

# Gymnasium Fridericianum Erlangen



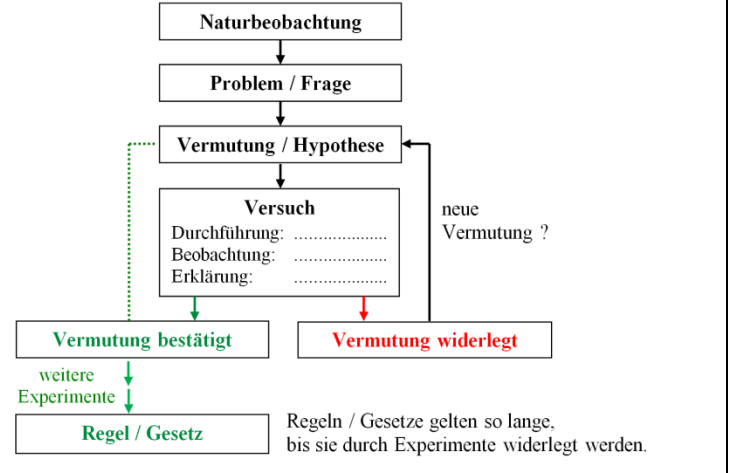
## Chemie – Grundwissen

nach

DELTAplus

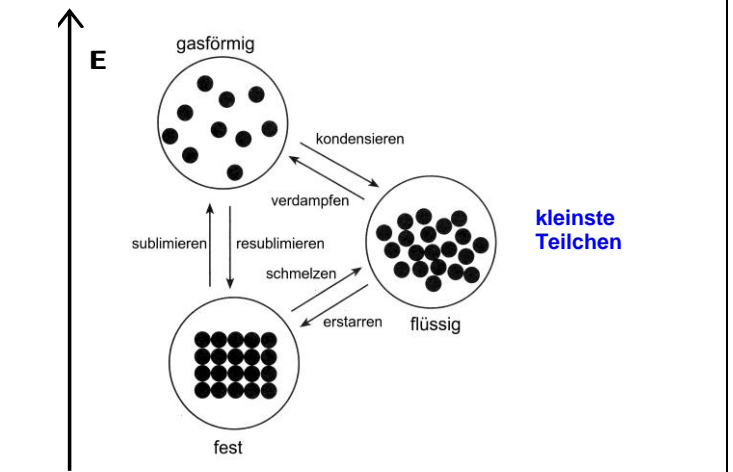
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>1</b>	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>1</b>
---------------------------------	--	---------	---------------	----------	---------------------------------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

