



*Charité Berlin*

*Die Druckversion  
finden Sie auf ...*

**[www.med-school.de](http://www.med-school.de)**

---

<b>AUFBAU DER MATERIE:</b> .....	<b>2</b>
<b>SÄURE-BASE-REAKTIONEN</b> .....	<b>2</b>
<b>REDOXREAKTIONEN</b> .....	<b>3</b>
<b>HOMOGENE UND HETEROGENE SYSTEME</b> .....	<b>3</b>
<b>ENERGETIK UND KINETIK</b> .....	<b>5</b>
<b>ORGANIK:</b> .....	<b>5</b>
<b>KOHLLENWASSERSTOFFE:</b> .....	<b>7</b>
<b>VERBINDUNGEN MIT EINFACHEN FUNKTIONELLEN GRUPPEN:</b> .....	<b>8</b>
<b>CARBONYLVERBINDUNGEN:</b> .....	<b>9</b>
<b>REAKTIONEN</b> .....	<b>10</b>
<b>MERKSÄTZE</b> .....	<b>11</b>

## Aufbau der Materie

- Atom:** Teilchen, das durch chemische Reaktionen nicht mehr zerlegt werden kann  
im neutralen Atom ist die Protonenzahl = der Elektronenzahl
- Atomkern:** aus Protonen + Neutronen aufgebauter pos. geladener Kern, bildet fast gesamte Atommasse
- Proton:** positiv geladenes Masseteilchen im Atomkern (Protonenanzahl = Kernladungszahl = Ordnungszahl)
- Neutron:** neutrales Masseteilchen im Atomkern
- Elektron:** negativ geladenes Masseteilchen (1/2000 Masse) in der Atomhülle  
Protonenanzahl = Kernladungszahl = Elektronenzahl = Ordnungszahl
- Nuklide:** Atomarten eines Elements, die sich im Bau ihres Kerns von anderen Atomarten unterscheiden
- Isotope:** sind Atomarten eines Elements, die bei gleicher Protonenanzahl verschiedene Neutronenanzahlen haben

<b>Periodensystem:</b>	<u>innerhalb einer Periode:</u>	<u>innerhalb einer Gruppe:</u>
- Atomradius:	abnehmend	zunehmend
- Ionenradius:	abnehmend	zunehmend
- Elektronegativität:	zunehmend	abnehmend
- Metallcharakter:	abnehmend	zunehmend

- Hauptquantenzahl:** - **n** ; kennzeichnet den Abstand der Elektronen zum Kern (Schale: k,l,m,n ...)  
- mit steigendem Abstand zum Kern steigt die Energie der Elektronen
- Nebenquantenzahl:** - **l** ; beschreibt die Form der Ladungswolke (reicht von l=0 bis l=n-1)
- Magnetquantenzahl:** - **m**
- Spinquantenzahl:** - beschreibt die Drehrichtung eines Elektrons um die eigene Achse (+1/2 oder -1/2)
- Pauli-Prinzip:** - in einem Atom stimmen niemals 2 Elektronen in allen 4 Quantenzahlen überein

**Atombindung:** durch Ausbildung eines gemeinsamen Elektronenpaares erreichen beide Bindungspartner die Edelgaskonfiguration, die Atomorbitale überlappen zu einem gemeinsamen Molekülorbital, entsteht meist zwischen Elementen ähnlicher Elektronegativität

**Polarisierte Atombindung:** Atombindung zwischen Elementen mit unterschiedlichen EN-Werten, das gemeinsame Elektronenpaar wird mehr zum elektronegativeren Atom in verlagert

**Ionenbindung:** bildet sich zwischen Atomen mit stark unterschiedlicher Elektronegativität, die Bindung beruht auf elektrostatischer Anziehung zwischen positiv geladenen Kationen und negativ geladenen Anionen – es entstehen Ionengitter

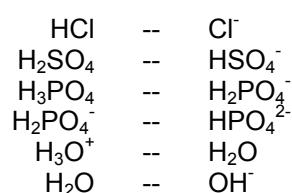
**Wasserstoffbrückenbindung:** Bindung durch schwache Wechselwirkungskräfte zwischen Molekülen, wobei H-Atome an Atome von Elementen hoher Elektronegativität ( F , O , N ) gebunden sind

**Van-der-Waalssche Bindung:** Zusammenhalt von Molekülen im Molekülkristall, der durch schwache Wechselwirkungskräfte bewirkt wird – es werden temporäre Dipole induziert

## Säure-Base-Reaktionen

**Säure-Base-Reaktionen:** sind Protonenübertragungsreaktionen, wobei Säuren Protonen abgeben und Basen Protonen aufnehmen; die aus einer Säure entstandene Base nennt man korrespondierende Base und beide ein Säure-Base-Paar

korrespondierende Säure-Base-Paare:



Ionenprodukt des H<sub>2</sub>O: -  **$K_w = (H_3O^+) \cdot (OH^-) = 10^{-14}$**       **pH = pOH = 14**

Berechnung: - pH-Wert:  $-\lg(\text{H}_3\text{O}^+)$  schwache Säuren:  $\frac{1}{2}(\text{pK}_s - \lg(\text{Säure}))$   
 - pOH-Wert:  $-\lg(\text{OH}^-)$  schwache Basen:  $\frac{1}{2}(\text{pK}_B - \lg(\text{Base}))$

Ampholyte: -  $\text{H}_2\text{O} - \text{HSO}_4^- - \text{HS}^- - \text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{PO}_4^- - \text{HPO}_4^{2-}$

**Neutralisation:** Reaktion von Hydronium-Ionen mit Hydroxid-Ionen zu Wassermolekülen

**Titration:** ist der Vorgang der allmählichen Zugabe einer Base zu einer Säure oder umgekehrt, am Äquivalenzpunkt sind gleich viel Säure und Base verbraucht, aus dem Verbrauch der Titerlösung lässt sich der Gehalt der untersuchten Lösung an bestimmten Stoffen berechnen

**Pufferlösung:** enthalten Stoffe, die es ermöglichen, daß sich bei Zugabe von Säuren oder Basen der pH-Wert der Lösung nur wenig verändert  
 Gemisch aus einer schwachen Säure und dem Alkalisalz dieser Säure  
 Gemisch aus einer schwachen Base und dem Salz dieser Base

**Pufferkapazität:** der pH-Wert einer Pufferlösung bleibt beim Verdünnen konstant, gleiche Volumina verschieden konzentrierter Pufferlösungen unterscheiden sich in ihrer Pufferkapazität

Puffergleichung: -  $\text{pH} = \text{pK}_s + \lg(\text{Salz}) / (\text{Säure})$  (Henderson-Hasselbalch-Gleichung)

