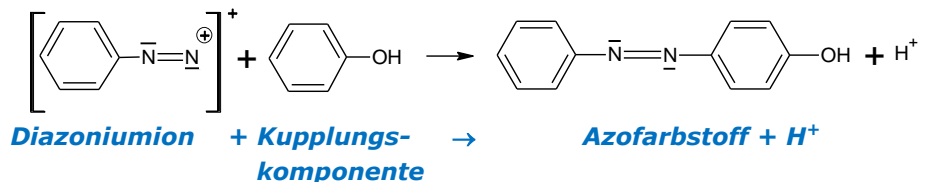
Synthese eines Azofarbstoffs

1.Schritt: Diazotierung



Diazoniumium

2.Schritt: Azokupplung



Küpenfärbung

Beim "Verküpen" wird ein nicht wasserlöslicher Farbstoff (z.B. Indigo) durch Reduktion in eine wasserlösliche Form übergeführt (aus Indigo entsteht dabei das gelbliche Leukoindigo). In die Lösung der wasserlöslichen Form, die sog. Küpe, werden die zu färbenden Textilien gegeben und der Farbstoff zieht auf die Fasern.

Anschließend wird der Farbstoff durch Oxidation in seine Ursprungsform zurückverwandelt (Luftsauerstoff oxidiert Leukoindigo wieder zum blauen Indigo).

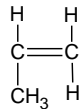
Küpengefärbte Textilien sind i.A. recht waschecht, da die Farbstoffe ja wasserunlöslich sind.

Kunststoffe

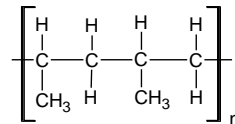
Polymerisation

Reaktion von Monomeren mit mindestens einer reaktionsfähigen Doppelbindung.

Beispiel:



Monomer (Propen)

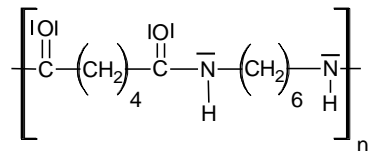
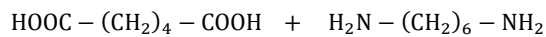


*Polymerisat = Polypropen (PP)
Kennzeichnender Strukturformelausschnitt
mit 2 Repetiereinheiten*

Polykondensation

Reaktion von Monomeren mit reaktionsfähigen funktionellen Gruppen unter Abspaltung niedermolekularer Nebenprodukte wie H_2O , NH_3 , HCl .

Beispiel:



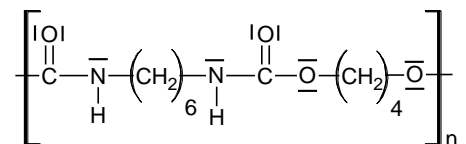
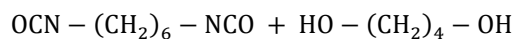
Monomere (Hexandisäure + 1,6-Diaminohexan)

*Polykondensat = Polyamid (PA)
Kennzeichnender Strukturformelausschnitt
mit 1 Repetiereinheit*

Polyaddition

Reaktion von Monomeren mit reaktionsfähigen funktionellen Gruppen ohne Abspaltung von Nebenprodukten, jedoch mit Übertragung von H-Atomen.

Beispiel:



Monomere (Hexan-1,6-diisocyanat + Butan-1,4-diol)

*Polyaddukt = Polyurethan (PU)
Kennzeichnender Strukturformelausschnitt
mit 1 Repetiereinheit*

Thermoplast

Nicht vernetzte, lineare Molekülketten.

Zwischen den Molekülen wirken intermolekulare Bindungskräfte.

Thermoplaste erweichen beim Erwärmen und sind dann beliebig verformbar. Beim Abkühlen erhärten Sie in der jeweiligen neuen Form.

Thermoplaste sind spinnbar, also unzersetzt schmelzbar!

