

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	1
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

Naturwissenschaftliches Arbeiten

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	1
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	2
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

Aggregatzustände

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	2
--	--	---------	---------------	----------

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	3
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

Einteilung der Stoffe:

Stoff

Reinstoff

Stoffgemisch

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	3
--	--	---------	---------------	----------

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	4
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

Einteilung der Stoffe:

Reinstoff

Element

Verbindung

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	4
--	--	---------	---------------	----------

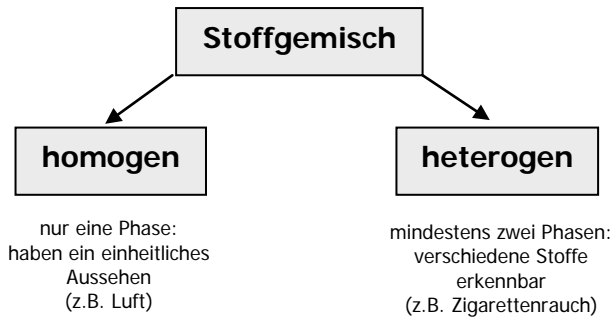
Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	5
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

Einteilung der Stoffe:

homogenes Stoffgemisch

heterogenes Stoffgemisch

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	5
--	--	---------	---------------	----------



Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	6
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

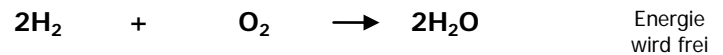
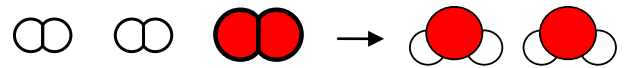
Chemische Reaktion

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	6
--	--	----------------	---------------	----------

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

Auf Teilchenebene sind sie gekennzeichnet durch:

- Umgruppierung von Atomen
- Umbau von chemischen Bindungen



Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	7
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

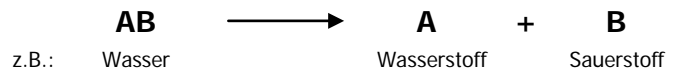
**Grundtypen
chemischer Reaktionen**

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	7
--	--	----------------	---------------	----------

Synthese:



Analyse:



Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	8
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

Nachweisreaktionen

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	8
--	--	---------	---------------	----------

Glimmspanprobe \rightarrow Sauerstoff

Verbrennung in reinem Sauerstoff ist heftiger als in Luft
 \rightarrow glimmender Holzspan glüht auf

Knallgasprobe \rightarrow Wasserstoff

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

Kalkwasserprobe \rightarrow Kohlenstoffdioxid

Kohlstoffdioxid bildet in Kalkwasser (Calciumhydroxid-Lösung) schwer lösliches Calciumcarbonat (Kalk) \rightarrow Trübung

Innere Energie E_i

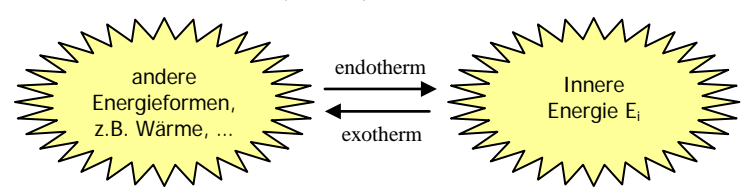
exotherm

endotherm

Der gesamte Energievorrat im Inneren eines Systems ist dessen **innere Energie E_i** . [E_i] = 1 kJ (alte Einheit: kcal)

Energieabgabe bei einer chemischen Reaktion:
exotherme Reaktion ($\Delta E_i < 0$).

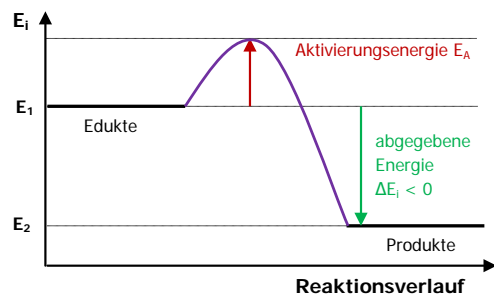
Energieaufnahme bei einer chemischen Reaktion:
endotherme Reaktion ($\Delta E_i > 0$).