**Puffer:**

1 mol $\text{H}_3\text{PO}_4$	2,5 mol NaOH
1 mol $\text{KH}_2\text{PO}_4$	1 mol $\text{Na}_2\text{HPO}_4$
1 mol $\text{H}_3\text{PO}_4$	1,5 mol NaOH
1 mol $\text{CH}_3\text{COOH}$	1 mol $\text{CH}_3\text{COONa}$
1 mol $\text{Na}_2\text{HPO}_4$	0,5 mol HCl
1 mol $\text{CH}_3\text{COONa}$	0,5 mol HCl

## Redoxreaktionen

Redoxreaktion: Elektronenübertragungsreaktion  
 eine Substanz oxidieren heißt: der Substanz Elektronen entziehen  
 eine Substanz reduzieren heißt: der Substanz Elektronen zuführen

Reduktion $\leftarrow$	$\text{Fe}^{2+}$	$\square$	$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$	$\rightarrow$ Oxidation
	wird oxidiert		wird reduziert	
	ist das Reduktionsmittel		ist das Oxidationsmittel	
	ist reduzierte Stufe		ist oxidierte Stufe	
	ist Elektronendonator		ist Elektronenakzeptor	

Oxidationszahlen:

1. Elemente: <b>0</b>	5. Wasserstoff: <b>+I</b>
2. Summe aller Ox.zahlen = Ladung eines Systems	6. Sauerstoff: <b>-II</b>
3. Metalle: positive Ox.zahlen	7. Halogene: <b>-I</b>
4. Fluor: <b>-I</b>	

Nernstsche Gleichung:

$$E = E_0 + \frac{0,06}{n} \cdot \lg \frac{(\text{Ox})}{(\text{Red})}$$

Spannungsreihe: Na – Mg – Zn – Fe –  $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2$  – Cu –  $\text{I}^-$  –  $\text{Fe}^{2+}$  – Ag – Hg –  $\text{H}_2\text{O}$  –  $\text{Cl}^-$  –  $\text{F}^-$

## homogene und heterogene Systeme

abgeschlossenes System: - mit angrenzenden Systemen findet weder ein Stoffaustausch noch ein Energieaustausch statt

geschlossenes System: - mit angrenzenden Systemen findet ein Energieaustausch, aber kein Stoffaustausch statt

offenes System: - mit angrenzenden Systemen findet sowohl Stoffaustausch wie auch Energieaustausch statt

Isochore Reaktion: - das Volumen wird konstant gehalten, es tritt keine Volumenarbeit auf



Ionen abgeben, Einstellung eines Gleichgewichtszustandes:  $K = C_A$  (am Austausch) /  $C_A$  (in der Lösung), nach der Ladung der ausgetauschten Ionen unterscheidet man Anionen- und Kationenaustauscher

## Energetik und Kinetik

**Reaktionsenthalpie:** Reaktionswärme  $\Delta H = H_{\text{Produkte}} - H_{\text{Edukte}}$   
 exotherme Reaktion:  $\Delta H < 0$ ; Wärme wird frei  
 endotherme Reaktion:  $\Delta H > 0$ ; Wärmezufuhr ist erforderlich

**Reaktionsentropie:** Maß für die Ordnung bzw. Unordnung eines Systems; **S** wächst mit zunehmender Unordnung, jedes System strebt nach größtmöglicher Entropie (Unordnung)

**Freie Reaktionsenthalpie:** gibt die maximale Arbeit an, die bei einer chemischen Reaktion gewonnen werden kann bzw. aufgewendet werden muß  $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$  (Gibbs-Helmholtz-Gleichung);  $\Delta G$  ist ein Maß für die Triebkraft einer Reaktion  
 exergone Reaktion:  $\Delta G < 0$ ; Reaktion läuft freiwillig ab und kann Arbeit leisten  
 endergone Reaktion:  $\Delta G > 0$ ; Arbeit muß aufgewendet werden

**Katalysator:** er erniedrigt die freie Aktivierungsenergie und beschleunigt so die Reaktion

**Reaktionsgeschwindigkeit:** ist die Änderung der Konzentration eines Eduktes oder eines Produktes; da die Edukte während der Reaktion abnehmen, hat der Differentialquotient ein negatives Vorzeichen  $v = -dc / dt$   $c = \text{Konz. eines Eduktes}$

**Reaktionsordnung:** die Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Konzentration der an der Reaktion beteiligten Stoffe wird durch die Reaktionsordnung bestimmt  
 die Reaktionsgeschwindigkeit errechnet sich aus  $v = k \cdot [A]^a \cdot [B]^b \cdot [C]^c$   
 die Reaktionsordnung definiert sich als Summe der Exponenten

## Organik

**$\sigma$ -Bindung:** rotationssymmetrische Atombindung zwischen zwei Bindungspartnern

**$\pi$ -Bindung:** entsteht durch Überlappen von jeweils zwei p-Orbitalen benachbarter C-Atome; freie Drehbarkeit ist nicht möglich

Einfachbindung:  $109,5^\circ$

Doppelbindung:  $120^\circ$

Dreifachbindung:  $180^\circ$

**Konstitution:** gibt die Art und Reihenfolge der in einem Molekül vorhandenen Atome und Bindungen an; die Ausrichtung der Atome im Raum wird dabei nicht berücksichtigt  
 Konstitutionsisomere sind Verbindungen mit gleicher Summenformel, aber unterschiedlicher Strukturformeln

**Konfiguration:** beschreibt die räumliche Anordnung aller Atome innerhalb eines Moleküls ohne Berücksichtigung der verschiedenen Anordnungen, die durch Drehung der Atome um Einfachbindungen entstehen

**Konformation:** gibt die sterische Anordnung aller Atome wieder, einschließlich der Drehmöglichkeiten um Einfachbindungen, Konformationsisomere sind Rotationsisomere Formen, bei denen jeweils die räumliche Anordnung der H-Atome an den beiden C-Atomen unterschiedlich ist; **gestaffelte** Konformation ist energieärmer und stabiler als die **ekliptische** Konformation, da die Substituenten der benachbarten C-Atome weiter voneinander entfernt sind und somit weniger Wechselwirkungen

**homolytischer Bindungsbruch:** die unpolare C-C und C-H-Einfachbindungen brechen so auseinander, daß bei jedem Bindungspartner ein  $e^-$  aus dem ehemals bindenden Elektronenpaar verbleibt; Radikale sind sehr reaktiv  $A-B \rightarrow A\cdot + \cdot B$