Schmelzbereich von Fetten (1)

Der Schmelzbereich von Fetten sinkt mit der Zunahme des Anteils ungesättigter Fettsäuren.
Begründung:

- ungesättigt ⇒ Doppelbindungen mit Z-Konfiguration
- ⇒ Knick im Molekül
- ⇒ geringere gemeinsame Oberfläche mit dem Nachbarmolekül als bei gesättigten und damit linearen Fettsäuren
- ⇒ geringere Wirksamkeit der van-der-Waals-Kräfte
- ⇒ niedrigerer Schmelzbereich

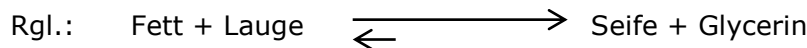
Schmelzbereich von Fetten (2)

Der Schmelzbereich von Fetten sinkt mit der Zunahme des Anteils kurzkettiger Fettsäuren.
Begründung:

- kurzkettig ⇒ geringere gemeinsame Oberfläche mit dem Nachbarmolekül als bei langkettigen, gesättigten und damit linearen Fettsäuren
- ⇒ geringere Wirksamkeit der van-der-Waals-Kräfte
- ⇒ niedrigerer Schmelzbereich

Tenside

Verseifung, Kernseife, Schmierseife



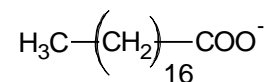
Beachte: Bei der basischen Fettspaltung liegt das Gleichgewicht ganz auf der Produktseite, d.h. die Umsetzung gelingt zu nahezu 100%.

Lauge	Seife	Seifen sind die Natrium-, bzw. Kaliumsalze von langkettigen Fettsäuren
Natronlauge	Kernseife	
Kalilauge	Schmierseife	

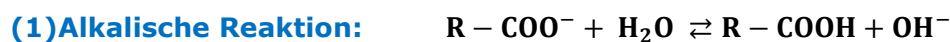
Tensid

Tenside sind grenzflächenaktive Stoffe. Ihre Moleküle setzen durch ihren amphiphilen Bau (hydrophober und hydrophiler Teil) die Grenzflächenspannung (Oberflächenspannung) herab.

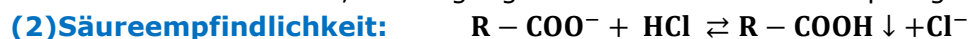
Beispiel: **Seifenanion (Stearat-Ion = Octadecanoat-Ion)**



Nachteile von Seifen



Der Säureschutzmantel der Haut wird beeinträchtigt; erleichtertes Eindringen von Bakterien in die Haut; Schädigung von Fasern tierischen Ursprungs (Wolle)



Die Fettsäure fällt als Niederschlag aus; damit ist weniger Seife in der Waschlauge und die Waschwirkung wird verringert. Es entsteht ein erhöhter Seifenbedarf.

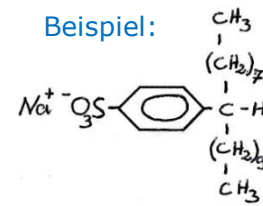


Hartes Wasser enthält Ca-Ionen, die mit den Seifenanionen einen schwerlöslichen Niederschlag ("Kalkseife") bilden. Die Kalkseife legt sich auf die Fasern und verursacht eine Vergrauung der Wäsche, Hautreizungen, erhöhten Wäscheverschleiß, Geruchsbildung und einen erhöhten Seifenbedarf.

ABS

Alkylbenzolsulfonat = eines der wichtigsten synthetischen Tenside.

Im Gegensatz zu Seifen ist es nicht basisch, nicht säureempfindlich und nur gering härteempfindlich.



Stereoisomerie

optische Aktivität

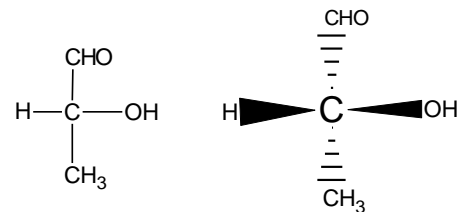
Eine Substanz heißt optisch aktiv, wenn sie die Ebene des polarisierten Lichtes zu drehen vermag.

chirales C-Atom

Ein C-Atom heißt chiral (=asymmetrisch), wenn es 4 verschiedene Atome oder Atomgruppen als Substituenten trägt.

