

Gymnasium Fridericianum Erlangen



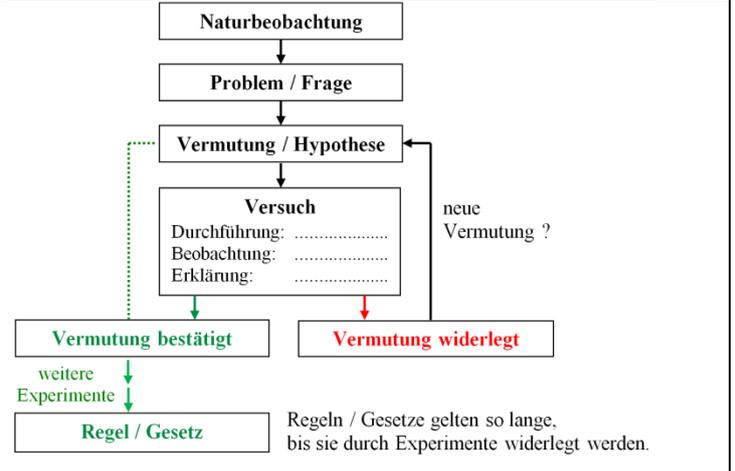
Chemie – Grundwissen

nach

DELTAplus

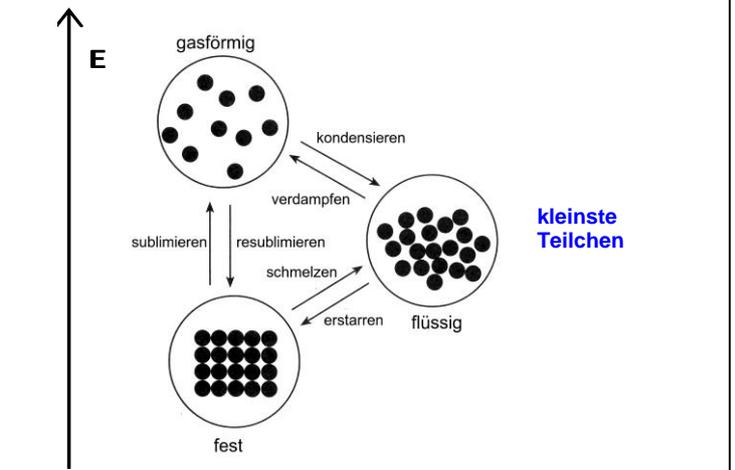
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	1	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	1
---------------------------------	--	---------	---------------	----------	---------------------------------	--	---------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

Naturwissenschaftliches Arbeiten (natwiss. Erkenntnisweg)



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	2
---------------------------------	--	---------	---------------	----------	--	--	---------	---------------	----------

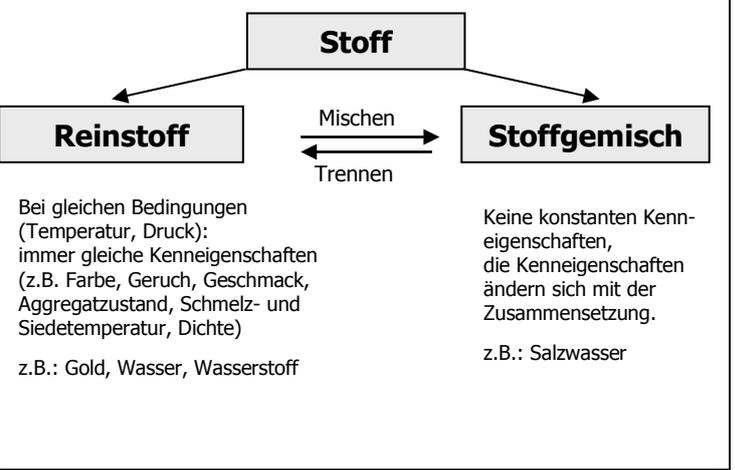
Aggregatzustände



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	3
---------------------------------	--	---------	---------------	----------	--	--	---------	---------------	----------

Einteilung der Stoffe

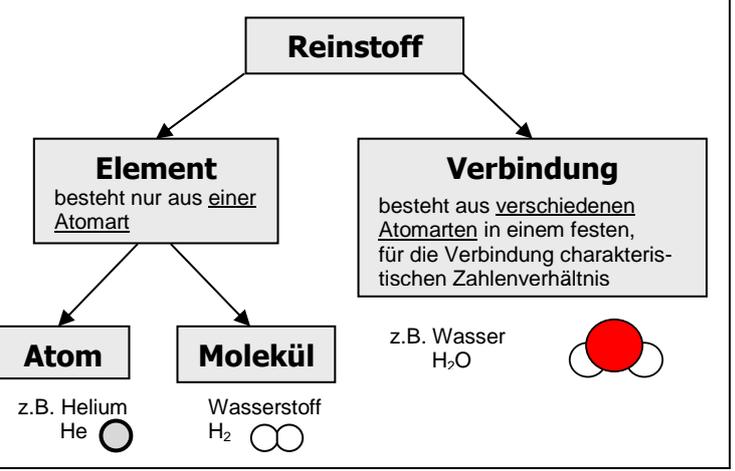
Stoff Reinstoff Gemisch



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	4
---------------------------------	--	---------	---------------	----------	--	--	---------	---------------	----------