**heterolytischer Bindungsbruch:** das bindende Elektronen-Paar verbleibt bei einem Bindungspartner und es entstehen Ionen  $A-B \rightarrow A^+ + B^-$

primäres C-Atom: mit einem weiteren C-Atom verbunden

<u>sekundäres C-Atom:</u>	zwei weitere C-Atome
<u>tertiäres C-Atom:</u>	drei weitere C-Atome
<u>quartäres C-Atom:</u>	vier weitere C-Atome

**Reaktive Teilchen:** haben die Eigenschaft, sehr leicht mit anderen Molekülen Reaktionen einzugehen (sehr reaktionsfreudig)

Radikale: ein ungepaartes Elektron hat die Tendenz sich mit einem zweiten Elektron zu einem Elektronenpaar zu verbinden; sie entstehen durch homolytischen Bindungsbruch

Elektrophile: sind Teilchen die einen Elektronenmangel besitzen oder eine positive Partialladung tragen; elektrophile Teilchen können elektronenreiche Verbindungen (Anionen, Nucleophile, Doppelbindungen bzw.  $\pi$ -Bindungen) angreifen

Nucleophile: Teilchen mit einem Elektronenüberschuß (Anionen, Halogenide), also mit freiem Elektronenpaar und Verbindungen mit Doppelbindungen und Aromate; Nucleophile können elektrophile Verbindungen bzw. Kationen angreifen

**konjugierte  $\pi$ -Bindungen** sind energieärmer als nichtkonjugierte, da die die  $\pi$ -Bindungen ausbildenden p-Orbitale bei konjugierten Systemen sich über die zwischen den Doppelbindungen liegenden  $\sigma$ -Bindungen hinweg überlappen und so eine delokalisierte Ladungswolke bilden

- konjugierte Doppelbindung:  $\pi$ -Bindungen wechseln sich jeweils mit einer  $\sigma$ -Bindung ab
- isolierte Doppelbindung: zw. einzelnen  $\pi$ -Bindungen liegen mehr als eine  $\sigma$ -Bindung
- kumulierte Doppelbindung: mehrere Doppelbindungen liegen hintereinander

**cis-trans-Isomerie:** durch die Rotations-Unfähigkeit gibt es, sobald die C-Atome der Doppelbindung verschiedene Substituenten tragen 2 Molekülformen: cis-Form und trans-Form  
eine Umwandlung der cis-Form in die trans-Form gelingt nur unter Energiezufuhr

cis: Atome liegen auf derselben Seite der Ringebene

trans: Atome liegen auf entgegengesetzten Seiten, trans-Isomere sind wegen der geringeren abstoßenden Wechselwirkung der Substituenten energieärmer als cis-Isomere

**Induktiver Effekt:** die unterschiedlichen EN der Atome in einem Molekül führt zu Änderungen der Elektronendichte, was sich auf die Reaktivität des Moleküls auswirkt

-I-Effekt: die EN eines Atoms oder einer funktionellen Gruppe ist größer als die des C-Atoms, wodurch die Elektronendichte am benachbarten C-Atom sich verringert; Elektronen werden abgezogen → Halogene, -OH, -NH<sub>2</sub>, >C=O, Doppelbindung

+I-Effekt: die EN eines Atoms / Gruppe ist niedriger als die am benachbarten C-Atom, wodurch die Elektronendichte dort erhöht wird, Elektronendichte wird geschoben → -CH<sub>3</sub>, -C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>

**Mesomerer Effekt:**

-M-Effekt: die Elektronenziehende Wirkung der Gruppen ist stärker als die des aromatischen Kerns, wodurch eine Zweitsubstitution erschwert wird, da die positive Ladung in ortho- und para-Stellung erhöht wird → Substitution daher eher in meta-Stellung → -NO<sub>2</sub>, -CHO, -COOH

+M-Effekt: freies Elektronenpaar der Substituenten beteiligt sich an Mesomerie des Moleküls + dirigiert Substituent an den Ort größter Elektronendichte, also in ortho- oder para-Stellung -OH, -NH<sub>2</sub>, -CH<sub>3</sub>

## Kohlenwasserstoffe

**Alkane:** gesättigte Kohlenwasserstoffe mit ausschließlich C-C und C-H-Einfachbindungen, sehr reaktionsträge  $C_nH_{2n+2}$

- alle C-Atome sind  $sp^3$ -hybridisiert und mit 4 anderen Atomen verbunden, die in die Ecken eines Tetraeders zeigen ( $109^\circ$ )
- wegen ihrer unpolaren Atombindungen sind KW hydrophob und lipophil, in unpolaren org. Lösungsmitteln aber gut löslich
- Wechselwirkungen zwischen den KW-Molekülen bezeichnet man als van-der-Waals-Kräfte – mit wachsender Molekülgröße steigt die Oberfläche und somit die Siedetemperatur

**Radikalische Substitution (Halogenierung):** ein H-Atom im KW wird durch ein Cl-Atom ersetzt

1. im UV-Licht dissoziieren Cl-Moleküle (homolytische Spaltung) in Cl-Atome, die als Radikale sehr reaktiv sind  $Cl_2 \rightarrow 2 Cl\bullet$
  2. ein Chlor-Radikal greift das KW-Molekül an, entreißt ihm ein H-Atom und bildet stabilen Chlorwasserstoff sowie ein Alkylradikal  $R-H + Cl\bullet \rightarrow R\bullet + HCl$
  3. das Alkylradikal reagiert mit einem Chlormolekül, ein Chloratom wird gebunden und das zweite als Chlorradikal freigesetzt  $R\bullet + Cl_2 \rightarrow R-Cl + Cl\bullet$
- ein einmal gebildetes Chlorradikal kann die Bildung vieler Alkylchlorid-Moleküle bewirken
  - mögliche Kettenabbrüche:  $R\bullet + \bullet Cl \rightarrow R-Cl$   
 $R\bullet + \bullet R \rightarrow R-R$   
 $Cl\bullet + \bullet Cl \rightarrow Cl_2$

**Oxidation:** Verbrennung mit einem Überschuß an Sauerstoff zu  $CO_2$  unter Freisetzung von Energie

$$- 2 C_nH_{2n+2} + (3n+1) O_2 \rightarrow 2n CO_2 + (2n+2) H_2O + \text{Energie}$$

**Cycloalkane:** cyclische Alkane  $C_nH_{2n}$

- am Kettenende wird ein H-Atom entfernt und Enden schließen über eine neue C-C-Bindung einen Ring
- es können verschiedene Konformationen auftreten, die energieärmere Sesselform und die energiereichere Wannenform
- beim Cyclohexan-Ring kann eine Sesselform in eine andere Sesselform umklappen