Fischer-Projektion

- Die C-Kette wird senkrecht geschrieben.
- Das C-Atom mit der höchsten Oxidationsstufe steht dabei möglichst weit oben.
- Die weiteren Bindungen an den chiralen C-Atomen werden waagrecht geschrieben.
- Gruppen waagrecht an den chiralen C-Atomen liegen vor der Papierebene.
- Gruppen senkrecht an den chiralen C-Atomen liegen hinter der Papierebene.



Beispiel: **Glycerinaldehyd**

Stereoisomere, Enantiomere, Diastereomere

- (1) Alle möglichen optischen Isomere einer Verbindung sind **Stereoisomere**.
- (2) Optisch aktive Stereoisomere besitzen ein Spiegelbild, mit dem sie ein **Enantiomerenpaar** bilden.
- (3) Zwei Stereoisomere, die nicht zueinander spiegelbildlich sind, bezeichnet man als **Diastereomere**.

Kohlenhydrate

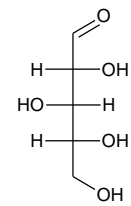
Monosaccharide

Monosaccharide sind die Grundbausteine der Kohlenhydrate.

Sie enthalten nur C-, O- und H-Atome.

Alle Monosaccharid-Moleküle besitzen

- eine Carbonylgruppe
- an jedem weiteren C-Atom eine OH-Gruppe.



Beispiel: **D-Xylose**

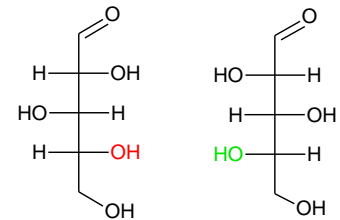
D, L-Konfiguration

Die OH-Gruppe am untersten chiralen C-Atom

in der Fischer-Projektion bestimmt die Konfiguration.

Steht sie rechts \Rightarrow **D-Konfiguration**

Steht sie links \Rightarrow **L-Konfiguration**



Beispiel:

D-Xylose

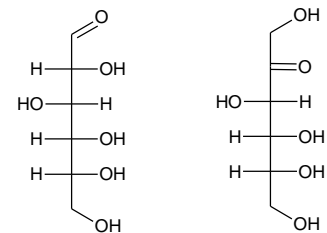
L-Xylose

D-(+)-Glucose, D-(-)-Fructose

Die Fischer Projektionsformel ergibt sich aus der "ta-tü-ta-ta"-Regel.

D-(+)-Glucose ist eine Aldohexose und rechtsdrehend.

D-(-)-Fructose ist eine Keto-hexose und linksdrehend.



D-(+)-Glucose **D-(-)-Fructose**

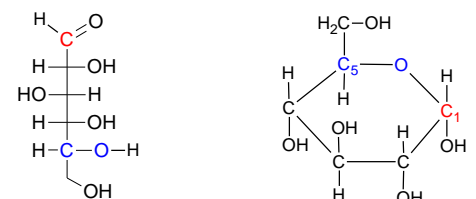
Pyranose

Glucose kann durch intramolekulare Halbacetalbildung (nukleophile Addition) zwischen dem O-Atom am **C-5** und dem **C-1** eine Ringform bilden: "Pyranose".

Die Pyranoseform wird oft in der Haworth-Projektion dargestellt.

