

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>1</b>
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

**Naturwissenschaftliches Arbeiten**

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>1</b>
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>2</b>
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

**Aggregatzustände**

<b>Stoff - Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>2</b>
--	--	---------	---------------	----------

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>3</b>
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

Einteilung der Stoffe:

**Stoff**

**Reinstoff**

**Stoffgemisch**

<b>Stoff - Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>3</b>
--	--	---------	---------------	----------

**Stoff**

**Reinstoff**

Mischen →

← Trennen

**Stoffgemisch**

Bei gleichen Bedingungen (Temperatur, Druck):  
immer gleiche qualitative und quantitative Eigenschaften  
(z.B. Farbe, Geruch, Geschmack, Aggregatzustand, Schmelz- und Siedetemperatur, Dichte)  
z.B.: Gold, Wasser, Wasserstoff

Keine konstanten Eigenschaften; diese ändern sich mit der Zusammensetzung.  
z.B.: Salzwasser

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>4</b>
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

Einteilung der Stoffe:

**Reinstoff**

**Element**

**Verbindung**

<b>Stoff - Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>4</b>
--	--	---------	---------------	----------

**Reinstoff**

**Element**

besteht aus nur einer Atomart

**Atom**

Gold  
Au

**Molekül**

Wasserstoff  
H<sub>2</sub>

**Verbindung**

besteht aus verschiedenen Atomarten in einem festen, für die Verbindung charakteristischen Zahlenverhältnis

Wasser  
H<sub>2</sub>O

Sie lässt sich durch eine Analyse in Elemente zerlegen.

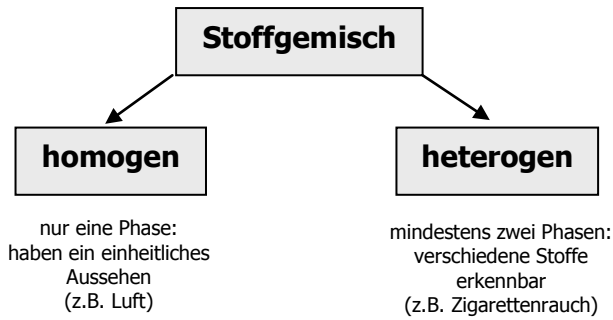
Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>5</b>
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

Einteilung der Stoffe:

**homogenes Stoffgemisch**

**heterogenes Stoffgemisch**

<b>Stoff - Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>5</b>
--	--	---------	---------------	----------



Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>6</b>
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

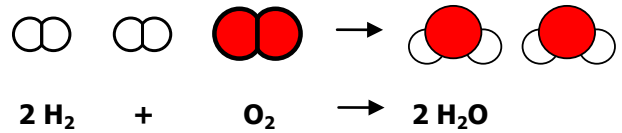
**Chemische Reaktion**

<b>Stoff - Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	<b>Energie</b>	8 NTG 9 SG	<b>6</b>
--	--	----------------	---------------	----------

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

Auf Teilchenebene sind sie gekennzeichnet durch:

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



Energie wird frei

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>7</b>
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

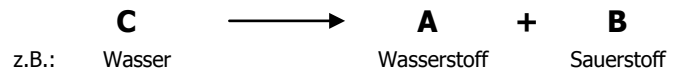
**Grundtypen  
chemischer Reaktionen**

<b>Stoff - Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	<b>Energie</b>	8 NTG 9 SG	<b>7</b>
--	--	----------------	---------------	----------

**Synthese:**



**Analyse:**



Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>8</b>
-----------------------------------	--	---------	---------------	----------

**Nachweisreaktionen**

<b>Stoff - Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>8</b>
--	--	---------	---------------	----------

**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

**Innere Energie  $E_i$**

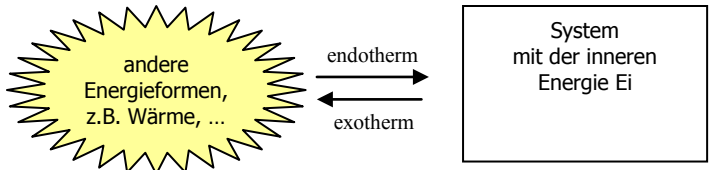
*exotherm*

*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** ( $\Delta E_i < 0$ ).

