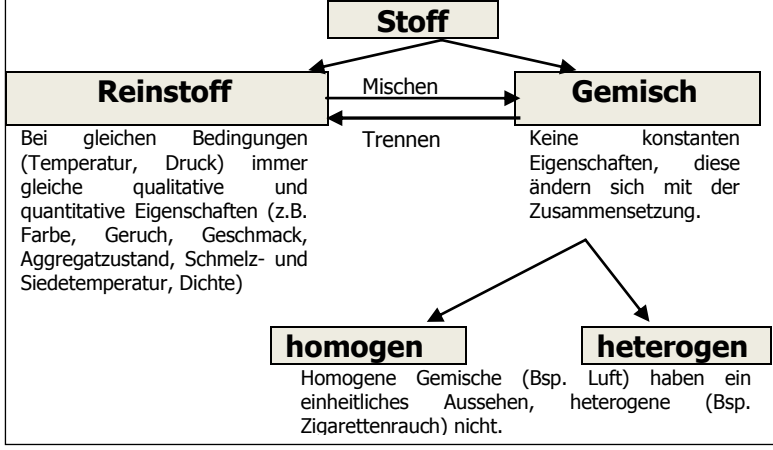


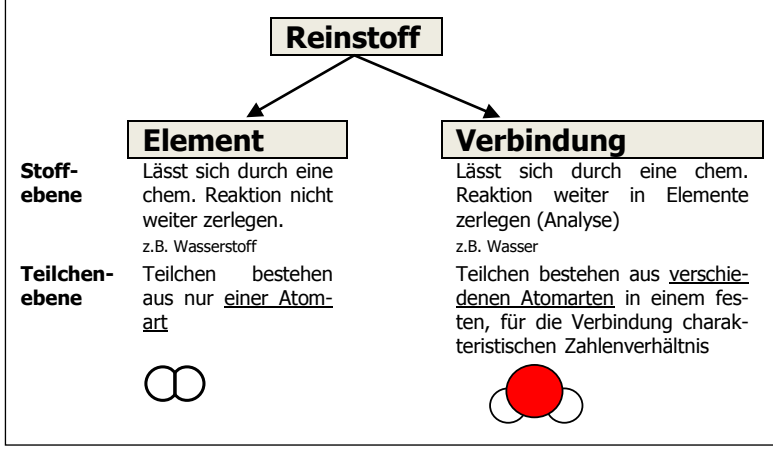
Einteilung der Stoffe:

Stoff, Reinstoff, Gemisch, homogenes Gemisch, heterogenes Gemisch



Einteilung der Stoffe:

Reinstoff, Element, Verbindung

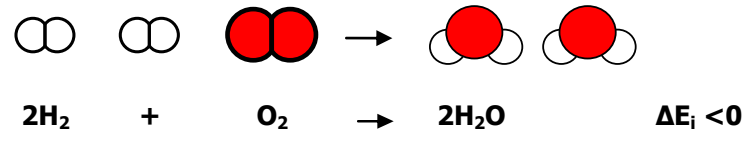


Chemische Reaktion

Chemische Reaktionen sind **Stoff- und Energieumwandlungen.**

Auf Teilchenebene sind sie gekennzeichnet durch:

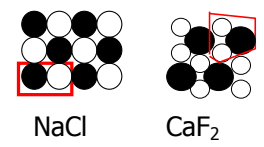
- Umgruppierung von Atomen
- Umbau von chemischen Bindungen



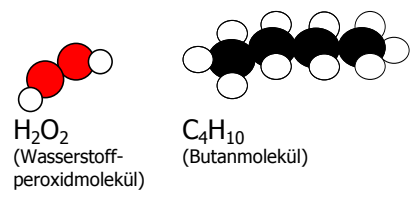
Verhältnisformel

Molekülformel

Die Verhältnisformel gibt das **Zahlenverhältnis** der Ionen in einem Salz an.



Die Molekülformel gibt an, aus **wie vielen** Atomen jeweils ein Molekül einer molekular aufgebauten Verbindung besteht.



Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 8. Jgst.	5
-----------------------------------	--	---------	------------------	----------

Molekül

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 8. Jgst.	5
--	--	---------	------------------	----------

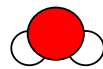
Teilchen, die aus mindestens zwei Atomen bestehen, werden als Moleküle bezeichnet. Moleküle von Elementen bestehen aus gleichartigen Atomen (Cl_2 , O_2 , N_2 , H_2), Moleküle von Verbindungen aus verschiedenartigen Atomen (NH_3 , H_2O , CO_2 , CH_4).



Wasserstoff-molekül



Sauerstoff-molekül



Wasser-molekül



Kohlenstoffdioxid-molekül

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 8. Jgst.	6
-----------------------------------	--	---------	------------------	----------

Nachweisreaktionen

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 8. Jgst.	6
--	--	---------	------------------	----------

Glimmspanprobe → Sauerstoff

Verbrennung in reinem Sauerstoff ist heftiger als in Luft
→ glimmender Stab glüht auf

Knallgasprobe → Wasserstoff

Wasserstoff in Kontakt mit Sauerstoff explosionsfähig
→ Geräusch (Druckwelle) bei Entzündung

Kalkwasserprobe → Kohlenstoffdioxid

Kohlstoffdioxid bildet in Calciumhydroxidlösung schwer lösches Calciumcarbonat (Kalk) → Trübung

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 8. Jgst.	7
-----------------------------------	--	---------	------------------	----------

Innere Energie E_i

exotherm

endotherm

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 8. Jgst.	7
-----------------------------------	--	----------------	------------------	----------

Der gesamte Energievorrat im Inneren eines Systems ist dessen innere Energie E_i . [E_i] = 1 kJ

Wird bei einer chemischen Reaktion Wärme abgegeben spricht man von einer **exothermen** Reaktion ($\Delta E_i < 0$). Ein Teil der inneren Energie wird in Wärme umgewandelt.

Wird eine chemische Reaktion durch Zufuhr von Wärme ermöglicht, spricht man von einer **endothermen** Reaktion. ($\Delta E_i > 0$)

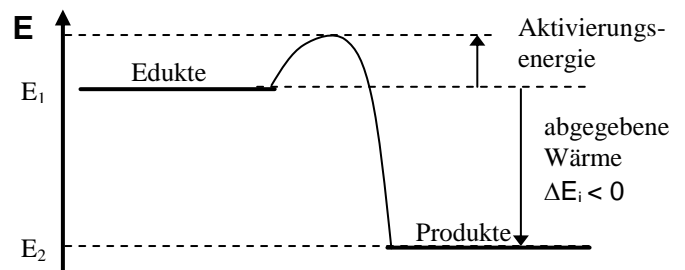
Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 8. Jgst.	8
-----------------------------------	--	---------	------------------	----------

Energiediagramm

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 8. Jgst.	8
-----------------------------------	--	----------------	------------------	----------

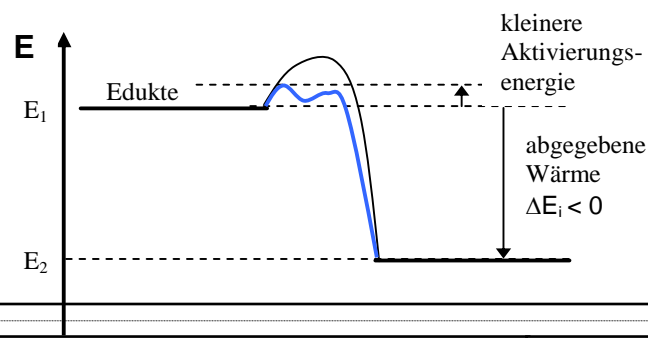
Die Änderung der inneren Energie eines Systems bei chemischen Reaktionen kann durch ein Energiediagramm dargestellt werden.