OH-Gruppe am **C-1** in der Haworth-Projektion unten: α -Form

OH-Gruppe am **C-1** in der Haworth-Projektion oben: β -Form



D-Glucose

α -D-Glucopyranose

Furanose

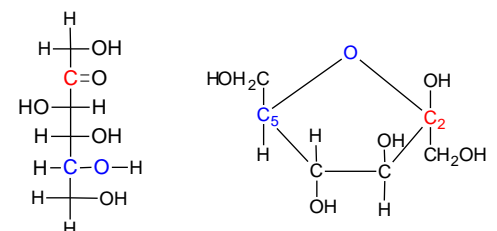
Fructose kann durch intramolekulare Halbketalbildung (nukleophile Addition) zwischen dem O-Atom am **C-5** und dem **C-2** eine Ringform bilden: "Furanose".

Die Furanoseform wird oft in der Haworth-Projektion dargestellt.

OH-Gruppe am **C-2** in der Haworth-Projektion unten: α -Form

OH-Gruppe am **C-2** in der Haworth-Projektion oben: β -Form

Über das O am C-6 kann Fructose auch eine Pyranose-Ringform bilden!



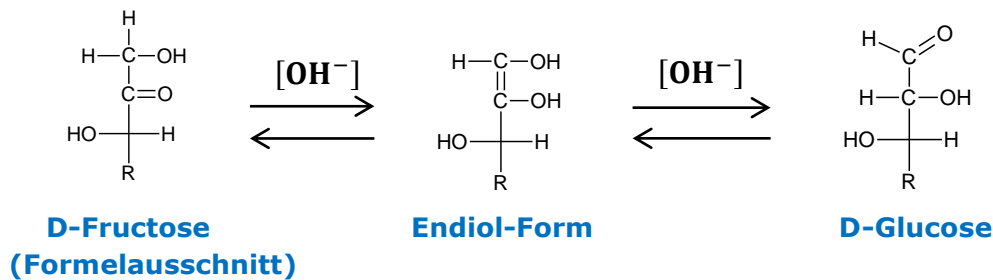
D-Fructose

β -D-Fructofuranose

Fructose zeigt eine positive Fehling Probe

Durch **Keto-Enol-Tautomerie** bildet sich aus Fructose in basischer Lösung Glucose.

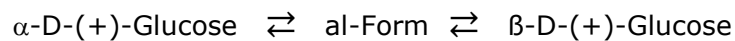
Die im Gleichgewicht vorliegende Glucose verursacht als Aldehyd die positive Fehling-Probe.



Mutarotation

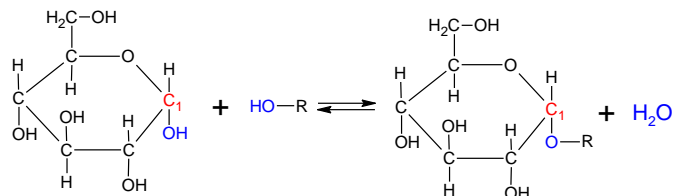
Löst man reine α -D-(+)-Glucose oder reine β -D-(+)-Glucose in Wasser auf, so fällt bzw. steigt der spezifische Drehwinkel von $+112^\circ$ bzw. $+18,7^\circ$ auf $+52,7^\circ$. Diese Beobachtung erklärt sich durch die allmähliche Gleichgewichtseinstellung eines α -, β -Anomerengleichgewichtes über die offenkettige Aldehydform, so dass schließlich nur noch der Mischwinkel entsprechend der prozentualen Anteile der Anomeren im Gemisch gemessen wird.

Diesen Vorgang nennt man **MUTAROTATION**.



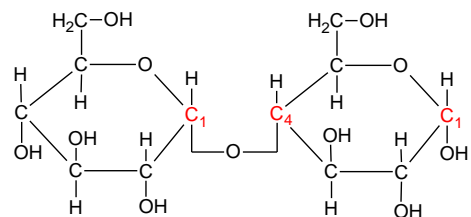
Glycosidische Bindung

Bindung eines Alkoholmoleküls an das anomere C-Atom unter Wasserabspaltung (Vollacetalbildung).