Einteilung der Stoffe

Reinstoff Element Verbindung



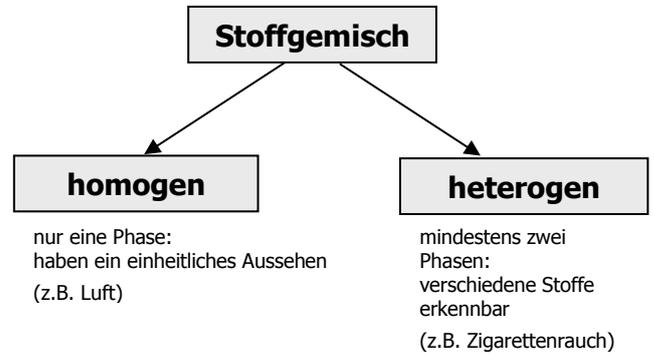
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	5
---------------------------------	--	---------	---------------	----------

Einteilung der Stoffe

Homogenes Stoffgemisch

Heterogenes Stoffgemisch

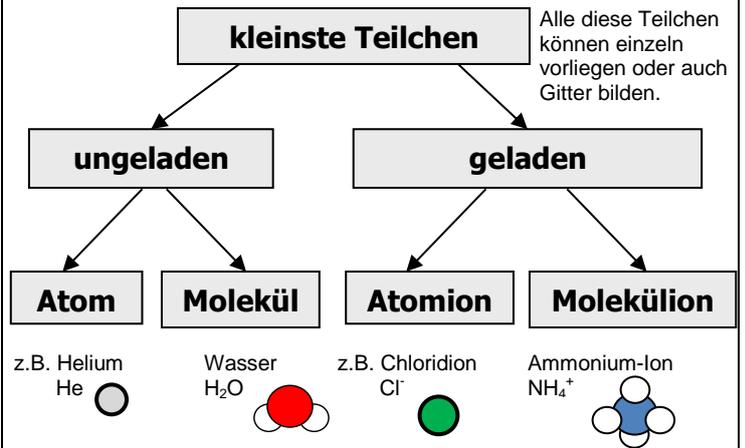
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	5
--	--	---------	---------------	----------



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

Teilchenarten

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



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

Chemische Reaktion

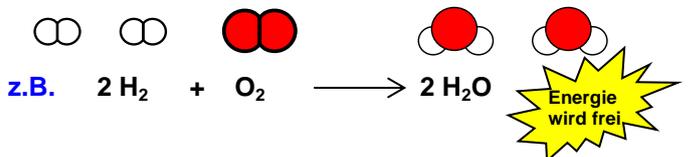
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	7
--	--	---------	---------------	----------

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

Auf Teilchenebene sind sie gekennzeichnet durch:

- Umgruppierung von Atomen
- Umbau von chemischen Bindungen
- erfolgreiche Teilchenzusammenstöße

Auf Stoffebene sind sie gekennzeichnet durch:
Änderung der Kenneigenschaften



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

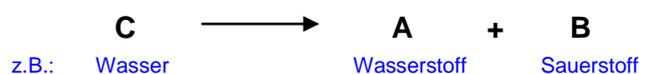
Grundtypen chemischer Reaktionen

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

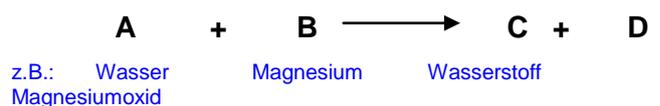
Synthese:



Analyse:



Umsetzung:



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

Nachweisreaktionen

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

Glimmspanprobe → Sauerstoff

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

Knallgasprobe → Wasserstoff

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

Kalkwasserprobe → Kohlenstoffdioxid

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

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	10
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------

Innere Energie E_i

exotherm

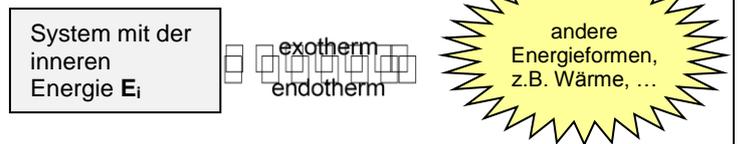
endotherm

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	10
---------------------------------	--	----------------	---------------	-----------