z.B. *exotherme Reaktion*



Katalysator

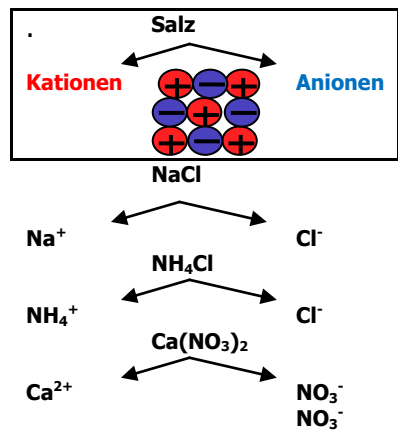
Ein Katalysator ist ein Stoff, der die **Aktivierungsenergie** einer Reaktion herabsetzt. Er **beschleunigt** die Reaktion. Er **verändert den Reaktionsweg** liegt aber nach der Reaktion wieder **unverändert** vor.



Salze

Kationen und Anionen

Atomionen und Molekülionen



Salze sind Verbindungen, die aus Ionen bestehen. Die positiv geladenen Ionen werden als **Kationen**, die negativ geladenen als **Anionen** bezeichnet.

Man unterscheidet **Atomionen**, wie Na⁺-Kationen, Ca²⁺-Kationen oder Al³⁺-Kationen und **Molekülionen** wie NH₄⁺-Kationen, SO₄²⁻-Anionen oder NO₃⁻-Anionen

Atommodelle

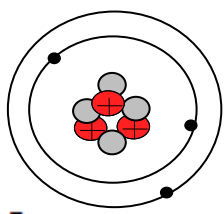
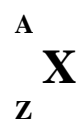
- **Modell nach Dalton**
- **Energienstufenmodell**
- **Orbitalmodell** (ab 9. Jgst.)

Masse
C-Atom 12u ● Das **Daltonsche Atommodell** beschreibt ein Atom als kompakte Kugel. Es erklärt die Massenerhaltung bei chemischen Reaktionen (Bsp.: C-Atom, H-Atom).
H-Atom 1u ○

Das **Energienstufenmodell** oder **Quantenmodell** beschreibt den Aufbau der Atomhülle. Die Elektronen befinden sich auf sogenannten Energieniveaus. Eine Hauptenergienstufe kann von maximal 2n² Elektronen besetzt werden (Beispiel: C-Atom).

Ein Orbital ist der Raum um den Atomkern, in welchem ein Elektron mit hoher Wahrscheinlichkeit anzutreffen ist. Mit dem **Orbitalmodell** kann die Atombindung beschrieben werden. Jedes Orbital fasst maximal zwei Elektronen. Eine Atombindung kommt durch Überlappung zweier Orbitale zustande (Bsp. Wassermolekül)

Atom



⁷₃Li (Lithium-7):
3 Protonen, 4 Neutronen,
3 Elektronen
Nukleonenzahl A: A=7
Rel. Atommasse 7 u
Ordnungs-, Protonen-, Elektronen-,
Kernladungszahl Z: Z= 3

Die **Elektronen** bilden die Atomhülle, die **Protonen** und **Neutronen** den Atomkern.

Die **Protonenzahl** Z (Ordnungszahl) definiert die Atomart.

Die **Nukleonenzahl** A (Massenzahl) ist die Summe der Protonenzahl Z und Neutronenzahl N:

$$A = Z + N$$

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 8. Jgst.	13
<h2>Edelgasregel (Oktettregel)</h2>				

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 8. Jgst.	13
<p>Atome können durch</p> <ul style="list-style-type: none"> Aufnahme oder Abgabe von Elektronen <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + 1e^-$ </div> <div> $\text{Cl} \cdot + \cdot \text{Cl} \rightarrow \text{Cl}-\text{Cl}$ </div> </div> <p>oder</p> <ul style="list-style-type: none"> gemeinsames Nutzen von Elektronen <p>in ihren Atomhüllen die gleiche Anzahl und Anordnung von Elektronen wie die Edelgas-Atome erreichen. Man spricht dann von der Edelgaskonfiguration. Edelgasatome haben acht Außenelektronen (Ausnahme: Edelgasatom Helium: 2 Außenelektronen).</p>				

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 8. Jgst.	14
<h2>Valenzstrichformel (Strukturformel)</h2>				