# Naturwissenschaftliches Arbeiten (natwiss. Erkenntnisweg)



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

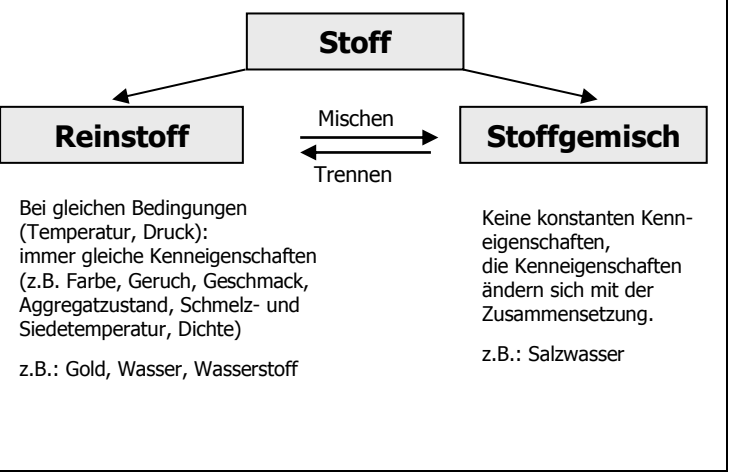
# Aggregatzustände



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

Einteilung der Stoffe

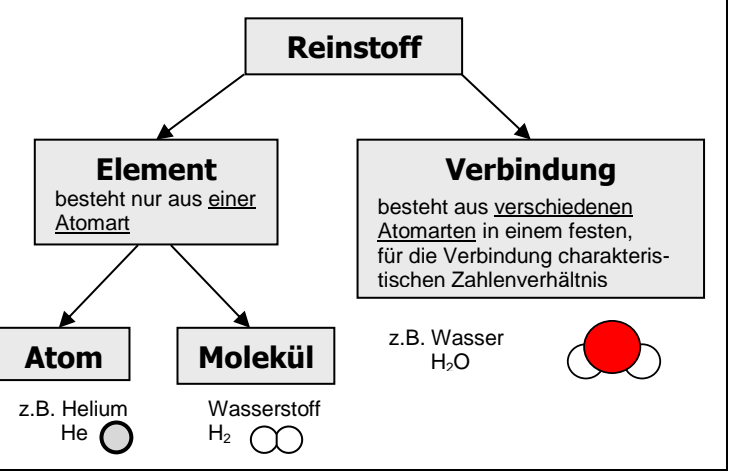
# Stoff Reinstoff Gemisch



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

Einteilung der Stoffe

# Reinstoff Element Verbindung



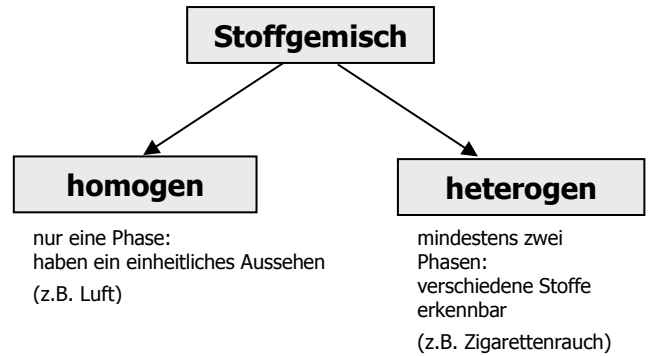
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>5</b>
---------------------------------	--	---------	---------------	----------

Einteilung der Stoffe

**Homogenes Stoffgemisch**

**Heterogenes Stoffgemisch**

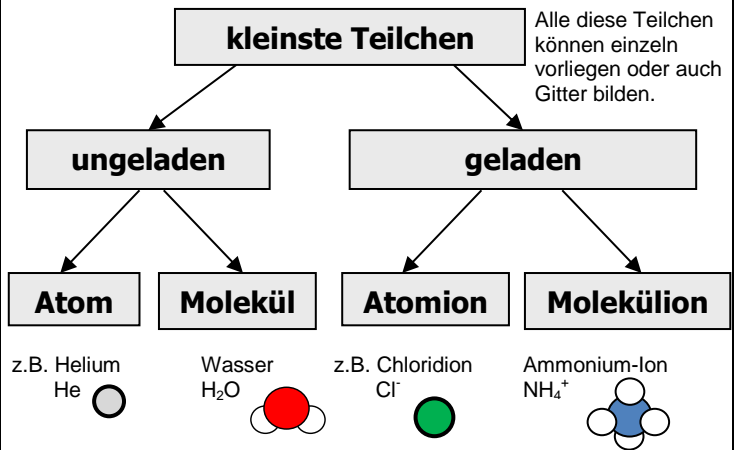
<b>Stoff-Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>5</b>
--	--	---------	---------------	----------



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

**Teilchenarten**

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



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

**Chemische Reaktion**

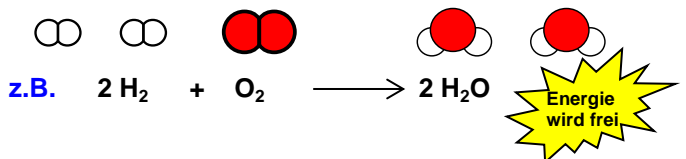
<b>Stoff-Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>7</b>
--	--	---------	---------------	----------

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

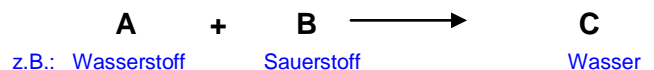


Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>8</b>
---------------------------------	--	---------	---------------	----------

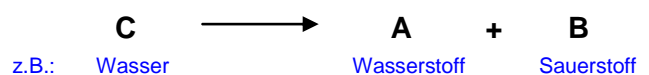
**Grundtypen  
chemischer Reaktionen**

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

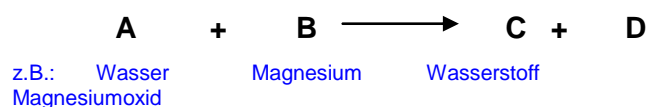
**Synthese:**



**Analyse:**



**Umsetzung:**



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

## Nachweisreaktionen

**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	<b>10</b>	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	<b>Energie</b>	8 NTG 9 SG	<b>10</b>
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------	---------------------------------	--	----------------	---------------	-----------