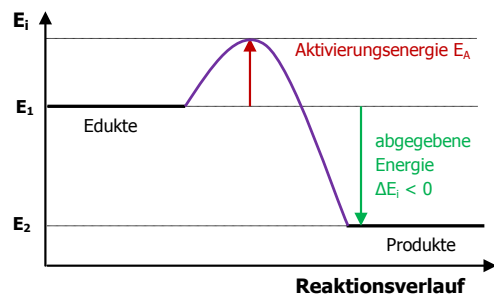
Energieaufnahme bei einer chemischen Reaktion:  
**endotherme Reaktion** ( $\Delta E_i > 0$ ).



**Energiediagramm**

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

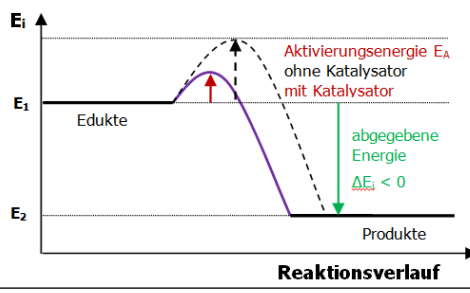
*z.B. exotherme Reaktion*



**Katalysator**

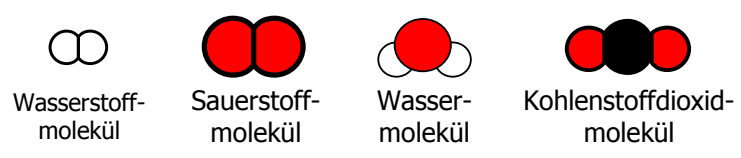
Ein Katalysator ist ein Stoff, der

- 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<sup>+</sup>      Cl<sup>-</sup>

NH<sub>4</sub><sup>+</sup>      Cl<sup>-</sup>

Ca<sup>2+</sup>      NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

**Salze:** Verbindungen aus Ionen

**Kationen:** positiv geladene Ionen

**Anionen:** negativ geladene Ionen

**Atom-Ionen**  
z.B.: Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>

**Molekül-Ionen**  
z.B.: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

# Verhältnisformel

## Molekülformel

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

NaCl

CaF<sub>2</sub>

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

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>  
(Wasserstoffperoxidmolekül)

C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>  
(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

n=3

n=2

n=1

**Energienstufenmodell** oder **Quantenmodell**

- beschreibt den Aufbau der Atomhülle
- Elektronen auf Energienstufen
- eine Energienstufe kann von maximal 2n<sup>2</sup> 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

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

**<sup>7</sup><sub>3</sub>Li** (Lithium)

3 p<sup>+</sup>, 4 n, 3 e<sup>-</sup>

Nukleonenzahl A:    A=7  
Rel. Atommasse m<sub>A</sub>: 7 u

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

**Atomhülle:** Elektronen e<sup>-</sup>

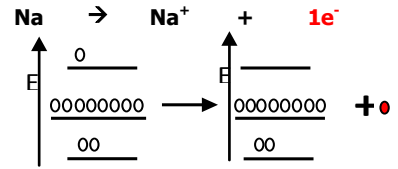
**Atomkern:**  
**Neutronen n** und **Protonen p<sup>+</sup>**

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

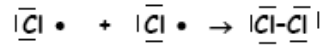
**Nukleonenzahl A** (Massenzahl)  
**A = Z + N**

## 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**

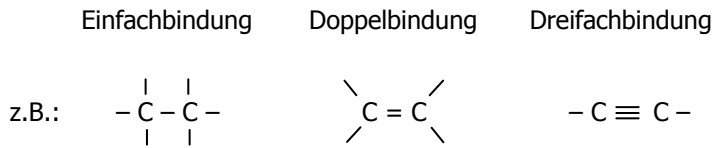
Jede chemische Bindung beruht auf der Wechselwirkung (Anziehungs- und Abstoßungskräfte) zwischen positiven und negativen Ladungen.