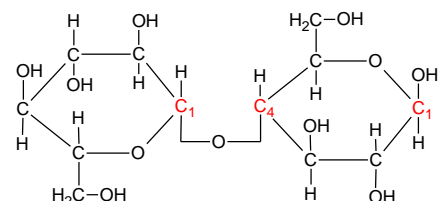
Maltose

Ein Maltose-Molekül besteht aus 2 Glucopyranose-Molekülen, die α -1,4-glycosidisch verknüpft sind.



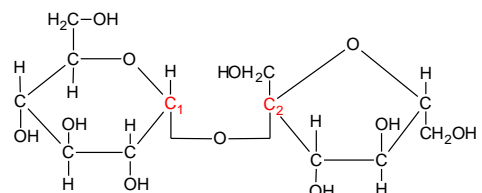
Cellobiose

Ein Cellobiose-Molekül besteht aus 2 Glucopyranose-Molekülen, die β -1,4-glycosidisch verknüpft sind.



Saccharose

Ein Saccharose-Molekül besteht aus einem α -D-Glucopyranose-Molekül und einem β -D-Fructofuranose-Molekül, die α,β -1,2-glycosidisch verknüpft sind.



Stärke

Stärke besteht aus Amylose und Amylopektin.

	Amylose	Amylopektin
Baustein	D-Glucopyranose	
Bindung	α -1,4-glykosidische Bindung	α -1,4 und α -1,6-glykosidische Bindung
Zahl der Bausteine	bis zu 500	2000-10000
räumliche Struktur	unverzweigte Helix-Form	verzweigte Helix
Eigenschaften	löslich in heißem Wasser	wasserunlöslich

Cellulose

Baustein	D-Glucopyranose	
Bindung	β -1,4-glykosidische Bindung	
Zahl der Bausteine	bis zu 20000	
räumliche Struktur	lineare Moleküle, keine Helix Die geradlinigen Ketten lagern sich in etwa parallel zu Bündeln zusammen, wobei der Zusammenhalt abschnittsweise durch Wasserstoffbrückenbindungen gewährleistet wird. Die Bündel heißen Fibrillen . Die Fibrillen lagern sich durch seilartige Verwindung zu Fasern zusammen.	
Eigenschaften	wasserunlöslich	
	keine Wassereinlagerungen möglich = nicht quellbar	

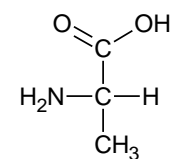
Aminosäuren und Proteine

Aminocarbonsäuren

Aminocarbonsäuren sind Carbonsäuren mit mindestens einer Aminogruppe.

Die wichtigste Gruppe sind die α -Aminocarbonsäuren (= 2-Aminocarbonsäuren).

Aus ihnen werden die Proteine gebildet.



Beispiel: **2-Aminopropansäure**
= **Alanin**

isoelektrischer Punkt

Der isoelektrische Punkt (IEP) ist der pH-Wert, bei dem eine Aminosäure zu praktisch 100% als Zwitterion vorliegt.

Ninhydrin-Probe

Nachweisreaktion für Aminosäuren und Proteine.

Eine Lösung der zu untersuchenden Substanz wird mit Ninhydrinlösung versetzt und dann erwärmt.

Bei positivem Verlauf entsteht eine blau-violette Färbung.

Xanthoproteinreaktion

Nachweisreaktion für Aminosäuren mit aromatischem Rest und Proteine, die solche Aminosäuren enthalten.

Eine Lösung der zu untersuchenden Substanz wird mit konz. Salpetersäure versetzt und dann erwärmt.

Bei positivem Verlauf entsteht eine gelbe Färbung.

Biuretprobe

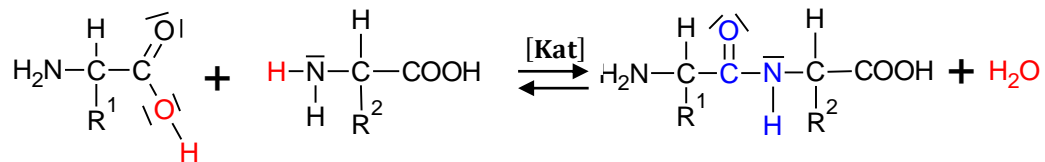
Nachweisreaktion für Proteine.