Energiediagramm

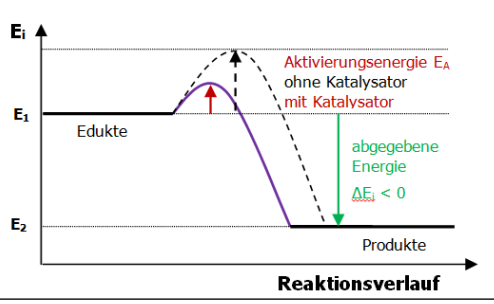
Die **Änderung der inneren Energie** eines Systems bei chemischen Reaktionen kann durch ein Energiediagramm dargestellt werden.

z.B. exotherme Reaktion



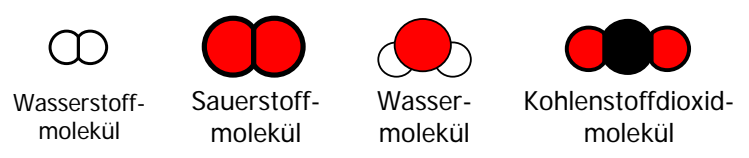
Katalysator

- Ein Katalysator ist ein Stoff, der
- die **Aktivierungsenergie herabsetzt**
 - die Reaktion **beschleunigt** und
 - nach der Reaktion **unverändert** vorliegt.



Molekül

Teilchen, die aus mindestens zwei Nichtmetall-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).

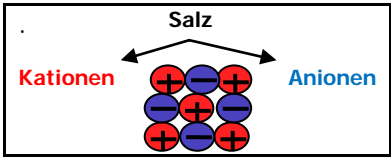


Salze

Kationen und Anionen

Atom-Ionen und Molekül-Ionen

Salz



Kationen Anionen

NaCl

Na⁺ Cl⁻

NH₄Cl

NH₄⁺ Cl⁻

Ca(NO₃)₂

Ca²⁺ NO₃⁻
NO₃⁻

Salze: Verbindungen aus Ionen

Kationen:
positiv geladene Ionen

Anionen:
negativ geladene Ionen

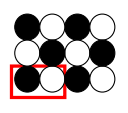
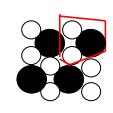
Atom-Ionen
z.B.: Na⁺, Ca²⁺, Cl⁻

Molekül-Ionen
z.B.: NH₄⁺, SO₄²⁻, NO₃⁻

Verhältnisformel

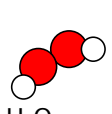
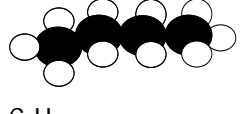
Molekülformel

Die **Verhältnisformel** gibt das **Zahlenverhältnis** der Ionen in einem Salz (Metall-Nichtmetall-Verbindung) an.

NaCl CaF₂

Die **Molekülformel** gibt an, aus **wie vielen Atomen** jeweils ein Molekül (Nichtmetall-Nichtmetall-Verbindung) besteht.

H₂O₂ C₄H₁₀
(Wasserstoffperoxidmolekül) (Butanmolekül)

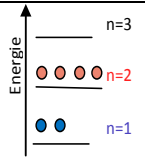
Atommodelle

- **Modell nach Dalton**
- **Energienstufenmodell**
- **Orbitalmodell**
(ab 9 NTG / 10 SG)

Masse
C-Atom 12u
H-Atom 1u

Daltonsche Atommodell

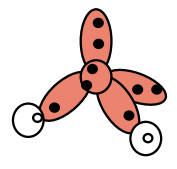
- Atom als kompakte Kugel (z.B.: C-Atom, H-Atom).



Energie

Energienstufenmodell oder Quantenmodell

- beschreibt den Aufbau der Atomhülle
- Elektronen auf Energienstufen
- eine Energienstufe kann von maximal 2n² Elektronen besetzt werden



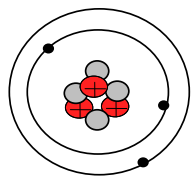
Orbital: Raum um den Atomkern, in welchem ein Elektron mit hoher Wahrscheinlichkeit anzutreffen ist.

Orbitalmodell: beschreibt die Atombindung:

- jedes Orbital fasst maximal zwei Elektronen
- Atombindung kommt durch Überlappung zweier Orbitale zustande (z.B. Wasser-Molekül).