	<b>Ionenbindung</b>	<b>Metallbindung</b>	<b>Atombindung</b>
<b>positive Teilchen</b>	Kationen	Atomrümpfe	Atomkerne
<b>negative Teilchen</b>	Anionen	Elektronen(gas)	Bindungselektronen

## Atombindung

**Einfachbindung**      **Mehrfachbindung**

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



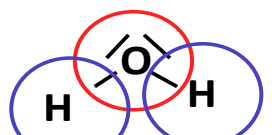
## Valenzstrichformel (Strukturformel)



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

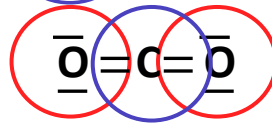
Beispiel Wassermolekül

(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.

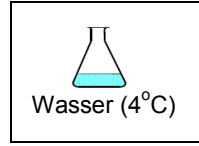
Ein u ist definiert als der 12. Teil der Masse eines Kohlenstoffatoms <sup>12</sup>C.

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

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

## 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 <sup>12</sup>C enthalten sind.

**1 mol entspricht 6,022 · 10<sup>23</sup> Teilchen**

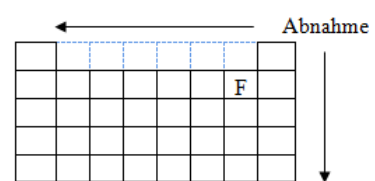
## Zusammenhang zwischen Quantitäts- und Umrechnungsgrößen

$n = \frac{m}{M}$	n Stoffmenge [mol]
$n = \frac{V}{V_m}$	m Masse [g]
$n = \frac{N}{N_A}$	m <sub>A</sub> Atomare Masse
$n = c \cdot V$	M Molare Masse [ <sup>g</sup> /mol]
$N = \frac{m}{m_A}$	V Volumen [l]
	V <sub>m</sub> Molares Volumen (Gase: 22,4 l/mol)
	N Teilchenanzahl
	N <sub>A</sub> Avogadrokonstante (6,022 · 10 <sup>23</sup> mol <sup>-1</sup> )
	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:



## Intermolekulare Wechselwirkungen

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

### 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 bei geringer Molekülgröße die stärksten WW
- kommen bei Wasserstoffverbindungen des Stickstoffs, des Sauerstoffs und des Fluors vor (NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, HF)

## Säure - saure Lösung

### neutrale Lösung

## Base – basische / alkalische Lösung

### 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:

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

## Wichtige Säuren

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

## Wichtige Basen

**Natriumhydroxid** NaOH ⇒ Lsg.: Natronlauge  
in Rohrreiniger, Laugengebäck

**Kaliumhydroxid** KOH ⇒ Lsg.: Kalilauge  
zum Abbeizen

**Calciumhydroxid** Ca(OH)<sub>2</sub> ⇒ Lsg.: Kalkwasser  
CO<sub>2</sub>-Nachweis, Kalkmörtel

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	<b>29</b>
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

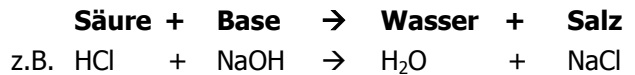
## Neutralisation

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	<b>29</b>
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

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	<b>30</b>
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

## Säure-Base-Titration

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	<b>30</b>
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

Quantitatives Verfahren zur

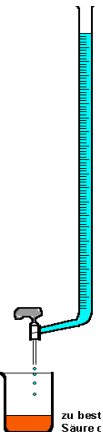
Bestimmung einer unbekanntenen Konzentration eines **gelösten Stoffes** (z.B. Säure) durch schrittweise Zugabe einer Lösung bekannter Konzentration (**Titer-Lösung**, z.B. Lauge)

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

Am ÄP gilt für die Titration von Säuren und Basen:

$$n(\text{Säure}) = n(\text{Base})$$

$$n = c \cdot V$$



Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	<b>31</b>
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