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

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

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

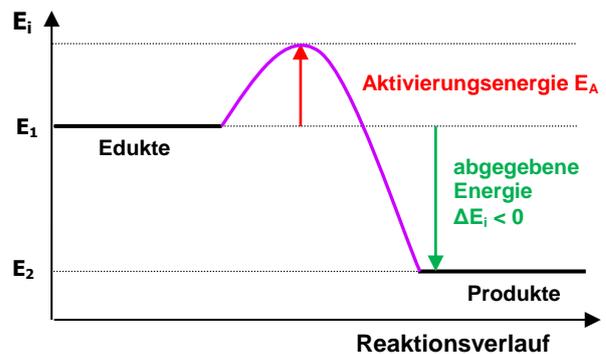


Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	11
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------

Energiediagramm Exotherme Reaktion

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	11
---------------------------------	--	----------------	---------------	-----------

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

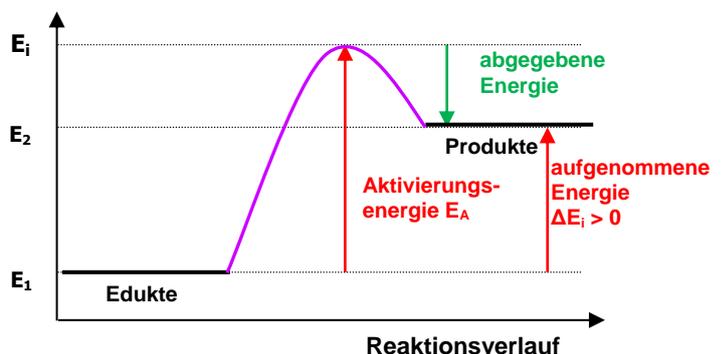


Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	12
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------

Energiediagramm Endotherme Reaktion

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	12
---------------------------------	--	----------------	---------------	-----------

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



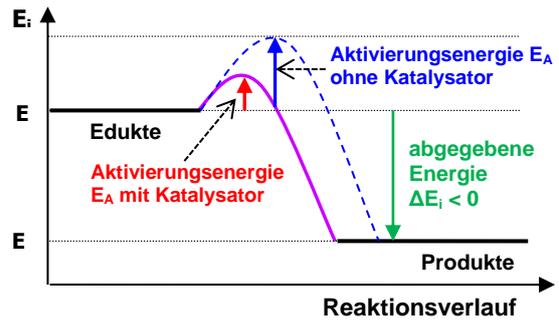
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	13
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------

Katalysator

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	13
---------------------------------	--	----------------	---------------	-----------

Ein Katalysator ist ein Stoff, der

- die **Aktivierungsenergie herabsetzt** (durch einen anderen Reaktionsweg)
- die Reaktion **beschleunigt** und
- nach der Reaktion **unverändert** vorliegt.



Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	14
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------

Molekül

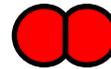
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	14
--	--	---------	---------------	-----------

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).

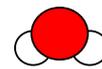
Beispiele:



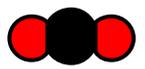
Wasserstoff-molekül



Sauerstoff-molekül



Wasser-molekül



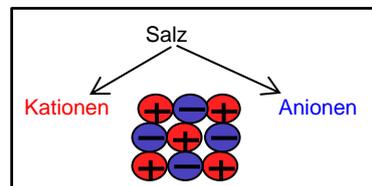
Kohlenstoff-dioxid-molekül

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	15
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------

Salze

Kationen und Anionen Atom-Ionen und Molekül-Ionen

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	15
--	--	---------	---------------	-----------



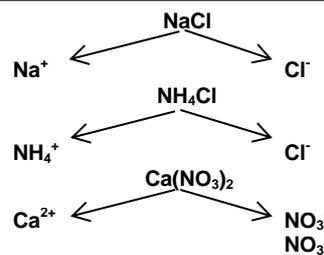
Salze: Verbindungen aus Ionen

Kationen: positiv geladene Ionen

Anionen: negativ geladene Ionen

Atom-Ionen
z.B.: Na^+ , Ca^{2+} , Cl^-

Molekül-Ionen
z.B.: NH_4^+ , SO_4^{2-} , NO_3^-

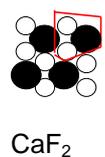


Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	16
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------

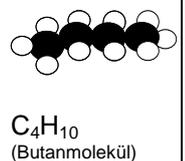
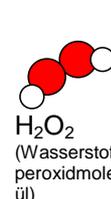
Verhältnisformel

Molekülformel

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



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



Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	17
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------

Atommodelle

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

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	17
---------------------------------	--	----------------	---------------	-----------

Masse
C-Atom 12u
H-Atom 1u

Daltonsche Atommodell

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

Energiestufenmodell oder Quantenmodell

Energie

- beschreibt den Aufbau der Atomhülle
- Elektronen auf Energiestufen
- eine Energiestufe kann von maximal $2n^2$ Elektronen besetzt werden

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

Orbitalmodell: beschreibt die Atombindung:

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

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	18
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------

Atom



Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	18
--	--	---------	---------------	-----------

Atomhülle: Elektronen e^-
Atomkern: Neutronen n und Protonen p^+
Protonenzahl Z (Ordnungszahl) definiert die Atomart.
Neutronenzahl N
Nukleonenzahl A (Massenzahl)
A = Z + N