Atom

$$\begin{matrix} A \\ X \\ Z \end{matrix}$$



⁷Li (Lithium)

3 p⁺, 4 n, 3 e⁻

Nukleonenzahl A: A=7
Rel. Atommasse m_A: 7 u

Ordnungs-, Elektronen-,
Protonen-, Kernladungszahl: Z= 3

Atomhülle: Elektronen e⁻

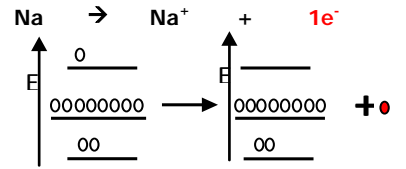
Atomkern:
Neutronen n und **Protonen p⁺**

Protonenzahl Z (Ordnungszahl)
definiert die Atomart.

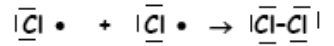
Nukleonenzahl A (Massenzahl)
A = Z + N

Edelgasregel (Oktettregel)

Entstehung von Ionen durch Aufnahme oder Abgabe von Elektronen



Ausbildung einer Atombindung durch gemeinsames Nutzen von Elektronen



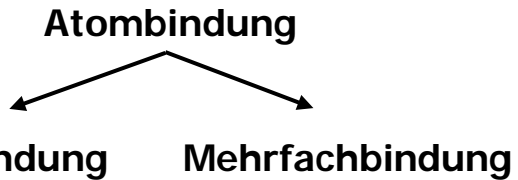
Edelgaskonfiguration: Atome erreichen in ihrer höchsten Energiestufe die gleiche Anzahl an Valenzelektronen wie die Edelgas-Atome. Edelgasatome haben acht Valenzelektronen. (Ausnahme: Edelgasatom Helium: 2 Valenzelektronen)

Chemische Bindung

- Ionenbindung
- Metallbindung
- Atombindung

Jede chemische Bindung beruht auf der Wechselwirkung (Anziehungs- und Abstoßungskräfte) zwischen positiven und negativen Ladungen.

	Ionenbindung	Metallbindung	Atombindung
positive Teilchen	Kationen	Atomrümpfe	Atomkerne
negative Teilchen	Anionen	Elektronen(gas)	Bindungselektronen



Eine Atombindung kommt durch die Überlappung von Atomorbitalen zustande. Einfachbindungen erlauben eine Drehung der Molekülteile gegeneinander, Doppel- und Dreifachbindungen lassen keine freie Drehung zu.

Einfachbindung	Doppelbindung	Dreifachbindung
z.B.: H – H	O = O	N ≡ N

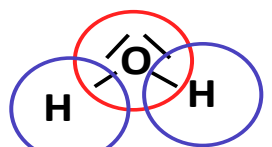
Valenzstrichformel (Strukturformel)



Valenzstrichformeln enthalten Striche zur Symbolisierung bindender und nicht bindender Elektronenpaare. Die Valenzstrichformel erlaubt die Andeutung von Bindungswinkeln. Es gilt stets die Edelgasregel.

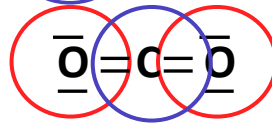
Beispiel Wassermolekül

(O-Atom: Oktett, Hülle des Neonatoms, H-Atom: Duplett, Hülle des Heliumatoms)



Beispiel Kohlenstoffdioxidmolekül

(C-Atom: Oktett, Hülle des Neonatoms, O-Atom: Oktett, Hülle des Neonatoms)



Teilchenmasse (Atom-, Molekül-, Ionenmasse)

Die Masse eines Teilchens (Atom, Molekül, Ion) kann in der Einheit Gramm g oder in der **atomaren Masseneinheit u** angegeben werden.

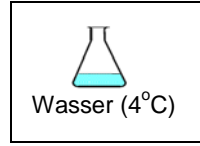
Ein u ist definiert als der 12. Teil der Masse eines Kohlenstoffatoms ¹²C.

$$1u = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

$$1g = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ u}$$

Stoffmenge n [n] = 1 mol

Angabe der Quantität einer Stoffportion durch:
Masse m, Volumen V, Teilchenanzahl N, Stoffmenge n

$V(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ l}$		$n(\text{H}_2\text{O}) = 55,5 \text{ mol}$
$m(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ g}$		$N(\text{H}_2\text{O}) = 3,34 \cdot 10^{25}$ (Teilchen)

Die **Stoffmenge n ist der Teilchenanzahl N proportional**.
1 Mol ist die Stoffmenge einer Stoffportion, die aus ebenso vielen Teilchen (Atomen, Molekülen, Ionen) besteht, wie Atome in 12 g des Kohlenstoffatoms ¹²C enthalten sind.