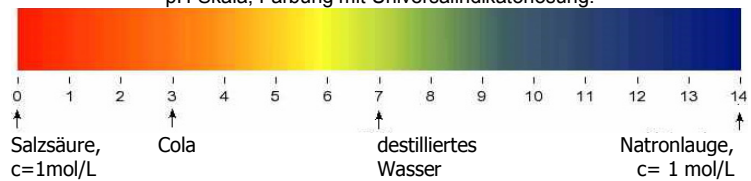
## pH-Wert

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	<b>31</b>
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

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	<b>32</b>
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

## Oxidation und Reduktion

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	<b>32</b>
-----------------------------------	--	---------	----------------	-----------

**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



## Elektrolyse

### Batterie (galvanisches Element)

### Elektrolyse:

Redox-Reaktion wird durch Zufuhr von elektrischer Energie erzwungen

### Galvanisches Element:

Redox-Reaktion setzt elektrische Energie frei

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

## Donator-Akzeptor-Reaktion

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

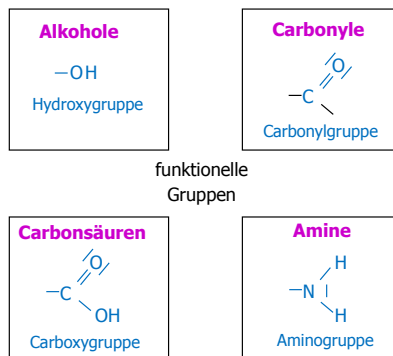
Fast alle chemischen Reaktionen können als Donator-Akzeptor-Reaktionen beschrieben werden.

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

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


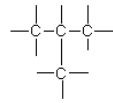


## Funktionelle Gruppen

Die funktionellen Gruppen bestimmen das Reaktionsverhalten der organischen Verbindungen.



## Isomerie

**Isomerie**  
gleiche Summenformel,  
aber verschiedene Verbindungen

<p style="text-align: center;"><b>Konstitutionsisomerie</b> unterschiedliche <u>Verknüpfung</u> der Atome</p> <p>z.B.:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  Butan         </div> <div style="text-align: center;">  2-Methylpropan         </div> </div>	<p style="text-align: center;"><b>Stereoisomerie</b> Unterschiedliche <u>Anordnung</u> der Atome <u>im Raum</u></p> <p>z.B.:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  E-/Z-Isomerie an Doppelbindungen         </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>
---	---

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>37</b>
-----------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

**Elektrophil - Nukleophil**  
(Donator-Akzeptor-Prinzip)

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	<b>Donator - Akzeptor</b> Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>37</b>
-----------------------------------	---	---------	-----------------	-----------

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	<b>38</b>
-----------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

**Organische Reaktionstypen I**

<b>Stoff - Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>38</b>
--	--	---------	-----------------	-----------

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

$$\begin{array}{c} | \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\ | \quad | \end{array} + \text{Br}_2 \longrightarrow \begin{array}{c} | \quad | \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{Br} \\ | \quad | \end{array} + \text{HBr}$$

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

$$\begin{array}{c} | \quad | \\ \text{C} = \text{C} \\ | \quad | \end{array} + \text{Br}_2 \longrightarrow \begin{array}{c} | \quad | \\ - \text{C} - \text{C} - \\ | \quad | \\ | \text{Br} | \quad | \text{Br} | \end{array}$$

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>39</b>
-----------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

**Organische Reaktionstypen II**

<b>Stoff - Teilchen</b> <b>Gleichgewicht</b>	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>39</b>
---	--	---------	-----------------	-----------

**Kondensationsreaktion:**  
zwei Moleküle verbinden sich miteinander unter Abspaltung eines kleinen Moleküls (z.B. H<sub>2</sub>O)

**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	<b>40</b>
-----------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

**Biomoleküle:**  
**Kohlenhydrate I**

<b>Stoff - Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator - Akzeptor <b>Struktur - Eigenschaften</b>	Energie	10 NTG 10 SG	<b>40</b>
--	---	---------	-----------------	-----------

**Monosaccharide**  
sind entweder Polyhydroxyaldehyde oder Polyhydroxyketone  
z.B.:

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

Traubenzucker (Glucose)