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 8. Jgst.	14
<p>Valenzstrichformeln enthalten Striche zur Symbolisierung bindender und nicht bindender Elektronenpaare. Die Valenzstrichformel erlaubt die Andeutung von Bindungswinkeln. Es gilt stets die Edelgasregel.</p> <p>Beispiel Wassermolekül</p> <p>(O-Atom: Oktett, Hülle des Neonatoms, H-Atom: Dublett, Hülle des Heliumatoms)</p> <p>Beispiel Kohlenstoffdioxidmolekül</p> <p>(C-Atom: Oktett, Hülle des Neonatoms, O-Atom: Oktett, Hülle des Neonatoms)</p>				

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 9. Jgst.	15
<h2>Teilchenmasse (Atom-, Molekül-, Ionenmasse)</h2>				

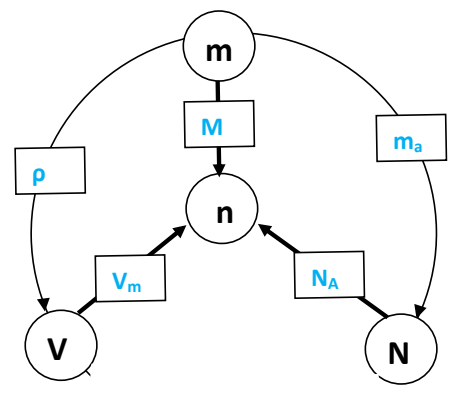
Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 9. Jgst.	15
<p>Die Masse eines Teilchens (Atom, Molekül, Ion) kann in der Einheit Gramm oder in der atomaren Masseneinheit u angegeben werden. Ein u ist definiert als der 12. Teil der Masse eines Kohlenstoffatoms C-12.</p> $1u = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$ $1\text{g} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ u}$				

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 9. Jgst.	16
<h2>Stoffmenge n [n] = 1 mol</h2>				

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 9. Jgst.	16
<p>Für die Angabe der Quantität einer Stoffportion stehen folgende Größen zur Verfügung: Masse m, Volumen V, Teilchenanzahl N, Stoffmenge n</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> $V(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ l}$ $m(\text{H}_2\text{O}) = 1000\text{g}$ </div> <div style="margin-right: 20px;"> </div> <div> $n(\text{H}_2\text{O}) = 55,5 \text{ mol}$ $N(\text{H}_2\text{O}) = 3,34 \cdot 10^{25}$ </div> </div> <p>Die Stoffmenge n ist der Teilchenanzahl proportional. 1 Mol ist die Stoffmenge einer Stoffportion, die aus ebenso vielen Teilchen (Atomen, Molekülen, Ionen) besteht, wie Atome in 12 g des Kohlenstoffatoms C-12 enthalten sind. 1 mol entspricht $6,022 \cdot 10^{23}$ Teilchen</p>				

Zusammenhang zwischen Quantitäts- und Umrechnungsgrößen

Die **Quantitätsgrößen** können durch Multiplikation mit den **Umrechnungsgrößen** in Pfeilrichtung ineinander umgerechnet werden.
z.B.: $m = M \cdot n$
 M Molare Masse
 V_m Molares Volumen (Gase: 22,4 L/mol, NB)
 N_A Avogadrokonstante ($6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)
 m_a relative Teilchenmasse
 ρ Dichte



Chemische Bindung

- Ionenbindung
- Metallbindung
- Atombindung

Jede chemische Bindung beruht auf der Wechselwirkung (Anziehungs- und Abstoßungskräfte) zwischen positiv und negativ geladenen Teilchen.

	Ionenbindung	Metallbindung	Atombindung
Positive Teilchen	Kationen	Atomrümpfe	Atomkerne
Negative Teilchen	Anionen	Elektronen(gas)	Bindungselektronen

Atombindung

↙ ↘

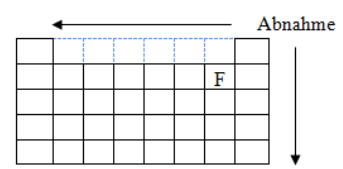
Einfachbindung Mehrfachbindung

Eine Atombindung kommt durch die Überlappung von Atomorbitalen zustande.
Einfachbindungen erlauben Drehung der Molekütleile gegeneinander, Doppel- und Dreifachbindungen lassen Drehung nicht zu.