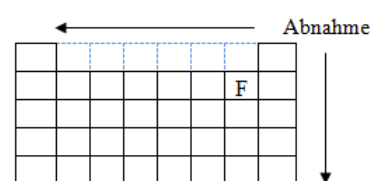
1 mol entspricht 6,022 · 10²³ Teilchen

Zusammenhang zwischen Quantitäts- und Umrechnungsgrößen

$n = \frac{m}{M}$	n Stoffmenge [mol]
$n = \frac{V}{V_m}$	m Masse [g]
$n = \frac{N}{N_A}$	m _A Atomare Masse
$n = c \cdot V$	M Molare Masse [^g /mol]
$N = \frac{m}{m_A}$	V Volumen [l]
	V _m Molares Volumen (Gase: 22,4 l/mol)
	N Teilchenanzahl
	N _A Avogadrokonstante (6,022 · 10 ²³ mol ⁻¹)
	c Konzentration [mol/l]

Elektronegativität EN

- Elektronegativität**
- Eigenschaft der Atome, Bindungselektronen anzuziehen
 - Die Atombindung ist umso polarer, je größer die Elektronegativitätsdifferenz Δ EN ist.
 - Die EN hängt von der Kernladung und der Größe der Atome ab:



Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	25
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Intermolekulare Wechselwirkungen

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

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	25
--	--	----------------	----------------	-----------

van der Waals WW

- Anziehungskräfte zwischen spontanen und induzierten Dipolen
- steigen mit zunehmender Kontaktfläche und Molekülmasse
- wirken zwischen allen Molekülen (auch unpolaren)

Dipol-Dipol-WW

- WW zwischen permanenten Dipol-Molekülen (z.B. HCl)

Wasserstoffbrücken

- sind die stärksten WW
- kommen bei Wasserstoffverbindungen des Stickstoffs, des Sauerstoffs und des Fluors vor (NH₃, H₂O, HF)

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	26
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Säure - saure Lösung

neutrale Lösung

Base – basische / alkalische Lösung

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	26
--	--	----------------	----------------	-----------

Säure: Protonendonator

Saure Lösungen enthalten mehr **Oxonium-** als Hydroxidionen:

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) > n(\text{OH}^-)$$

Neutrale Lösungen enthalten gleich viel Teilchen beider Ionensorten:

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{OH}^-)$$

Base: Protonenakzeptor

Alkalische Lösungen enthalten mehr **Hydroxid-** als Oxoniumionen:

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) < n(\text{OH}^-)$$

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	27
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Wichtige Säuren

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	27
--	---	----------------	----------------	-----------

Säure		Säure-Anion	
„Salzsäure“	HCl	Chlorid	Cl ⁻
⇒ in Urinsteinferner			
Salpetersäure	HNO ₃	Nitrat	NO ₃ ⁻
⇒ in Dünger			
Schwefelsäure	H ₂ SO ₄	Sulfat	SO ₄ ²⁻
⇒ in Autobatterien; im sauren Regen			
Kohlensäure	H ₂ CO ₃	Carbonat	CO ₃ ²⁻
⇒ in Erfrischungsgetränken			
Phosphorsäure	H ₃ PO ₄	Phosphat	PO ₄ ³⁻
⇒ in geringen Mengen in Cola enthalten			

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	28
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Wichtige Basen

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	28
--	---	----------------	----------------	-----------

Natriumhydroxid NaOH ⇒ Lsg.: Natronlauge
in Rohrreiniger, Laugengebäck

Kaliumhydroxid KOH ⇒ Lsg.: Kalilauge
zum Abbeizen

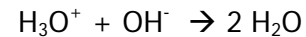
Calciumhydroxid Ca(OH)₂ ⇒ Lsg.: Kalkwasser
CO₂-Nachweis, Kalkmörtel

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	29
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

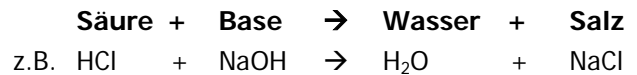
Neutralisation

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	29
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Protonenübergang von Oxonium-Ionen auf Hydroxid-Ionen unter Wasserbildung:



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



Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	30
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Säure-Base-Titration

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	30
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Quantitatives Verfahren zur

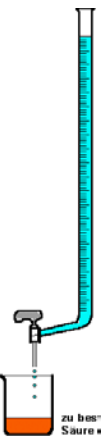
Bestimmung einer unbekanntenen Konzentration eines **gelösten Stoffes** (z.B. Säure) durch schrittweise Zugabe einer Lösung bekannter Konzentration (**Titer-Lösung**, z.B. Lauge)

bis zum **Äquivalenzpunkt ÄP** (zu erkennen an der Änderung der Indikatorfarbe).