**Cis-trans-Isomerie:** Cyclohexan kann in einer Sessel- oder einer Wannenform vorliegen; die Sesselform ist energieärmer

- die Bindungen vom C-Atom zu H-Atomen oder anderen Substituenten lassen sich in equatoriale und axiale Bindungen einteilen; bei einer Substituierung lagern sich die Gruppen bevorzugt in der equatorialen Stellung an, da hier die geringste sterische Hinderung durch andere Substituenten bzw. H-Atome besteht
- beim 1,2-substituierten Cyclohexan gibt es ein trans-Isomer (a,a- und e,e-Form) und ein cis-Isomer (e,a- und a,e-Form)

**Alkene:** ungesättigte KW mit C=C-Doppelbindungen, reaktiver als die Alkane,  $C_nH_{2n}$

- die C=C-Doppelbindung besteht aus einer  $\sigma$ -Bindung und einer  $\pi$ -Bindung, die durch Überlappen der beiden einfach besetzten p-Orbitale der beteiligten C-Atome entsteht
- die  $sp^2$ -hybridisierten C-Atome sind gegeneinander nicht frei drehbar, deshalb gibt es cis-trans-Isomere mit unterschiedlichen Eigenschaften

**Additionsreaktion:** für die Reaktivität der Alkene ist die  $\pi$ -Bindung der C=C-Doppelbindung verantwortlich

- dabei lagert sich ein symmetrisches (X-X) oder unsymmetrisches Reagens (X-Y) unter Aufhebung der  $\pi$ -Bindung an die C-Atome der Doppelbindung und überführt die ungesättigte in die gesättigte Verbindung.

- durch die Form der  $\pi$ -Orbitale und die vergleichsweise schwächere Überlappung, können sich die Orbitale mit dem bindenden Elektronen-Paar bei Annäherung eines elektrophilen Reaktionspartners diesem zuwenden und eine lockere Bindung ausbilden ( $\pi$ -Komplex)  $\rightarrow$  das ursprüngliche  $\pi$ -Orbital des Alkens ist zum Reagens hin deformiert

- **Addition von HCl:** ein  $\pi$ -Komplex zwischen dem Alken und dem Proton ordnet sich so um, daß das Proton kovalent an eines der C-Atome gebunden wird und das andere C-Atom die Elektronenlücke und die positive Ladung trägt (Carbenium-Ion)  $\rightarrow$  das protonierte Alken ist nun ein Elektrophil und lagert sich an Elektronen-Paar des Chlorid-Ions bzw. das nucleophile Chlorid greift mit seinem freien Elektronen-Paar das positiv geladene C-Atom an



- **Addition von H<sub>2</sub>O** (Hydratisierung): nach Zugabe von Säure als Katalysator protoniert diese einige der Alken-Moleküle → das gebildete Carbenium-Ion wird vom Nucleophil Wasser angegriffen und bildet protonierten Alkohol, der im letzten Schritt sein Proton verliert
- **Addition von Brom**: unter der Einwirkung der  $\pi$ -Elektronen des Alkens wird das Brom-Molekül polarisiert ( $\pi$ -Komplex) und heterolytisch gespalten → Br<sup>+</sup> bildet mit den C-Atomen einen Dreiring (Bromonium-Ion) → Br<sup>-</sup> greift diesen Dreiring von der Rückseite her an einem der C-Atome nucleophil an und verdrängt das Br<sup>+</sup> mit seinem Elektronen-Paar von diesem C-Atom es ist eine trans-Addition, da die beiden Brom-Substituenten von entgegengesetzten Seiten an die C-Atome herankommen
- **Addition von H<sub>2</sub>** (Hydrierung): beide H-Atome treten von einer Seite an die C-Atome der Doppelbindung, es findet eine cis-Addition statt

**Eliminierung:** aus ungesättigten Verbindungen erhält man unter Abspaltung von Substituenten Alkene

- bei der Dehydrierung wird aus einem Alkan ein Alken (H<sub>2</sub> wird abgespalten)
- bei der Dehydratisierung wird aus einem Alkohol ein Alken (H<sub>2</sub>O wird abgespalten)

**Aromate:** im Benzol sind alle 6 C-Atome sp<sup>2</sup>-hybridisiert und liegen in einer Ebene

- die 6 einfach besetzten p-Orbitale dieser C-Atome stehen senkrecht dazu, überlappen und bilden  $\pi$ -Molekülorbitale; dies führt zu einer gleichmäßigen Elektronenverteilung oberhalb und unterhalb des Sechsrings, die  $\pi$ -Elektronen sind delokalisiert und fördern ein energiearmes Molekül (Mesomerie), Hückel-Regel:  $(4n+2)$   $\pi$ -Elektronen → Aromat
- durch die Delokalisierung gibt es im Benzol keine Doppel- oder Einzelbindungen, alle Bindungen sind gleichlang

**Elektrophile Substitution:** ein H-Atom wird durch ein anderes Atom oder einen Rest ersetzt, aromatischer Charakter des Rings bleibt erhalten → Bromierung, Nitrierung, Sulfonierung, Alkylierung

- **Bromierung:** in Gegenwart des Katalysators FeBr<sub>3</sub> wird das Br<sub>2</sub> heterolytisch gespalten
- **Br-Br + FeBr<sub>3</sub> → Br<sup>+</sup> + FeBr<sub>4</sub><sup>-</sup>**
- das entstandene Elektrophil Br<sup>+</sup> greift das  $\pi$ -System des Benzols an und bildet eine  $\sigma$ -Bindung mit einem Ring-C-Atom ein Proton vom nun tetraedischen C-Atom wird abgespalten und der stabile Benzolring zurückgebildet

### Verbindungen mit einfachen funktionellen Gruppen

**funktionelle Gruppen:** spezielle Gruppen, die Charakter einer organischen Verbindung bestimmen (OH-)

**Alkohole:** in einem aliphatischen Kohlenwasserstoff ist ein H-Atom durch eine OH-Gruppe ersetzt; nach der Zahl der C-Atome, die mit dem OH-tragenden C-Atom verbunden sind unterscheidet man primäre, sekundäre und tertiäre Alkohole

- niedere Alkohole sind Flüssigkeiten und haben höhere Siedepunkte als vergleichbare Kohlenwasserstoffe, da sie untereinander Wasserstoffbrückenbindungen ausbilden
- bei kurzen Alkoholen bestimmt die hydrophile OH-Gruppe die gute Mischbarkeit in Wasser, bei längeren Alkoholen dominiert der lipophile Kohlenwasserstoffrest und somit die schlechte Wasserlöslichkeit