${}^7_3\text{Li}$ (Lithium), 3 p^+ , 4 n , 3 e^-
Ordnungs-, Elektronen-, Protonen- und Kernladungszahl: Z=3
Neutronenzahl: N=4
Nukleonenzahl A: A=7
Rel. Atommasse m_A : 7 u

Isotope unterscheiden sich in der Anzahl der Neutronen und haben daher eine unterschiedliche Masse.
z.B.: ${}^{12}_6\text{C}$ und ${}^{14}_6\text{C}$

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	19
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------

Edelgasregel (Oktettregel) Bildung von Ionen

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	19
--	--	---------	---------------	-----------

Edelgas-Atome haben acht Valenzelektronen. (Ausnahme: Edelgasatom Helium: 2 Valenzelektronen)
Teilchen mit acht Valenzelektronen sind besonders stabil und somit reaktionsträge. (Ausnahme: 1. Periode: 2 Valenzelektronen)
Atome, die keine Edelgaskonfiguration besitzen, sind äußerst reaktiv und bilden Ionen um ein Elektronenoktett zu erreichen: $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + 1e^-$
 $\text{Cl}_2 + 2e^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$

Ionen entstehen durch Aufnahme oder Abgabe von Elektronen.

Elektronen-Übergang

Natrium-Atom und Chlor-Atom → Natrium-Ion und Chlorid-Ion

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie e	8 NTG 9 SG	20
---------------------------------	--	--------------	---------------	-----------

Edelgasregel (Oktettregel) Bildung von Molekülen

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	20
--	--	---------	---------------	-----------

Wenn Nichtmetallatome miteinander reagieren findet keine Ionenbildung statt, sondern es entsteht eine **Atombindung durch gemeinsames Nutzen eines Elektronenpaares**.

Die beteiligten Atome teilen ein Elektronenpaar und bilden so ein Oktett

Chlormolekül

nichtbindendes Elektronenpaar

bindendes Elektronenpaar

Bei einer Doppelbindung (Dreifachbindung) werden zwei (drei) Elektronenpaare gemeinsam genutzt.

$$\text{O} \cdot + \cdot \text{O} \rightarrow \text{O}=\text{O}$$

$$\text{N} \cdot + \cdot \text{N} \rightarrow \text{N} \equiv \text{N}$$

Jedes Atom der Bindung erreicht mit Hilfe der zusätzlichen Elektronen des Bindungspartners den stabilen Edelgaszustand (Oktett).

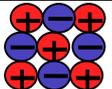
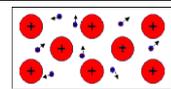
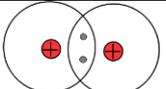
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	21
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------

Chemische Bindung

- Ionenbindung
- Metallbindung
- Atombindung

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	21
--	---	----------------	---------------	-----------

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) (delokalisierte Elektronen)	Bindungs-elektronen
			

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	22
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------

Valenzstrichformel (Strukturformel)

-> So geht's

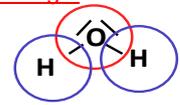
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	22
--	---	----------------	---------------	-----------

Valenzstrichformeln enthalten Striche zur Symbolisierung bindender und nicht bindender Elektronenpaare in Molekülen.

Die Valenzstrichformel erlaubt die Andeutung von Bindungswinkeln. Es gilt stets die Edelgasregel.

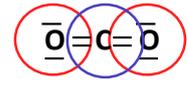
Beispiel Wassermolekül
gewinkelt

(O-Atom: Elektronenkonfiguration des Neonatoms, H-Atom: Elektronenkonfiguration des Heliumatoms)

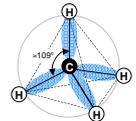


Beispiel Kohlenstoffdioxidmolekül
linear

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



Mit Hilfe des **Valenzelektronenpaar- Abstoßungs-Modells** (VSEPR-Modell) kann man den räumlichen Bau eines Moleküls bestimmen.



Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	23
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------

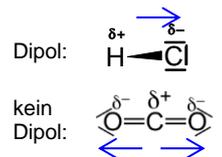
Elektronegativität EN polare Atombindung Dipol

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	23
---------------------------------	---	----------------	----------------	-----------

Elektronegativität

- Eigenschaft der Atome, Bindungselektronen anzuziehen
- Die EN hängt von der Kernladung und der Größe der Atome ab.
- Die EN nimmt im PSE von links unten nach rechts oben zum Fluor hin zu

Abnahme				
				F



In einer **polaren Atombindung** zieht der Bindungspartner mit der höheren EN die Bindungselektronen stärker an. Dadurch entstehen Partialladungen. Die Atombindung ist umso polarer, je größer die Elektronegativitätsdifferenz ΔEN ist.

Ein Molekül mit polaren Atombindungen ist genau dann ein **Dipol**, wenn sich die Ladungsverschiebungen nach außen **nicht** aufheben.