## Innere Energie $E_i$

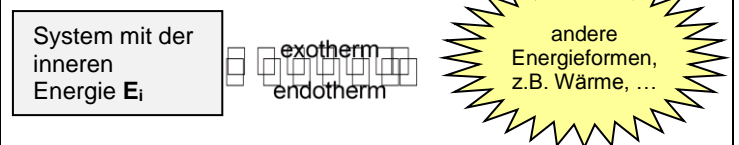
*exotherm*

*endotherm*

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

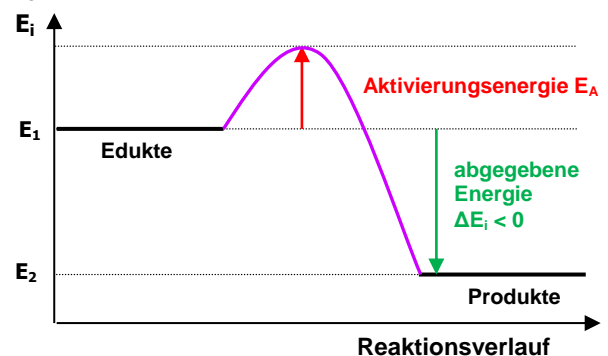
Energieaufnahme bei einer chemischen Reaktion:  
**endotherme Reaktion ( $\Delta E_i > 0$ )**.



Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>11</b>	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	<b>Energie</b>	8 NTG 9 SG	<b>11</b>
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------	---------------------------------	--	----------------	---------------	-----------

## Energiediagramm Exotherme Reaktion

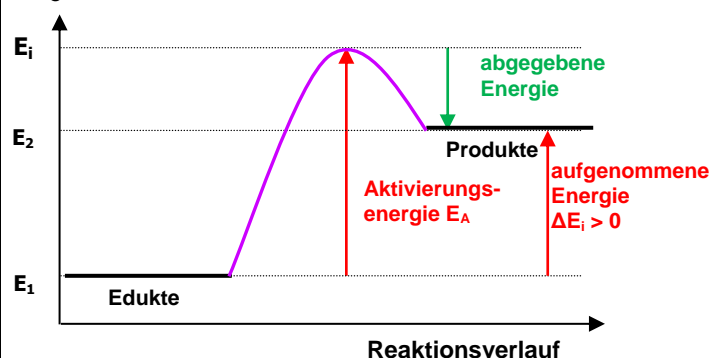
Die **Änderung der inneren Energie** eines Systems bei chemischen Reaktionen kann durch ein Energiediagramm dargestellt werden.



Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>12</b>	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	<b>Energie</b>	8 NTG 9 SG	<b>12</b>
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------	---------------------------------	--	----------------	---------------	-----------

## Energiediagramm Endotherme Reaktion

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

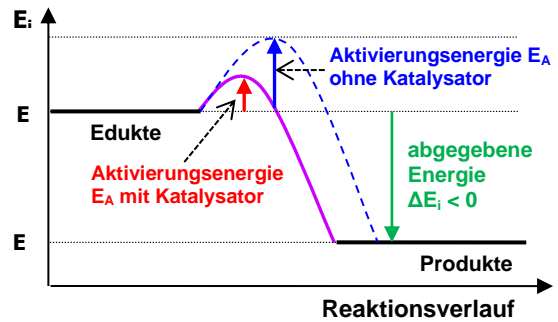


Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>13</b>
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------

## Katalysator

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	<b>Energie</b>	8 NTG 9 SG	<b>13</b>
---------------------------------	--	----------------	---------------	-----------

- 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	<b>14</b>
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------

## Molekül

<b>Stoff-Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>14</b>
--	--	---------	---------------	-----------

Teilchen, die aus mindestens zwei Nichtmetall - Atomen bestehen, werden als Moleküle bezeichnet. Moleküle von Elementen bestehen aus gleichartigen Atomen ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ ), Moleküle von Verbindungen aus verschiedenartigen Atomen ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ).