Elektronegativität EN

Die Elektronegativität ist die Eigenschaft der Atome, Bindungselektronen anzuziehen. Die Polarität einer Atombindung kann durch die Elektronegativitätsdifferenz beschrieben werden. Die Atombindung ist um so polarer, je größer die Elektronegativitätsdifferenz ΔEN ist. Die EN hängt von der Kernladung und der Größe der Atome ab:



Intermolekulare Wechselwirkungen

- **Van der Waals WW**
- **Dipol WW**
- **Wasserstoffbrücken**

- Als **van der Waals WW** werden die Anziehungskräfte zwischen spontanen und induzierten Dipolen bezeichnet. Sie steigen mit zunehmender Kontaktfläche und Molekülmasse. Sie wirken zwischen allen Molekülen.
- Bei WW zwischen permanenten Dipol-Molekülen spricht man von **Dipol WW** (HCl).
- **Wasserstoffbrücken** sind die stärksten WW. Sie kommen bei Wasserstoffverbindungen des Stickstoffs, des Sauerstoffs und des Fluors vor (NH₃, H₂O, HF).

Donator-Akzeptor-Reaktion

- **Protolyse**
- **Redox-Reaktion**

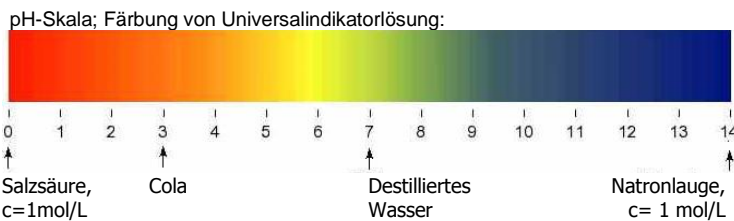
Fast alle chemischen Reaktionen können als Donator-Akzeptor-Reaktionen beschrieben werden.

- Wird ein Proton übertragen spricht man von **Protolyse**.
- Elektronenübergänge werden **Redox-Reaktionen** genannt.

	Donator	Akzeptor
Protolyse	Säure	Base
Redox-Reaktion	Reduktionsmittel	Oxidationsmittel

Saure Lösung
Neutrale Lösung
Alkalische Lösung
(Lauge)

Saure Lösungen enthalten mehr **Oxonium-** als Hydroxidionen:
 $n(\text{H}_3\text{O}^+) > n(\text{OH}^-)$
Neutrale Lösungen enthalten gleich viel Teilchen beider Ionensorten:
 $n(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{OH}^-)$
Alkalische Lösungen enthalten mehr **Hydroxid-** als Oxoniumionen:
 $n(\text{H}_3\text{O}^+) < n(\text{OH}^-)$
Ein Maß für die Oxoniumionenkonzentration ist der **pH-Wert**.

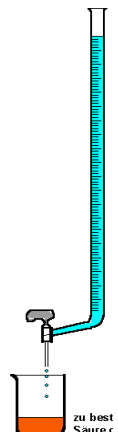


Säure-Base-Titration

Quantitatives Verfahren zur Bestimmung einer unbekanntenen Konzentration eines **gelösten Stoffes** (z.B. Säure) durch schrittweise Zugabe einer Lösung bekannter Konzentration (**Titerlösung**, z.B. Lauge) bis zum **Äquivalenzpunkt** (zu erkennen an der Änderung der Indikatorfarbe)

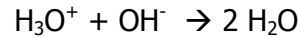
Am ÄP gilt für die Titration einprotoniger Säuren und Basen:

$$n(\text{Base}) = n(\text{Säure})$$



Neutralisation

Protonenübergang von Oxoniumionen auf Hydroxidionen unter Wasserbildung:



Bei der Reaktion äquivalenter Mengen einer starken Säure mit einer starken Base bildet sich eine neutrale Lösung (pH=7).