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	24
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Zwischenmolekulare Wechselwirkungen

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

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	24
--	---	----------------	----------------	-----------

van der Waals WW

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

Dipol-Dipol-WW

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



- sind besonders starke Dipol-Dipol-WW
- sind bei geringer Molekülgröße die stärksten WW
- kommen **nur** bei Wasserstoffverbindungen von Stickstoff, Sauerstoff und Fluor vor.

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	25	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	25
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------	--	--	---------	---------------	-----------

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 ^{12}C .

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

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

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

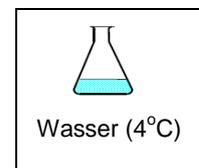
Stoffmenge n Die Einheit 1 mol

Angabe der Quantität einer Stoffportion durch:

Masse m, Volumen V, Teilchenanzahl N, Stoffmenge n

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ l}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ g}$$



$$n(\text{H}_2\text{O}) \approx 55,56 \text{ mol}$$

$$N(\text{H}_2\text{O}) \approx 3,35 \cdot 10^{25} \text{ (Teilchen)}$$

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 ^{12}C enthalten sind.

1 mol entspricht $6,022 \cdot 10^{23}$ Teilchen

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

Zusammenhang zwischen Quantitäts- und Umrechnungsgrößen

$$m = M \cdot n$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{m_A} = \frac{V}{V_m}$$

$$c = \frac{n}{V}$$

n Stoffmenge [mol]

m Masse [g]

m_A Atommasse [u]

M Molare Masse [$\frac{\text{g}}{\text{mol}}$]

V Volumen [l]

V_m Molares Volumen (Gase: $22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}}$)

N Teilchenanzahl

N_A Avogadrokonstante ($6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$)

c Konzentration [$\frac{\text{mol}}{\text{l}}$]

-> So geht's

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

Säure - saure Lösung neutrale Lösung Base - basische / alkalische Lösung

Säure: Protonendonator

Saure Lösungen enthalten mehr **Oxonium-** als Hydroxidionen
(Beispiel: HCl)

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

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:
(Beispiel: NH_3)

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

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

Wichtige Säuren

Säure		Säure-Anion	
Chlorwasserstoff Lösung: Salzsäure	HCl	Chlorid	Cl ⁻
⇒ <i>Magensäure</i>			
Salpetersäure	HNO ₃	Nitrat	NO ₃ ⁻
⇒ <i>zur Düngerherstellung, Sprengstoffherstellung</i>			
Schwefelsäure	H ₂ SO ₄	Sulfat	SO ₄ ²⁻
⇒ <i>in Autobatterien; im sauren Regen</i>			
Kohlensäure	H ₂ CO ₃	Carbonat	CO ₃ ²⁻
⇒ <i>in Erfrischungsgetränken</i>			
Phosphorsäure	H ₃ PO ₄	Phosphat	PO ₄ ³⁻
⇒ <i>in geringen Mengen in Cola enthalten</i>			

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

Wichtige Basen

- Natriumhydroxid** NaOH ⇒ Lsg.: Natronlauge
in Rohrreiniger, Laugengebäck
- Kaliumhydroxid** KOH ⇒ Lsg.: Kalilauge
zum Abbeizen
- Calciumhydroxid** Ca(OH)₂ ⇒ Lsg.: Kalkwasser
CO₂-Nachweis, Kalkmörtel
- Ammoniak** (NH₃) ⇒ Lsg.: Ammoniakwasser
Pferdemist, Haarfarbe, Rietsalz

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

Neutralisation Protolyse

Einer **Protolyse** ist eine chemische Reaktion, bei der Protonen übertragen werden.

Bei einer **Neutralisation** findet ein Protonenübergang von Oxonium-Ionen auf Hydroxid-Ionen unter Wasserbildung statt:

$$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$$

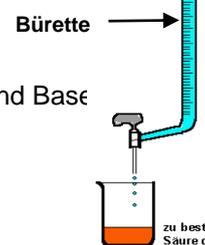
Bei der Reaktion äquivalenter Mengen einer starken Säure mit einer starken Base bildet sich eine neutrale Lösung (pH=7).

Säure + Base → Salz + Wasser
z.B.: $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

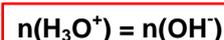
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	32	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	32
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------	--	---	---------	----------------	-----------

Säure-Base-Titration

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



Am **ÄP** gilt für die Titration von Säuren und Base



Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	33
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------

pH - Wert

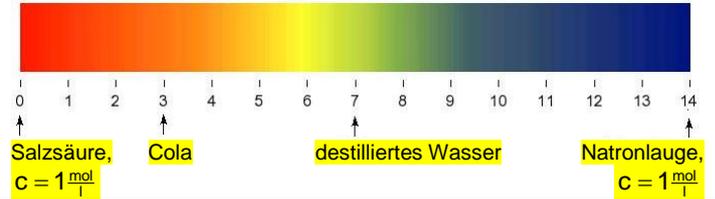
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	33
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Der pH-Wert ist ein Maß für den sauren, neutralen oder basischen Charakter einer wässrigen Lösung.
Daher ist der pH-Wert auch ein Maß für die Konzentration der Oxoniumionen in einer wässrigen Lösung. $\text{pH} = -\lg \{c(\text{H}_3\text{O}^+)\}$