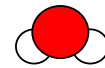
Beispiele:



Wasserstoff-  
molekül



Sauerstoff-  
molekül



Wasser-  
molekül



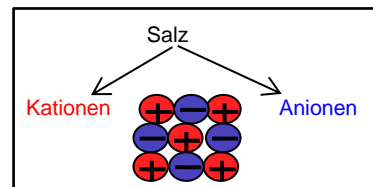
Kohlenstoff-  
dioxid-  
molekül

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>15</b>
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------

## Salze

### Kationen und Anionen Atom-Ionen und Molekül- Ionen

<b>Stoff-Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>15</b>
--	--	---------	---------------	-----------



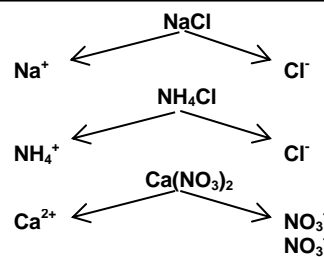
Salze:  
Verbindungen aus Ionen

**Kationen:**  
positiv geladene Ionen

**Anionen:**  
negativ geladene Ionen

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

Molekül-Ionen  
z.B.:  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$

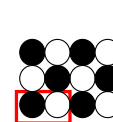


Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>16</b>
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------

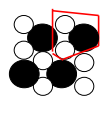
## Verhältnisformel

## Molekülformel

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

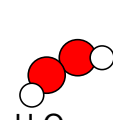


$\text{NaCl}$



$\text{CaF}_2$

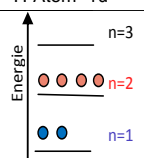
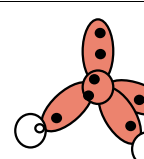
Die **Molekülformel** gibt an, aus **welchen** und aus **wie vielen Atomen** jeweils ein Molekül (Nichtmetall-Nichtmetall-Verbindung) besteht.

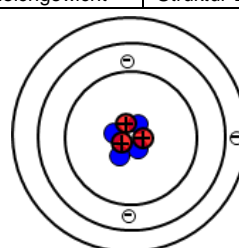


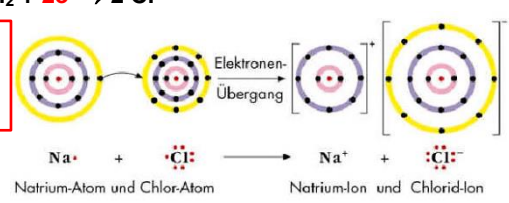
$\text{H}_2\text{O}_2$   
(Wasserstoff-  
peroxidmolekül)

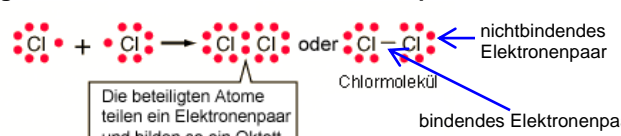
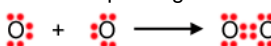
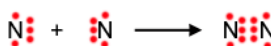


$\text{C}_4\text{H}_{10}$   
(Butanmolekül)

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>17</b>	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	<b>Energie</b>	8 NTG 9 SG	<b>17</b>
<h1>Atommodelle</h1>					<p>Masse C-Atom 12u H-Atom 1u</p> <p><b>Daltonsche Atommodell</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Atom als kompakte Kugel (z.B.: C-Atom, H-Atom)</li> </ul> <p><b>Energienstufenmodell oder Quantenmodell</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreibt den Aufbau der Atomhülle</li> <li>Elektronen auf Energienstufen</li> <li>eine Energienstufe kann von maximal <math>2n^2</math> Elektronen besetzt werden</li> </ul>  <p><b>Orbital:</b> Raum um den Atomkern, in welchem ein Elektron mit hoher Wahrscheinlichkeit anzutreffen ist.</p> <p><b>Orbitalmodell:</b> beschreibt die Atombindung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>jedes Orbital kann maximal zwei Elektronen aufnehmen.</li> <li>Atombindung kommt durch Überlappung zweier Orbitale zustande (z.B. Wasser-Molekül).</li> </ul> 				

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>18</b>	<b>Stoff-Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>18</b>
<h1>Atom</h1>					 <p><b>Atomhülle:</b> Elektronen <math>e^-</math> <b>Atomkern:</b> <b>Neutronen n</b> und <b>Protonen <math>p^+</math></b> <b>Protonenzahl Z</b> (Ordnungszahl) definiert die Atomart. <b>Neutronenzahl N</b> <b>Nukleonenzahl A</b> (Massenzahl) <b><math>A = Z + N</math></b></p> <p><math>{}^7_3\text{Li}</math> (Lithium), 3 <math>p^+</math>, 4 n, 3 <math>e^-</math> Ordnungs-, Elektronen-, Protonen- und Kernladungszahl: <math>Z = 3</math> Neutronenzahl: <math>N = 4</math> Nukleonenzahl <math>A</math>: <math>A = 7</math> Rel. Atommasse <math>m_A</math>: 7 u</p> <p><b>Isotope unterscheiden sich in der Anzahl der Neutronen und haben daher eine unterschiedliche Masse.</b> <b>z.B.:</b> <math>{}^{12}_6\text{C}</math> und <math>{}^{14}_6\text{C}</math></p>				