Eine Lösung der zu untersuchenden Substanz wird zunächst mit Natronlauge, dann mit etwas Kupfersulfat-Lösung versetzt und anschließend erwärmt.

Bei positivem Verlauf entsteht eine rot-violette Färbung.

Peptidbindung

Sie entspricht der Amidbindung, indem die Aminogruppe einer Aminosäure mit der Säuregruppe einer zweiten Aminosäure unter Wasserabspaltung reagiert.



Kat = H⁺ oder Enzym

Proteinstruktur

Primärstruktur	Aminosäuresequenz
Sekundärstruktur	Bestimmte Abschnitte eines Proteinmoleküls besitzen eine räumliche Struktur, die durch H-Brückenbindung gehalten wird. Es gibt Bereiche als α -Helix und solche als β -Faltblatt.
Tertiärstruktur	Räumliche Anordnung von Faltblatt- und Helixstrukturen zueinander innerhalb einer Molekülkette. Diese räumliche Ordnung wird durch alle bekannten Bindungsarten (kovalente Bindung, Ionenbindung, Wasserstoffbrückenbindung, Dipol-Dipol-Wechselwirkung, van der Waals Kräfte) fixiert.
Quartärstruktur	Zusammenschluss einzelner primär bis tertiär strukturierter Proteinmoleküle zu Aggregaten. Auch hier erfolgt die räumliche Fixierung über alle Bindungsarten.

Reaktionsgeschwindigkeit

mittlere und momentane Reaktionsgeschwindigkeit

mittlere Reaktionsgeschwindigkeit: $\bar{v}_R = \frac{\Delta c(\text{Produkte})}{\Delta t} = - \frac{\Delta c(\text{Edukte})}{\Delta t}$

momentane Reaktionsgeschwindigkeit: $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \bar{v}_R$

Abhängigkeit der RG

Die Reaktionsgeschwindigkeit lässt sich durch folgende Maßnahmen erhöhen:

- Vergrößerung des **Zerteilungsgrades**
- Erhöhung der **Konzentration** eines oder mehrerer Reaktionspartner
- Erhöhung der **Temperatur**
- Einsatz eines **Katalysators**

Enzyme

Schlüssel-Schloss-Modell

Schlüssel = Substrat; Schloss = aktives Zentrum im Enzym

Das aktive Zentrum ist eine Art Höhle auf der Enzymoberfläche, in die das Substrat passt wie ein Schlüssel in ein Schloss.

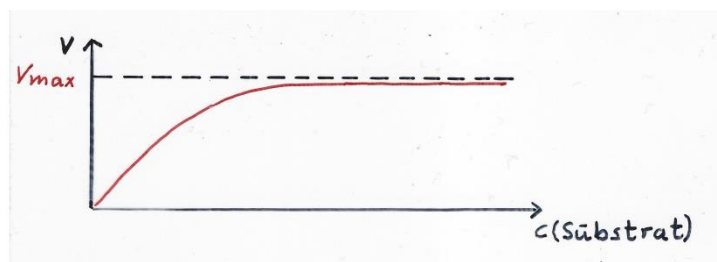
Wirkungs- und Substratspezifität

Substratspezifität: Enzyme wirken nur auf eine ganz bestimmte Verbindung oder Verbindungsgruppe katalytisch ein.

Wirkungsspezifität: Enzyme bewirken nur eine ganz bestimmte Reaktion des Substrats.