Es gilt:

Saure Lösung:	$\text{pH} < 7$
Neutrale Lösung:	$\text{pH} = 7$
Basische Lösung:	$\text{pH} > 7$

pH-Skala; Färbung mit Universalindikatorlösung:



Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	34
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Oxidation und Reduktion

-> So geht's

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	34
---------------------------------	---	---------	----------------	-----------

Oxidation: **Abgabe** von Elektronen
(Oxidationszahl steigt)

Reduktion: **Aufnahme** von Elektronen
(Oxidationszahl sinkt)

Oxidationsmittel:
nimmt Elektronen auf und wird dabei selbst reduziert.

Reduktionsmittel:
gibt Elektronen ab und wird dabei selbst oxidiert.

Redoxreaktion:
chemische Reaktion, bei der Elektronen übertragen werden.

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	35
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------

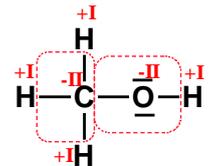
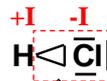
Oxidationszahl

-> So geht's

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	35
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Die Oxidationszahl ist eine formale Ladungszahl, die man erhält, wenn man dem elektronegativeren Bindungspartner einer Atombindung das gesamte Bindungselektronenpaar zuordnet.

Beispiele:



polare Atombindung: Bindungselektronen sind „zum Chlor-Atom hin verschoben“
=> H-Atom gibt formal ein Elektron ab.
(heterolytische Zuordnung)

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	36
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Elektrolyse

Batterie (galvanisches Element)

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	36
---------------------------------	--	----------------	----------------	-----------

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

Umkehrung:
=> **Galvanisches Element:**
Redox-Reaktion setzt elektrische Energie frei.

Elektrolyse	Galvanisches Element
$\text{ZnI}_2 \rightarrow \text{Zn} + \text{I}_2 \quad \Delta E_i > 0$	$\text{Zn} + \text{I}_2 \rightarrow \text{ZnI}_2 \quad \Delta E_i < 0$
erzwungen	freiwillig

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	37
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Donator-Akzeptor-Prinzip

- Protolyse-Reaktion
- Redox-Reaktion

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	37
---------------------------------	---	---------	----------------	-----------

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

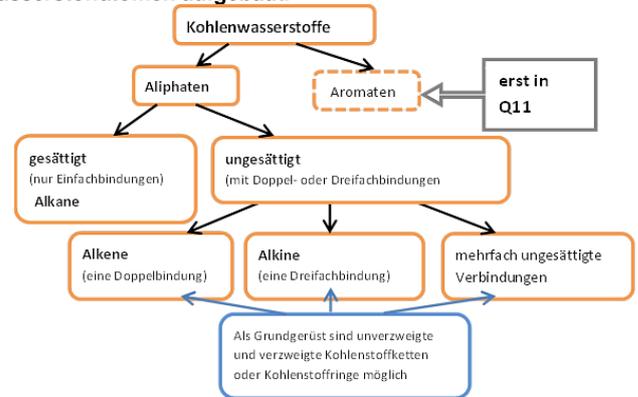
- **Protolyse-Reaktion:** Protonenübergang
- **Redox-Reaktion:** Elektronenübergang

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

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

Kohlenwasserstoffe

Kohlenwasserstoffe sind nur aus Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen aufgebaut.



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

Homologe Reihe

Homologe Reihe:

Reihe von chemisch verwandten Verbindungen, bei denen jedes Molekül eine CH_2 -Gruppe (Methylengruppe) mehr aufweist als das vorhergehende Molekül.

Beispiel Alkane: Methan
Ethan
Propan
Butan
Pentan
Hexan
...

Allgemeine Summenformeln:

Homologe Reihe der Alkane: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

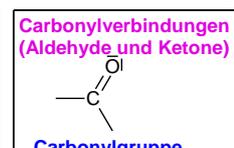
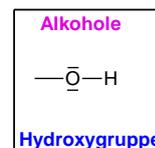
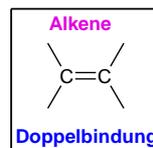
Homologe Reihe der Alkene: C_nH_{2n}

Homologe Reihe der Alkine: $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

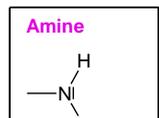
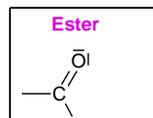
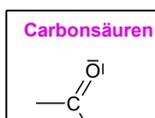
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	40
---------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

Funktionelle Gruppen

Die funktionellen Gruppen bestimmen das Reaktionsverhalten der organischen Verbindungen.



funktionelle Gruppen



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

Isomerie

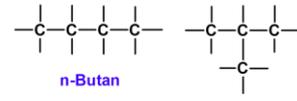
-> So geht's

Isomerie
gleiche Summenformel,
aber verschiedene Verbindungen

Konstitutionsisomerie

unterschiedliche Verknüpfung
der Atome

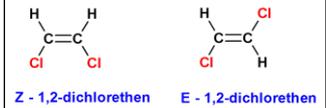
z.B.:



Stereoisomerie

Unterschiedliche Anordnung
der Atome im Raum

z.B.: E/Z - Isomerie an
Doppelbindungen



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

elektrophile Teilchen nukleophile Teilchen Radikale

Elektrophile Teilchen haben an einer Stelle ein Elektronendefizit, sind also positiv geladen oder polarisiert.