Am ÄP gilt für die Titration von Säuren und Basen:

$$n(\text{OH}^-) = n(\text{H}_3\text{O}^+)$$

$$n = c \cdot V$$



Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	31
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

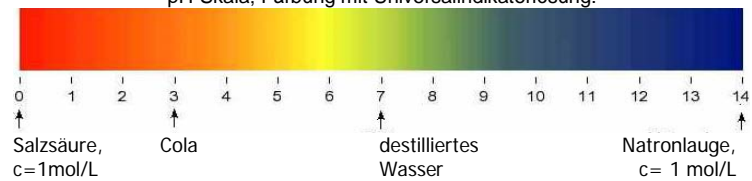
pH-Wert

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	31
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Ein Maß für die Oxoniumionen-Konzentration ist der **pH-Wert**:

$$\text{pH} = -\lg c(\text{H}_3\text{O}^+)$$

pH-Skala; Färbung mit Universalindikatorlösung:



Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	32
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Oxidation und Reduktion

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	32
-----------------------------------	---	---------	----------------	-----------

Oxidation: Abgabe von Elektronen (Oxidationszahl steigt)

Reduktion: Aufnahme von Elektronen (Oxidationszahl sinkt)

Oxidationsmittel:

verleitet einen anderen Stoff dazu Elektronen abzugeben (zu oxidieren) und nimmt sie selbst auf (wird reduziert)

Reduktionsmittel:

gibt selbst Elektronen ab (wird oxidiert) und verleitet einen anderen Stoff dazu diese aufzunehmen (reduziert ihn)

-> So geht's

Elektrolyse

Batterie (galvanisches Element)

Elektrolyse:
Redox-Reaktion wird durch Zufuhr von elektrischer Energie erzwungen

Galvanisches Element:
Redox-Reaktion setzt elektrische Energie frei

Elektrolyse $ZnI_2 \rightarrow Zn + I_2 \quad \Delta E_i > 0$ erzwungen	Galvanisches Element $Zn + I_2 \rightarrow ZnI_2 \quad \Delta E_i < 0$ freiwillig
---	---

Donator-Akzeptor-Reaktion

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

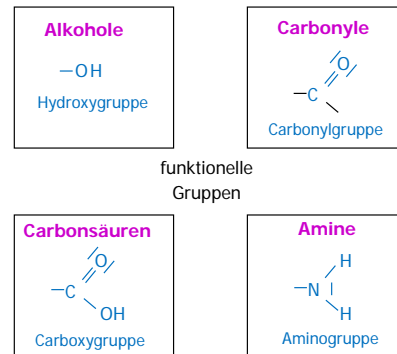
Fast alle chemischen Reaktionen können als Donator-Akzeptor-Reaktionen beschrieben werden.

- **Protolyse-Reaktion:** Protonen werden übertragen
- **Redox-Reaktion:** Elektronen werden übertragen

	Donator	Akzeptor
Protolyse-Reaktion	Säure	Base
Redox-Reaktion	Reduktionsmittel	Oxidationsmittel

Funktionelle Gruppen

Die funktionellen Gruppen bestimmen das Reaktionsverhalten der organischen Verbindungen.

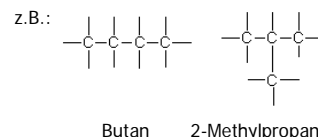


Isomerie

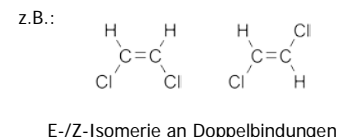
Isomerie

gleiche Summenformel,
aber verschiedene Verbindungen

Konstitutionsisomerie
unterschiedliche Verknüpfung
der Atome



Stereoisomerie
Unterschiedliche Anordnung der
Atome im Raum



Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	37
-----------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

Elektrophil - Nukleophil (Donator-Akzeptor-Prinzip)

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	37
-----------------------------------	---	---------	-----------------	-----------

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

Nukleophile Teilchen mit freien Elektronenpaaren reagieren stets mit **elektrophilen Teilchen**, welche zusätzliche Bindungen ausbilden können.

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.