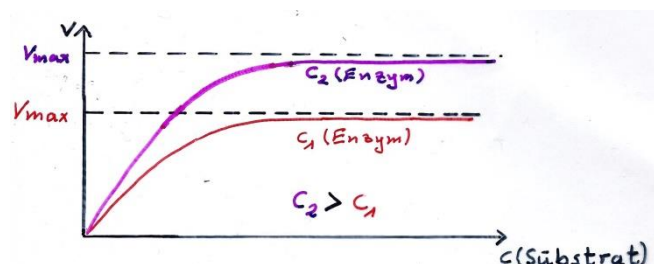
Substratsättigungskurve

Graphische Darstellung der Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit v (= Enzymaktivität) in einer Lösung mit fest vorgegebener Enzymkonzentration von der Substratkonzentration.



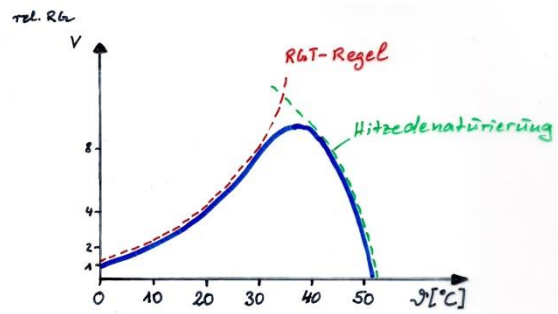
Abhängigkeit der Enzymaktivität von der Konzentration

Die Enzymaktivität steigt mit der Konzentration (vgl. Reaktionsgeschwindigkeit).



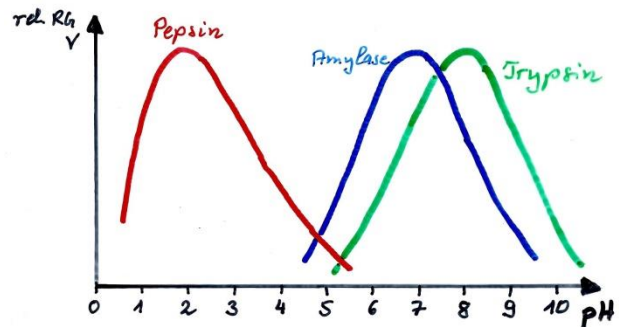
Abhängigkeit der Enzymaktivität von der Temperatur

Die Enzymaktivität steigt mit der Temperatur. Bei zu hohen Temperaturen kommt es jedoch zur Denaturierung der Proteinanteile der Enzyme.



Abhängigkeit der Enzymaktivität vom pH-Wert

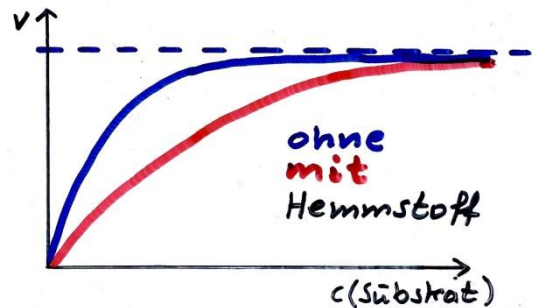
Enzyme sind nur in einem jeweiligen engen pH-Intervall aktiv, da es außerhalb des pH-Intervalls zur Denaturierung der proteinischen Anteile kommt.



kompetitive Hemmung

Reversible Hemmung durch Blockierung des aktiven Zentrums.

- Verdrängungshemmung:** Ein dem Substrat im räumlichen Bau ähnlicher Hemmstoff wird im aktiven Zentrum gebunden, kann dort aber nicht umgesetzt werden und blockiert so das aktive Zentrum für Substratmoleküle.
Gegenmaßnahme: Erhöhung der Substratkonzentration.
- Substrathemmung:** Bei zu hohen Substratkonzentrationen hindern sich die Substratmoleküle gegenseitig am Eintritt ins aktive Zentrum.
Gegenmaßnahme: Erniedrigung der Substratkonzentration.



allosterische Hemmung

Vielfach irreversible Hemmung durch Angriff des Enzyms außerhalb des aktiven Zentrums. Hierdurch werden die Tertiär- und die Sekundärstruktur verändert, was auch zu einer räumlichen Veränderung des aktiven Zentrums führt. Das Enzym ist damit nicht mehr funktionsfähig.