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

Fruchtzucker (Fructose)

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>41</b>
-----------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

**Biomoleküle:  
Kohlenhydrate II**

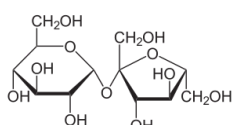
<b>Stoff - Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator - Akzeptor <b>Struktur - Eigenschaften</b>	Energie	10 NTG 10 SG	<b>41</b>
--	---	---------	-----------------	-----------

**Disaccharide und Polysaccharide**

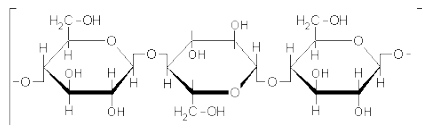
Monosaccharide werden durch glycosidische Bindungen zu Disacchariden oder Polysacchariden verknüpft.

**Disaccharide** (z.B. Maltose, Saccharose)

**Polysaccharide** (z.B. Stärke, Cellulose, Glykogen)



Saccharose



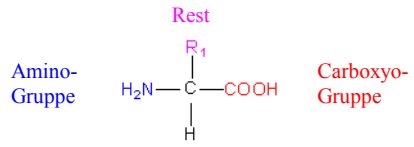
Cellulose

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>42</b>
-----------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

**Biomoleküle:  
Proteine**

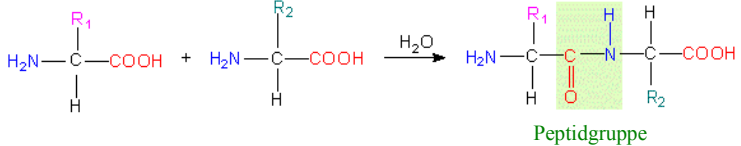
<b>Stoff - Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator - Akzeptor <b>Struktur - Eigenschaften</b>	Energie	10 NTG 10 SG	<b>42</b>
--	---	---------	-----------------	-----------

**Aminosäuren (2-Aminocarbonsäuren)**



**Proteine**

Aminosäuren durch Peptidbindungen zu Ketten verknüpft

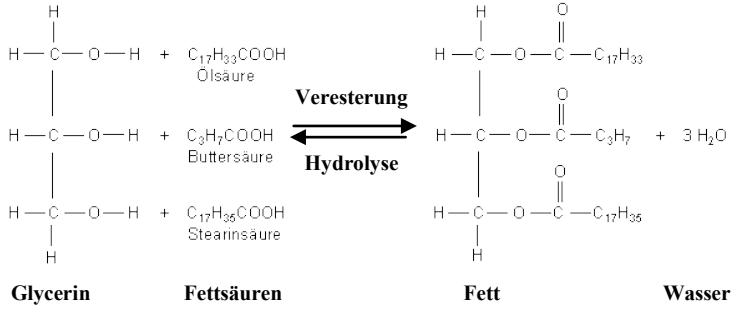


Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>43</b>
-----------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

**Biomoleküle:  
Fette**

<b>Stoff - Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator - Akzeptor <b>Struktur - Eigenschaften</b>	Energie	10 NTG 10 SG	<b>43</b>
--	---	---------	-----------------	-----------

**Fette** sind Ester aus Glycerin und Fettsäuren



**Glycerin**      **Fettsäuren**      **Fett**      **Wasser**

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>44</b>
-----------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>44</b>
-----------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>45</b>

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>45</b>

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>46</b>

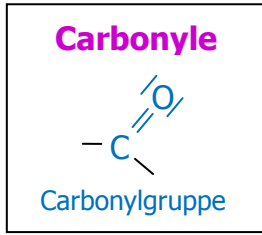
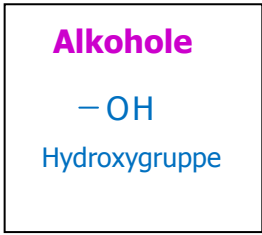
Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>46</b>

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>47</b>

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>47</b>

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>48</b>

Stoff - Teilchen Gleichgewicht	Donator - Akzeptor Struktur - Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>48</b>



funktionelle  
Gruppen