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	38
-----------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

Organische Reaktionstypen I

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	38
--	--	---------	-----------------	-----------

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

$$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | & | \\ \text{H} & \text{H} \end{array} + \text{Br}-\text{Br} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | & | \\ \text{H} & \text{Br} \end{array} + \text{H}-\text{Br}$$

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

$$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} + \text{Br}-\text{Br} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | & | \\ \text{Br} & \text{Br} \end{array}$$

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	39
-----------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

Organische Reaktionstypen II

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	39
---	--	---------	-----------------	-----------

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

Hydrolyse:
Spaltung einer Verbindung durch Reaktion mit Wasser

$$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{R}_1-\text{C} \\ | \\ \text{OH} \end{array} + \text{HO}-\text{R}_2 \xrightleftharpoons[\text{Hydrolyse}]{\text{Kondensation}} \begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{R}_1-\text{C} \\ | \\ \text{O}-\text{R}_2 \end{array} + \text{H}_2\text{O}$$

Carbonsäure + Alkohol \rightleftharpoons Ester + Wasser

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	40
-----------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

Biomoleküle: Kohlenhydrate I

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	40
--	---	---------	-----------------	-----------

Monosaccharide
sind entweder Polyhydroxyaldehyde oder Polyhydroxyketone
z.B.:

$$\begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$$

Traubenzucker (Glucose)

$$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{O} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$$

Fruchtzucker (Fructose)

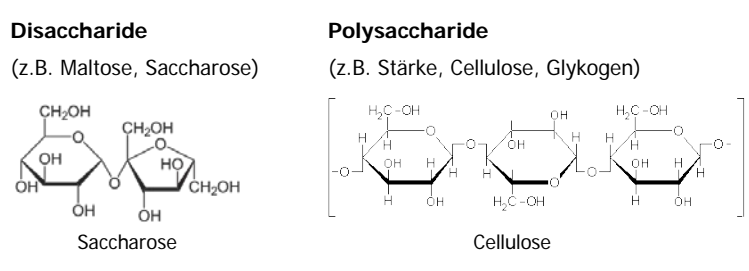
Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	41
-----------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

Biomoleküle: Kohlenhydrate II

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	41
--	---	---------	-----------------	-----------

Disaccharide und Polysaccharide

Monosaccharide werden durch glycosidische Bindungen zu Disacchariden oder Polysacchariden verknüpft.

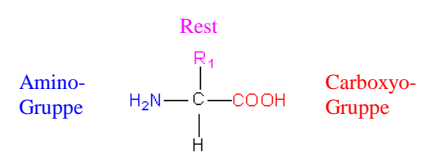


Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	42
-----------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

Biomoleküle: Proteine

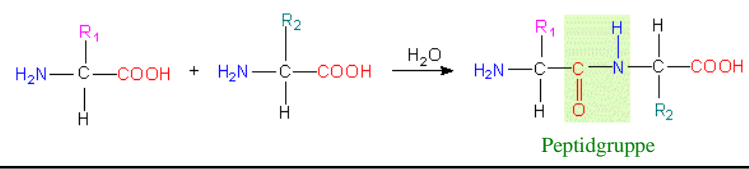
Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	42
--	---	---------	-----------------	-----------

Aminosäuren (2-Aminocarbonsäuren)



Proteine

Verknüpfung von Aminosäuren durch Peptidbindungen

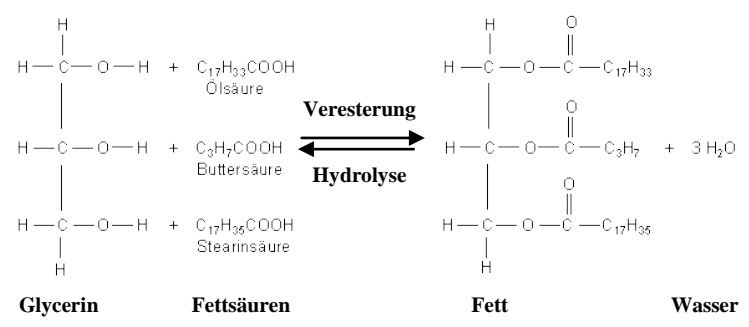


Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	43
-----------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

Biomoleküle: Fette

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	43
--	---	---------	-----------------	-----------

Fette sind Ester aus Glycerin und Fettsäuren



Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	44
-----------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	44
-----------------------------------	--	---------	-----------------	-----------