**Oxidation von Alkoholen:** primäre und sekundäre Alkohole lassen sich zu Aldehyden bzw. Ketonen oxidieren, die ursprüngliche funktionelle Gruppe wird dabei verändert, es entstehen Verbindungen mit anderen Eigenschaften

- eine Oxidation von Alkoholen gelingt nur, wenn das C-Atom, das die OH-Gruppe trägt, noch mindestens ein H-Atom trägt (keine Oxidation von tertiären Alkoholen)

**Phenole:** in einem aromatischen Kohlenwasserstoff ist ein H-Atom durch eine OH-Gruppe ersetzt

- sie haben eine erhöhte Acidität, da das Phenolat anion (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-O<sup>-</sup>) die negative Ladung über das  $\pi$ -Elektronensystem des Benzolrings delokalisieren kann
- wegen hydrophilen OH-Gruppe ist die Löslichkeit in Wasser besser als bei nichtsubstituierten Aromaten
- Chinone enthalten zwei doppelt gebundene O-Atome in Konjugation zu zwei Doppelbindungen im desaromatisierten 6-Ring

**Elektrophile Substitution des Phenols:**

- ein freies Elektronenpaar des Sauerstoffatoms verschiebt sich in den Phenylrest, wodurch dieser in ortho- bzw. para-Stellung eine negative Ladung erhält, während das o-Atom eine positive Ladung trägt
- die Mesomerie wird gestört und somit ein elektrophiler Angriff erleichtert
- die Substituenten z.B. Brom lagern sich in ortho- bzw. para-Stellung an

**Ether:**

- durch Substitution der H-Atome des Wassers mit organischen Resten kommt man über die Alkohole zu Ether
- in Gegenwart starker Säuren lagert sich ein Proton an das negativ polarisierte O-Atom an; das gebildete Oxonium-Ion ist eine starke Säure, Ether selbst ist eine schwache Base
- läßt man zwei verschiedene Alkohole reagieren sind insgesamt 3 verschiedene Ether (2 unsymmetrische, 1 symmetrischer) zu erwarten

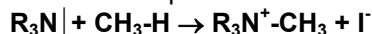
**Mercaptane (Thioalkohole):**

- ersetzt man im Schwefelwasserstoff H<sub>2</sub>S die H-Atome durch organische Reste, gelangt man zu den Mercaptanen
- die S-H-Bindung ist schwächer als eine O-H-Bindung und nur schwach polarisiert, Thioalkohole bilden nur schwache Wasserstoffbrückenbindungen untereinander und siedeln deshalb niedriger als vergleichbare Alkohole

**Amine:**

- ersetzt man im Ammoniak NH<sub>3</sub> die H-Atome durch organische Reste, gelangt man zu den primären, sekundären und tertiären Aminen
- Basizität: Amine sind wie das Ammoniak Basen und lagern ein Proton an das freie Elektronen-Paar an
- Salzbildung: neutralisiert man ein Amin, z.B. Methylamin mit Salzsäure und verdampft das Wasser, dann enthält der Rückstand das Salz Methylammoniumchlorid

**Nucleophile Substitution:** ein Reagens, das ein Atom mit einem freien Elektronen-Paar enthält (Nucleophil) kann an ein sp<sup>3</sup>-C-Atom eines Substrates herantreten und dort Substituenten verdrängen:

**Carbonylverbindungen**

**Carbonylgruppe:** C-Atom und O-Atom sind sp<sup>2</sup>-hybridisiert und durch eine Doppelbindung miteinander verbunden (120°)

- das C-Atom trägt zwei weitere Atome, das O-Atom 2 freie Elektronenpaare
- durch die starke Elektronegativität des O-Atoms kommt es zu einer Polarisierung im Molekül und einer positiven Partialladung am C-Atom und einer negativen Partialladung am O-Atom → C-Atom: elektrophil O-Atom: nucleophil

**Aldehyde:**

- die Carbonylgruppe ist am Ende der Kohlenstoffkette angesiedelt, wobei das C-Atom noch mit einem weiteren C-Atom und einem H-Atom verbunden ist
- entstehen bei milder Oxidation von primären Alkoholen und können weiter zu Carbonsäuren reagieren

**Ketone:**

- die Carbonylgruppe befindet sich innerhalb der Kohlenstoffkette, sodass das C-Atom mit 2 weiteren C-Atomen verbunden ist
- entstehen bei der milden Oxidation von sekundären Alkoholen

**Keto-Enol-Tautomerie:**

- Polarisierung der Carbonylgruppe bewirkt am benachbarten α-C-Atom eine erhöhte Acidität der H-Atome
- in Gegenwart starker Basen wird ein Proton abgegeben und es bildet sich ein Anion, das mesomerie-stabilisiert ist
- das freigewordene Elektronenpaar und die damit verbundene negative Ladung sind zwischen dem α-C-Atom (Carbanion) und dem Carbonyl-O-Atom (Enolat-Ion) verteilt
- das entstandene Anion hat 2 Möglichkeiten, wieder ein Proton aufzunehmen: an das ursprüngliche α-C-Atom zur Ketoform oder am Enolat-O-Atom zur Enolform
- Ketoform und Enolform stehen miteinander im Gleichgewicht, es sind Konstitutionsisomere oder Tautomere

**Nucleophile Addition:** das Carbonyl-O-Atom nimmt zunächst das elektrophile Proton auf, wodurch sich die

positive Partialladung am Carbonyl-C-Atom verstärkt; der nachfolgende Angriff des Nucleophils ist dadurch erleichtert

- **Addition von Wasser und Alkoholen:** Wasser addiert sich an die C=O-Doppelbindung zum Hydrat; bei der Addition von Alkoholen entstehen aus Aldehyden Halbacetale und aus Ketonen Halbketale

- **Addition primärer Amine:**

**Carbonsäuren:** oxidiert man die Aldehydgruppe (-CHO), so erhält man eine Carboxylgruppe (-COOH); Aldehyde → Carbonsäuren; Formal entsteht die Carboxylgruppe durch Dehydrierung des Aldehydhydrats

- die COOH-Gruppe enthält ein sp<sup>2</sup>-hybridisiertes C-Atom, ist eben gebaut und stark polarisiert; beide O-Atome haben zwei freie Elektronen-Paare und tragen negative Partialladungen

- nach der Zahl der im Molekül enthaltenden COOH-Gruppen unterscheidet man Monocarbonsäuren, Dicarbonsäuren Tricarbonsäuren usw. Bsp: Mono: Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure, Stearinsäure, Benzoesäure - Di: Oxalsäure, Malonsäure, Bernsteinsäure, Phthalsäure