Nucleophile Teilchen haben an einer Stelle einen Elektronenüberschuss, sind also negativ geladen oder polarisiert. Sie haben mindestens ein nichtbindendes Elektronenpaar.

Elektrophile Teilchen (Elektronenakzeptoren) reagieren stets mit **nucleophilen Teilchen** (Elektronendonatoren).

Radikale sind Teilchen mit mindestens einem ungepaarten Elektron. Radikale sind besonders reaktiv.

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

organische Reaktionstypen: Substitution

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

Zum Beispiel: **Radikalische Substitution** bei den Alkanen



Mechanismus nur NTG:

Die Radikalische Substitution läuft in drei Schritten ab:

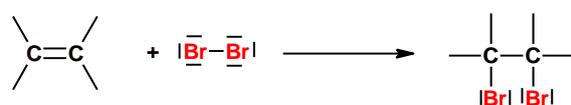
- Startreaktion (Bildung eines Radikals, z.B. durch Lichtenergie)
- Ketten(fortpflanzungs)reaktion
- Abbruchreaktionen (Kombination zweier Radikale)

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
---------------------------------	--	---------	-----------------	-----------	--	--	---------	-----------------	-----------

organische Reaktionstypen: Addition

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

Zum Beispiel: **elektrophile Addition** bei den Alkenen



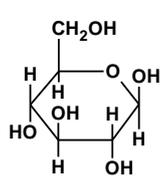
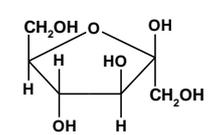
Mechanismus nur NTG:

- Angriff des elektrophilen Teilchens an der Doppelbindung (hier: $\overset{\delta+}{\text{Br}} \rightarrow \text{Br} \overset{\delta-}{\text{}}$)
- im zweiten Schritt nucleophiler Angriff hier: Br^- .

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	45	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	45
Organische Reaktionstypen: Kondensation und Hydrolyse					<p>Kondensationsreaktion: zwei Moleküle verbinden sich miteinander unter Abspaltung eines kleinen Moleküls (z.B. H₂O).</p> <p>Hydrolyse: Spaltung einer Verbindung durch Reaktion mit Wasser.</p> <p>zum Beispiel: $\text{R}_1-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{H} + \text{H}-\text{O}-\text{R}_2 \xrightleftharpoons[\text{Hydrolyse}]{\text{Kondensation}} \text{R}_1-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}_2 + \text{H}_2\text{O}$</p> <p style="text-align: center;">Veresterung Esterspaltung</p> <p style="text-align: center;">Carbonsäure + Alkohol Ester + Wasser</p>				

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	46	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	46
Redoxverhalten der organischen Sauerstoffverbindungen					<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> $\text{R}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{OH} \xrightleftharpoons[\text{Reduktion}]{\text{Oxidation}} \text{R}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} \xrightleftharpoons[\text{Reduktion}]{\text{Oxidation}} \text{R}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ <p>primärer Alkohol Aldehyd Carbonsäure</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\text{R}_1-\overset{\text{H}}{\underset{\text{R}_2}{\text{C}}}-\text{OH} \xrightleftharpoons[\text{Reduktion}]{\text{Oxidation}} \text{R}_1-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}_2 \xrightleftharpoons[\text{Reduktion}]{\text{Oxidation}} \text{R}_1-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}_2$ <p>sekundärer Alkohol Keton Carbonsäure</p> <p style="font-size: small;">Nur Methansäure ist noch zu Kohlenstoffdioxid oxidierbar.</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\text{R}_1-\overset{\text{R}_3}{\underset{\text{R}_2}{\text{C}}}-\text{OH} \xrightleftharpoons[\text{Reduktion}]{\text{Oxidation}} \text{R}_1-\overset{\text{R}_3}{\underset{\text{R}_2}{\text{C}}}-\text{OH}$ <p>tertiärer Alkohol</p> </div> </div>				