Wichtige Säuren

Säure		Säureanion im Salz	
Salzsäure	HCl	Chlorid	Cl ⁻
→ Kochsalz			
Salpetersäure	HNO ₃	Nitrat	NO ₃ ⁻
→ Nitrate			
Schwefelsäure	H ₂ SO ₄	Sulfat	SO ₄ ²⁻
→ starke Säure, in Autobatterie, saurer Regen			
Kohlensäure	H ₂ CO ₃	Carbonat	CO ₃ ²⁻
→ schwache Säure, in Erfrischungsgetränken			
Phosphorsäure	H ₃ PO ₄	Phosphat	PO ₄ ³⁻
→ in geringen Mengen in Cola enthalten			

Wichtige Basen

Natriumhydroxid NaOH → Lsg.: Natronlauge
in Rohrreiner, Laugengebäck

Kaliumhydroxid KOH → Lsg.: Kalilauge
zum Abbeizen

Calciumhydroxid Ca(OH)₂ → Lsg.: Kalkwasser
CO₂-Nachweis, Kalkmörtel

Reduktion und Oxidation

Elektrolyse und Batterien (galvanische Elemente)

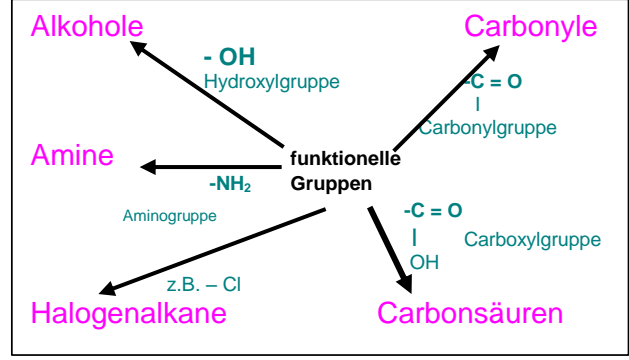
Bei Redox-Reaktionen wird die Aufnahme von Elektronen als **Reduktion**, die Abgabe als **Oxidation** bezeichnet. (Bei einer Reduktion sinkt die Oxidationszahl, bei einer Oxidation steigt sie).

Wird eine Redox-Reaktion durch Zufuhr von elektrischer Energie erzwungen, spricht man von einer **Elektrolyse**. Wird elektrische Energie bei einer Redoxreaktion entnommen, liegt ein **galvanisches Element** vor.

Elektrolyse	Galvanisches Element:
ZnI ₂ → Zn + I ₂ ΔE _r > 0	Zn + I ₂ → ZnI ₂ ΔE _r < 0
erzwungen	freiwillig

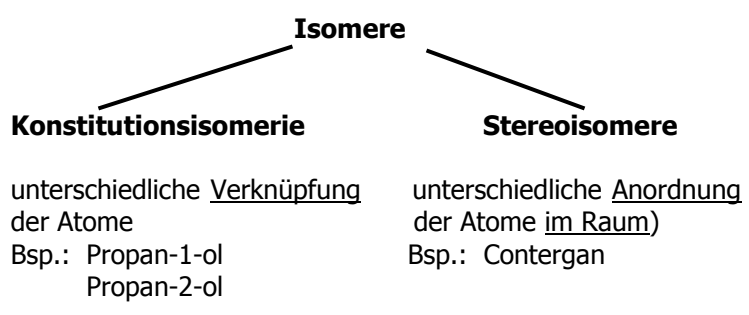
Funktionelle Gruppen

Die funktionellen Gruppen bestimmen das Reaktionsverhalten der organischen Verbindungen.



Isomerie

Das Phänomen, dass bei gleicher Molekülformel verschiedene Verbindungen existieren, wird als **Isomerie** bezeichnet.

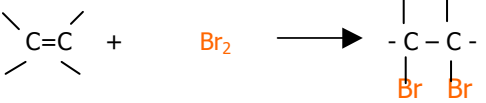


Organische Reaktionstypen

Organische Verbindungen mit Einfachbindungen (Alkane, Alkohole, Halogenalkane) haben die Tendenz zu **Substitutionsreaktionen**:



Organische Verbindungen mit Mehrfachbindungen (Alkene, Carbonyle) gehen tendenziell **Additionsreaktionen** ein.