- niedere Monocarbonsäuren sind Flüssigkeiten und gut in Wasser löslich (COOH-Gruppe ist hydrophil); die Löslichkeit sinkt mit wachsender C-Länge; die Siedepunkte sind hoch, da Carbonsäuren untereinander Wasserstoffbrückenbindungen ausbilden

**Salzbildung:** Carbonsäuren reagieren mit Basen zu Salz und Wasser

**Enantiomere:** - ist ein C-Atom mit 4 verschiedenen Substituenten besetzt, so existieren zwei verschiedene Isomere, die sich wie Bild und Spiegelbild zueinander verhalten

- das C-Atom, das die 4 verschiedenen Substituenten trägt heißt asymmetrisches C-Atom oder Chiralitätszentrum

- Enantiomere unterscheiden sich nicht in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften, nur gegenüber pol. Licht

## Reaktionen

<b>Flammenfärbung</b>	Lithiumchlorid	LiCl	rot		
	Natriumchlorid	NaCl	gelb		
	Kaliumchlorid	KCl	violett		
	Calciumchlorid	CaCl <sub>2</sub>	gelbrot		
	Bariumchlorid	BaCl <sub>2</sub>	grün		
<b>Niederschläge:</b>	Silberchlorid		Ag <sup>+</sup>	Chlorid	weißer NS
	Calciumsulfat		Ca <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	weißer NS
	Bariumsulfat		Ba <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	weißer NS
			Ca <sup>2+</sup>	C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	weißer NS
			Aldehyd	Fehling	rotbrauner NS
			red. Zucker	Fehling	rotbrauner NS
<b>Färbung:</b>	Eisen III-thiozyanat	Eisen III		Thiozyanat	rot
		Cu <sup>2+</sup>		Ammoniak	blau
		Cu <sup>2+</sup>		Ammoniak	himmelblau
		Iod		Cyclohexan	violett
<b>Redoxreaktion:</b>	Magnesium	Salzsäure		Gasentwicklung	
	Zink	Salzsäure		Gasentwicklung	
	Kupfer	Salzsäure		keine Reaktion	

## Merksätze

### Periodensystem:

- die Protonenzahl ist gleich der Ordnungszahl eines Elementes
- die Elemente sind nach steigender Kernladungszahl geordnet
- die Elemente einer Periode stehen nebeneinander
- die Atomradien nehmen innerhalb einer Gruppe zu
- der Metallcharakter nimmt innerhalb einer Periode ab
- in den Hauptgruppen sind chemisch verwandte Elemente zusammengefaßt
- in den Hauptgruppen steigt die Acidität der Element-Wasserstoff-Verbindungen von oben nach unten
- die Fähigkeit Kationen zu bilden ist besonders groß bei Elementen, die im PSE links unten stehen
- 2 Atome mit gleicher Protonenzahl + unterschiedlicher Nucleonenzahl sind Isotope desselben Elements
- isotope Nuklide unterscheiden sich in der Neutronen- und Nucleonenzahl (Massezahl)
- radioaktive Isotope zerfallen solange, bis sie eine stabile Elektronenkonfiguration erreicht haben
- $\alpha$ -Strahlen bestehen aus Helium-Kernen
- Neutronen können durch Abgabe von  $\beta$ -Strahlen in Protonen übergehen
- bei der Emission von  $\beta$ -Strahlung aus einem Tritiumkern entsteht ein Heliumisotop
- bei der Umwandlung von Neutronen in Protonen können Elektronen freiwerden
- bei den Nebengruppenelementen werden innere Elektronenschalen aufgefüllt
- die Elemente unterscheiden sich in der Elektronenkonfiguration
- bei Hauptgruppenelementen werden in äußerer Elektronenschale s- bzw. s- und p-Orbitale aufgefüllt
- Emissionsspektren von Lithium und Calcium enthalten Linien im sichtbaren Bereich

### Bindungen:

- Wasserstoffbrücken sind am festesten, wenn der Winkel zwischen den Bindungen, die vom Wasserstoff ausgehen,  $180^\circ$  beträgt
- Wasserstoffbrücken sind verantwortlich für die Sekundärstruktur von Proteinen
- $\sigma$ -Bindungen, die von einem sp-hybridisierten C-Atom ausgehen haben den Winkel  $180^\circ$

### Wasser (H<sub>2</sub>O):

- 1 mol wiegt 18 g und 1 Molekül wiegt  $3 \cdot 10^{-23}$  g
- kann sich an 4 Wasserstoffbrückenbindungen beteiligen
- enthält 2 Atombindungen und 10 Elektronen
- H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ist seine korrespondierende Säure und OH<sup>-</sup> seine korrespondierende Base
- das Produkt  $c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{H}^+)$  ist pH-unabhängig
- 1 mol Wasser wiegt mehr als 1 mol Ammoniak
- (555 Millionen H<sub>2</sub>O-Moleküle kommen in neutralem Wasser auf jedes OH<sup>-</sup>-Ion)
- 1 mol D<sub>2</sub>O (schweres Wasser) wiegt 20 g
- bei der Reaktion von 1 mol Sauerstoff und Wasserstoff entstehen 36 g Wasser und 2 mol Wasser
- 1l Wasser enthält  $1000/18$  mol H<sub>2</sub>O

### Säure-Base:

- HCl in reiner Form ist ein Gas
- HCl kann (ohne Beteiligung von H<sub>2</sub>O) mit Ammoniak eine Säure-Base-Reaktion eingehen
- Acidität: Ethanol < Wasser < Phenol

### Redoxsysteme:

- Teilchen werden reduziert, indem man ihnen Elektronen übergibt
- Teilchen, die bei einer Redoxreaktion Elektronen aufnehmen sind Oxidationsmittel
- das Oxidationsmittel oxidiert die reduzierte Stufe eines anderen korrespondierenden Redox-Paares
- das Reduktionsmittel ist die reduzierte Stufe eines Redox-Paares
- die oxidierte Stufe des edleren Redoxpaares oxidiert die reduzierte Stufe des unedleren Redoxpaares
- die reduzierte Stufe des unedleren Redoxpaares reduziert die oxidierte Stufe des edleren Redoxpaares
- die Redoxpotentiale organischer Moleküle sind pH-abhängig
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> kann als Reduktions- und Oxidationsmittel auftreten
- elementarer Kohlenstoff läßt sich reduzieren und oxidieren