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	47	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	47
Nachweisreaktionen für Aldehyde					<p>Fehlingsche Probe: Eine alkalische wässrige Lösung von Kupfer-(II)-sulfat wird bei vorsichtigem Erhitzen durch Aldehyde zu rotem Kupfer-I-oxid (Cu₂O) reduziert (ziegelroter Niederschlag). (Ketone reagieren nicht)</p> <p>Silberspiegelprobe Hier werden Silber-(I)-Ionen einer ammoniakalischen Silbernitratlösung (Tollens Reagens) bei vorsichtigem Erhitzen durch Aldehyde zu metallischem Silber (Silberspiegel) reduziert. (Ketone reagieren nicht)</p>				

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	48	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	48
Kohlenhydrate: Einfachzucker					<p>Monosaccharide sind entweder Polyhydroxyaldehyde oder Polyhydroxyketone.</p> <p>Zum Beispiel:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \end{array}$  <p>Glucose (Traubenzucker)</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \end{array}$  <p>Fructose (Fruchtzucker)</p> </div> </div>				

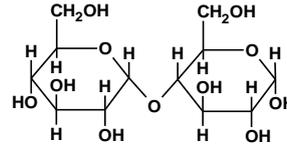
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	49	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	49
---------------------------------	--	---------	-----------------	-----------	--	---	---------	-----------------	-----------

Kohlenhydrate: Doppelzucker

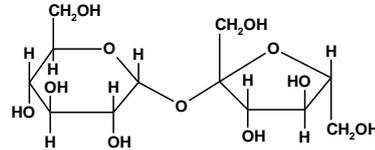
Disaccharide

Monosaccharide werden durch glycosidische Bindungen zu Disacchariden verknüpft.

z.B. Maltose:



z.B. Saccharose:



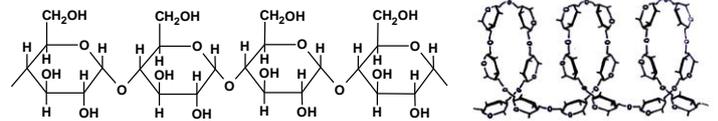
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	50	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	50
---------------------------------	--	---------	-----------------	-----------	--	---	---------	-----------------	-----------

Kohlenhydrate: Mehrfachzucker

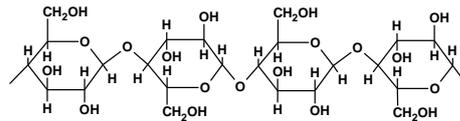
Polysaccharide

Monosaccharide werden durch glycosidische Bindungen zu Polysacchariden verknüpft.

z.B. Stärke:



z.B. Cellulose:

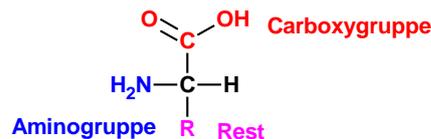


Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	51	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	51
---------------------------------	--	---------	-----------------	-----------	--	---	---------	-----------------	-----------

Proteine: Aminosäuren

Aminosäuren (2-Aminocarbonsäuren; α -Aminocarbonsäuren)

allg. Schema:



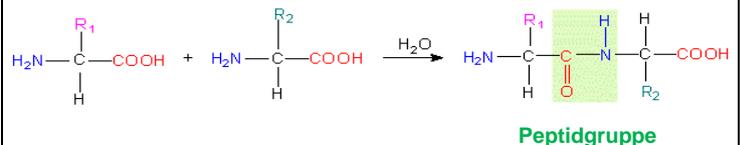
20 Aminosäuren mit jeweils unterschiedlichem Rest sind die Bausteine der Proteine.

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	52	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	52
---------------------------------	--	---------	-----------------	-----------	--	---	---------	-----------------	-----------

Proteine

Proteine:

Aminosäuren werden durch Peptidbindungen zu Ketten verknüpft.



- **Primärstruktur:** Reihenfolge der Aminosäuren (AS-Sequenz),
- **Sekundärstruktur:** Regelmäßige geordnete Strukturen innerhalb der Aminosäurekette, die durch Wasserstoffbrücken zwischen Peptidgruppen stabilisiert werden: z.B. α -Helix oder β -Faltblatt.
- **Tertiärstruktur:** Räumliche Anordnung der Helix- bzw. Faltblattstruktur durch WW zwischen den Resten
- **Quartärstruktur:** Räumliche Anordnung mehrerer Polypeptid-Ketten zu einem Gesamtprotein.

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG	53	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	53
<h1>Fette</h1>					<p>Fette sind Ester aus Glycerin und Fettsäuren.</p> $ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array} + \text{C}_{17}\text{H}_{33}-\text{COOH} \\ \text{Ölsäure} \\ + \text{C}_3\text{H}_7-\text{COOH} \\ \text{Buttersäure} \\ + \text{C}_{17}\text{H}_{35}-\text{COOH} \\ \text{Stearinsäure} $ <p style="text-align: center;"> Glycerin Fettsäuren Fett Wasser </p> $ \begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{C}_{17}\text{H}_{33} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{C}_3\text{H}_7 \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{C}_{17}\text{H}_{35} \\ \\ \text{H} \end{array} + 3 \text{H}_2\text{O} $				
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG	54	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	54
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG	55	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	55