Kondensationsreaktion: zwei Moleküle verbinden sich miteinander unter Abspaltung eines kleinen Moleküls (z.B. H₂O)

Elektrophil - Nukleophil (Donator-Akzeptor-Prinzip)

Das Prinzip der **Donator-Akzeptor-Reaktionen** kann auf Elektronenpaare angewendet werden.

Ein Teilchen mit einem freien Elektronenpaar (**Nukleophil**) reagiert stets mit einem Teilchen, welches eine zusätzliche Bindung ausbilden kann (**Elektrophil**).

Organische Reaktionsmechanismen werden oft nach dem kleineren Teilchen benannt, z.B. elektrophile Addition. Die Begriffe Nukleophil und Elektrophil gehören aber zusammen wie z.B. Säure und Base.

Chemisches Gleichgewicht

Alle chemischen Reaktionen sind umkehrbar.

Im Gleichgewichtszustand liegen Produkte und Edukte in einem für die Reaktion typischen Verhältnis vor. Ihre Stoffmengen ändern sich nicht mehr!

Es gilt $v_f = 0$

Das chemische Gleichgewicht ist kein statisches sondern ein dynamisches Gleichgewicht.

Auf Teilchenebene gilt: $R_{hin} = R_{rück}$ (R: Reaktionsrate)

$$R_1-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + \text{HO}-\text{R}_2 \longrightarrow R_1-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

Beispiel: Esterbildung

Biomoleküle

Kohlenhydrate

Polyhydroxyaldehyde oder Polyhydroxyketone
Monosaccharide (z.B. Traubenzucker Glucose, Fruchtzucker Fructose).

Monosaccharide werden durch glykosidische Bindungen zu Disacchariden (z.B. Rübenzucker Saccharose) oder Polysacchariden (z.B. Stärke,) verknüpft.

Proteine und Aminosäuren

2-Aminocarbonsäuren sind in Proteinen durch Peptidbindungen verknüpft.

Fette sind Ester aus Glycerin und Fettsäuren

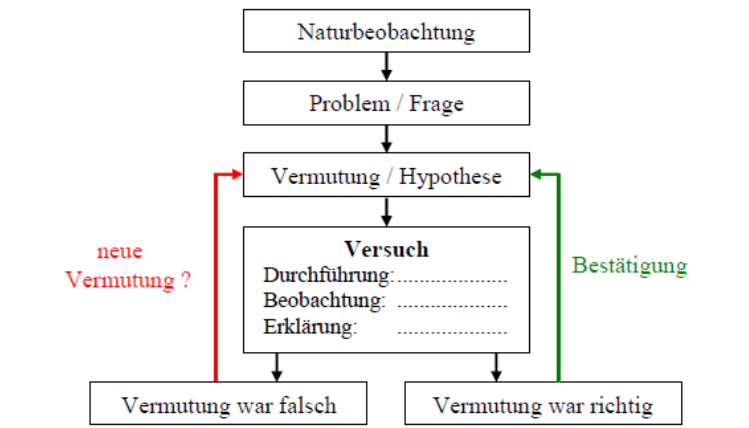
Aromaten Mesomerie

Aromatische Systeme, wie das Benzolmolekül sind durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet:

- ebenes Molekül
- cyclisch delokalisierte Elektronen
- große Mesomerieenergie

Mesomerie bezeichnet das Phänomen, dass die wahren Bindungsverhältnisse nicht durch eine einzige Valenzstrichformel beschrieben werden können. Es müssen Grenzstrukturformeln formuliert werden.

Naturwissenschaftliches Arbeiten



Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 8. Jgst.	37

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 8. Jgst.	37

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 8. Jgst.	38

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 8. Jgst.	38

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 8. Jgst.	39

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 8. Jgst.	39

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 8. Jgst.	40

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	seit 8. Jgst.	40