**Homogene und heterogene Gemische:**

- hydrolysiert man eine Lösung von Stärke, so steigt ihr osmotischer Druck
- eine Lösung von 1 mol Calciumchlorid hat höheren osmotischen Druck als Lösung von 2 mol Glucose
- Verteilungskoeffizienten sind temperaturabhängig
- aus Stoffen mit untersch. Verteilungskoeffizienten in gleicher Konz. läßt sich einer bevorzugt extrahieren
- die Konz. eines Gases in einer Flüssigkeit steigt proportional zum Partialdruck des Gases in der angrenzenden Gasphase
- die Konz. eines Stoffes in einer Flüssigkeit steigt proportional zur Konz. des Stoffes in einer angrenzenden flüssigen Phase
- die Lösung eines Feststoffes zeigt gegenüber dem reinen Lösungsmittel eine Gefrierpunktserniedrigung
- die Lösung eines Feststoffes siedet bei demselben Dampfdruck wie das reine Lösungsmittel
- die Lösung eines Feststoffes zeigt gegenüber dem reinen Lösungsmittel eine Siedepunktserhöhung
- innerhalb homogener Systeme gibt es keine Phasengrenzen
- Wasser und Phenol können sowohl homogene als auch heterogene Systeme bilden
- Gasgemische sind homogen, da sie keine Phasengrenzen besitzen

**Ammoniak:**

- bildet mit Ammoniumionen ein korrespondierendes Säure-Base-Paar
- bildet mit HCl eine Pufferlösung (max. Pufferkapazität:  $\text{pH} > 8$ )
- entsteht bei der Hydrolyse von Glutamin mit NaOH
- kann mit Carbonylgruppen H-Brücken bilden
- kann das 2-Phasensystem AgCl / Wasser in ein 1-Phasensystem überführen
- ist ein Dipol und gewinkelt, besitzt ein freies Elektronenpaar
- N hat die Oxidationsstufe  $-3$ , N wird bei der Reaktion mit Protonen 4-bindig
- kann als Ligand in Komplexen auftreten
- bei der Reaktion mit Carbonylgruppen kann es als Nucleophil reagieren

**Extinktion:**

- der Extinktionskoeffizient hängt von der Wellenlänge des absorbierten Lichtes ab
- der Extinktionskoeffizient ist eine stoffspezifische Konstante, die Extinktion ist wellenlängenabhängig
- (Grundlage der Photometrie ist Absorption von Strahlung)

**Energetik:**

- bei exothermen Prozessen wird Wärme vom System abgegeben
- es gibt endotherme Reaktionen, die freiwillig ablaufen
- bei exergonen Prozessen ist die freie Reaktionsenthalpie  $< 0$
- ist für Reaktion die freie Enthalpie negativ und Enthalpie positiv, so muß Reaktionsentropie positiv sein
- ein Katalysator erniedrigt stets die Aktivierungsenergie
- der Wert der Massenwirkungskonstante kann von einem Katalysator nicht beeinflusst werden
- die Reaktionsgeschwindigkeit ist um so kleiner, je größer die Aktivierungsenergie ist
- zerfällt eine Substanz nach einer Reaktion 1. Ordnung in 1 min zu 50%, ist sie nach 10 min zu 99,9% zerfallen
- bei Temperaturerhöhung erhöht sich die Teilchengeschwindigkeit
- es gibt chem. Reaktionen, deren Gleichgewichtslage durch Temperaturveränderung verschoben wird
- im Gleichgewicht verlaufen Hin- und Rückreaktion mit gleicher Geschwindigkeit
- im chemischen Gleichgewicht ist  $\Delta G = 0$
- je größer die Massenwirkungskonstante, desto mehr Produkt liegt im Gleichgewicht vor
- bei  $\Delta G^0 = 0$  hat die Massenwirkungskonstante den Wert 1

**Alkane und Cycloalkane:**

- es gibt genau 2 verschiedene offenkettige Alkane mit 4 C-Atomen
- von Ethan gibt es mehrere Konformere, die sich in ihrem Energiegehalt unterscheiden
- es ist kein optische aktives Trichlorethan formulierbar
- es sind genau 2 strukturisomere Trichlorethane formulierbar
- im n-Butan liegen in der energieärmsten Konformation alle C-Atome in einer Ebene
- bei n-Butan können durch Konformationsänderung Verbindungen mit untersch. Energiegehalt entstehen
- von n-Butan lassen sich in der Newman-Projektion mehrere räumlich verschiedene Strukturen darstellen
- 2-Methyl-propan ist die einzige strukturisomere Verbindung zu n-Butan
- ersetzt man im n-Butan an C-2 ein H-Atom durch eine OH-Gruppe, entsteht ein chirales Molekül
- ersetzt man im n-Butan an C-1 oder C-4 ein H-Atom durch eine Ethylgruppe, so erhält man n-Hexan
- ersetzt man im n-Butan an C-1 2 H-Atome durch OH-Gruppen, so erhält man ein Aldehydhydrat
- ersetzt man im n-Butan an C-1 & C-4 ein H-Atom durch eine OH-Gruppe → 2-wertiger Alkohol mit 2 primären OH-Gruppen
- Cyclohexan ist strukturisomer zu Hexen
- alle Sesselkonformationen des Cyclohexans sind energiegleich
- beim Cyclohexan ist die Sesselform energetisch günstiger als die Wannenform
- bei monosubstituierten Derivaten des Cyclohexans existieren 2 Sesselkonformere
- bei 1,2-disubstituierten Derivaten des Cyclohexans stehen in der diäquatorialen Form die Substituenten in trans-Stellung
- die Bezeichnung Dimethylcyclohexan trifft auf mehrere Verbindungen zu, die alle isomer sind

**Alkene:**

- offenkettige Alkene, die strukturisomer sind, enthalten die gleiche Anzahl an Doppelbindungen
- in Ethen sind die beiden C-Atome durch eine  $\sigma$ - und eine  $\pi$ -Bindung verknüpft
- ein Ethenmolekül enthält genau eine Doppelbindung, im Ethenmolekül liegen alle Atome in einer Ebene
- von 2-Buten sind cis-trans-Isomere formulierbar, von 1-Buten nicht
- Bromwasser entfärbt Cyclohexen

**Alkohole und Phenole:**

- primäre Alkohole können zu Aldehyden als auch zu Carbonsäuren oxidiert werden
- bei der Reduktion von Ethanol entsteht Methan
- Ethanol: bei intermolekularer Wasserabspaltung unter Bildung einer C-O-C-Verknüpfung entsteht Diethylether
- Ethanol: bei intramolekularer Wasserabspaltung entsteht ein Alken
- Ethanol und Dimethylether sind strukturisomer
- Methanol / Formaldehyd bilden ein korrespondierendes Redoxpaar
- Phenole enthalten ein aromatisches Ringsystem und mindestens eine OH-Gruppe
- Phenole sind schwache Säuren, o-Phenol ist eine stärkere Säure als Phenol
- für seine korrespondierende Base lassen sich mesomere Grenzformen schreiben, bei denen jeweils ein C-Atom ein freies Elektronenpaar und eine negative Ladung trägt

**Benzol:**

- C- und H-Atome liegen in einer Ebene
- die Abstände zwischen den C-Atomen des Sechsrings sind gleich
- hat einen geringeren Energiegehalt als das Hexatrienmolekül

**Aldehyde und Ketone:**

- Aldehyde entstehen durch Oxidation primärer Alkohole
- lassen sich zu Carbonsäuren oxidieren
- niedere aliphatische Aldehyde sind wasserlöslich
- reagieren mit primären Aminen
- das Carbonyl-C-Atom in Aldehyden wird leicht von N-Atomen primärer Amine + Nucleophilen angegriffen
- Propanal und Acetaldehyd reagieren mit Ethanol zu einem chiralen Halbacetal
- im Formaldehyd liegen alle Atome in einer Ebene
- bei Reduktion von Formaldehyd entsteht Methanol
- bei kräftiger Oxidation von Formaldehyd entsteht  $\text{CO}_2$
- Formaldehyd geht mit primären Aminogruppen Reaktionen ein, wobei eine  $-\text{C}=\text{N}$ -Gruppierung entsteht
- Ketone entstehen durch Oxidation sekundärer Alkohole
- Aceton ist identisch mit Propanon

**Carbonsäuren:**

- Propionsäure enthält 2 O-Atome und 3 C-Atome
- Propionsäure enthält ein Sauerstoffatom weniger als Milchsäure
- Propionsäure ist strukturisomer zu Hydroxyaceton

**Hydroxycarbonsäuren und Ketocarbonsäuren:**

- Milchsäure ist eine Hydroxycarbonsäure mit genau einem Chiralitätszentrum
- Milchsäurechlorid und Chlorpropionsäure sind strukturisomer
- Milchsäure ist strukturisomer zu Dihydroxyaceton

**Heterocyclen:**

- Toluol ist eine aromatische Verbindung
- Toluol addiert im Gegensatz zu Cyclohexan kein Brom
- Pyridin und Cyclopentan haben dieselbe Anzahl an C-Atomen
- Thiazol ist ein Heteroaromat
- Pyrimidin hat ein H-Atom weniger als Pyridin
- Tetrahydropyran hat 2 H-Atome weniger als Cyclohexan
- Imidazol ist ein aromatischer Heterocyclus mit einem Fünfring
- Imidazol ist Bestandteil von Histidin
- Imidazol enthält 2 N-Atome in 1,3-Stellung und 4 H-Atome
- Imidazol hat einen pKs-Wert im Neutralbereich

**Histidin:**

- bei pH=12 trägt es eine negative Ladung, Cystein aber 2 negative Ladungen
- bei pH= 1 trägt es zwei positive Ladungen
- wenn es bei Elektrophorese nicht wandert, liegt der Imidazolring unprotoniert vor
- L-Histidin hat einen isoelektrischen Punkt von 7,65
- kann mit Cu<sup>2+</sup>-Ionen einen Chelatkomplex bilden
- kann mit Glycin durch Säureamidbildung 2 konstitutionsisomere Dipeptide bilden
- in der nach aussen neutralen Zwitterionenform liegt der Imidazolring unprotoniert vor

**Rohrzucker (Saccharose):**

- enthält einen Tetrahydropyran- und Tetrahydrofuranring
- enthält keine glycosidische OH-Gruppe
- ist zu Glucose und Fructose hydrolysierbar
- ist strukturisomer zu Cellobiose
- enthält 12 sp<sup>3</sup>-hybridisierte C-Atome, enthält 11 O-Atome
- ist ein alpha-D-Glycopyranosyl-beta-D-fructofuranosid
- in ihm liegt eine 1-2-Verknüpfung vor
- in ihm liegt Glucose in der  $\alpha$ -Form vor, in ihm liegt Fructose in der  $\beta$ -Form vor
- ist aus D-Glucose und D-Fructose aufgebaut
- Säuren katalysieren die Hydrolyse zu den Monosacchariden
- ist ein nicht-reduzierbarer Zucker

**Cellobiose:**

- ist ein beta-Glucosid
- ist isomer zu Maltose
- ist ein Halbacetal und Vollacetal
- enthält eine glycosidische OH-Gruppe
- kann in einer alpha, einer beta- und einer Oxo-Form vorliegen

**Glucose:**

- bei der Umwandlung von alpha-D-Glucose in beta-D-Glucose müssen Atombindungen gelöst und gebildet werden
- hat eine primäre Alkoholgruppe weniger als Fructose
- bei der Umwandlung der offenkettigen in die Pyranose-Form bleibt die Anzahl der OH-Gruppen konstant
- bei Umwandlung der offenkettigen in Pyranose-Form ändert ein C-Atom seinen Hybridisierungszustand
- ist zu Fructose konstitutionsisomer
- hat eine primäre Alkoholgruppe weniger als Fructose
- das durch Tautomerisierung entstehende 1,2-Endiol ist auch ein Tautomeres der Fructose
- von der beta-D-Glucose gibt es eine Sesselform, bei der alle Substituenten axial stehen (energetisch sehr ungünstig)
- die energetisch günstigste Konformation der beta-D-Glucose ist die Sesselform, in der alle Substituenten äquatorial stehen
- bei der alpha-D-Glucose gibt es keine Sesselform, in der alle Substituenten äquatorial stehen
- D-Glucose ist diastereomer zu D-Mannose
- und  $\beta$ -D-Glucose können sich in wässriger Lösung ineinander umwandeln

**Enantiomere und Diastereomere:**

- Enantiomere haben den gleichen Energiegehalt
- Enantiomere reagieren mit chiralen Reagentien unterschiedlich
- Enantiomere haben die gleiche spezifische Rotation, allerdings mit unterschiedlichen Vorzeichen
- Enantiomere haben  $sp^3$ -hybridisierte C-Atome als Asymmetriezentrum
- haben Verbindungen nur ein Chiralitätszentrum, so existieren keine Diastereomere zu ihnen
- der Drehsinn einer optisch aktiven Verbindung lässt sich weder aus der Struktur- noch aus der Fischer-Formel ableiten
- enthält eine Verbindung mehrere Asymmetriezentren, so erhält man das Spiegelbildisomere durch Wechsel der Konfiguration an allen Asymmetriezentren