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>19</b>	<b>Stoff-Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>19</b>
<h1>Edelgasregel (Oktettregel)</h1>					<p><b>Edelgas-Atome</b> haben acht Valenzelektronen. (Ausnahme: Edelgasatom Helium: 2 Valenzelektronen)</p> <p><b>Teilchen mit acht Valenzelektronen sind besonders stabil</b> und somit reaktionsträge. (Ausnahme: 1. Periode: 2 Valenzelektronen)</p> <p><b>Atome, die keine Edelgaskonfiguration besitzen, sind äußerst reaktiv und bilden Ionen um ein Elektronenoktett zu erreichen:</b> <math>\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + 1e^-</math> <math>\text{Cl}_2 + 2e^- \rightarrow 2\text{Cl}^-</math></p> <p><b>Ionen entstehen durch Aufnahme oder Abgabe von Elektronen.</b></p>  <p>Natrium-Atom und Chlor-Atom → Natrium-Ion und Chlorid-Ion</p>				

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie e	8 NTG 9 SG	<b>20</b>	<b>Stoff-Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>20</b>
<h1>Edelgasregel (Oktettregel)</h1>					<p><b>Bildung von Molekülen</b></p> <p>Wenn Nichtmetallatome miteinander reagieren findet keine Ionenbildung statt, sondern es entsteht eine <b>Atombindung durch gemeinsames Nutzen eines Elektronenpaares</b>.</p>  <p>Die beteiligten Atome teilen ein Elektronenpaar und bilden so ein Oktett</p> <p>← nichtbindendes Elektronenpaar ← bindendes Elektronenpaar</p> <p>Bei einer Doppelbindung (Dreifachbindung) werden zwei (drei) Elektronenpaare gemeinsam genutzt.</p>   <p>Jedes Atom der Bindung erreicht mit Hilfe der zusätzlichen Elektronen des Bindungspartners den stabilen Edelgaszustand (Oktett).</p>				

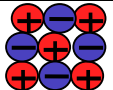
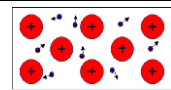
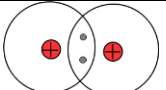
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>21</b>
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------

## Chemische Bindung

- Ionenbindung
- Metallbindung
- Atombindung

<b>Stoff-Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator-Akzeptor <b>Struktur-Eigenschaften</b>	<b>Energie</b>	8 NTG 9 SG	<b>21</b>
--	---	----------------	---------------	-----------

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	<b>22</b>
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------

## Valenzstrichformel (Strukturformel)

-> So geht's

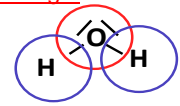
<b>Stoff-Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator-Akzeptor <b>Struktur-Eigenschaften</b>	<b>Energie</b>	8 NTG 9 SG	<b>22</b>
--	---	----------------	---------------	-----------

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

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

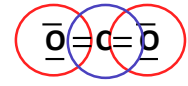
Beispiel Wassermolekül  
gewinkelt

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

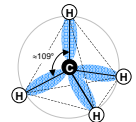


Beispiel Kohlenstoffdioxidmolekül  
linear

(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	<b>23</b>
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------

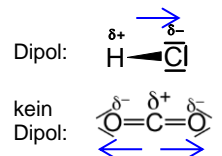
## Elektronegativität EN polare Atombindung Dipol

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor <b>Struktur-Eigenschaften</b>	<b>Energie</b>	9 NTG 10 SG	<b>23</b>
---------------------------------	---	----------------	----------------	-----------

### 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  $\Delta EN$  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	<b>24</b>
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------

## Zwischenmolekulare Wechselwirkungen

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

<b>Stoff-Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator-Akzeptor <b>Struktur-Eigenschaften</b>	<b>Energie</b>	9 NTG 10 SG	<b>24</b>
--	---	----------------	----------------	-----------

### 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	<b>25</b>	<b>Stoff-Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	8 NTG 9 SG	<b>25</b>
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------	--	--	---------	---------------	-----------

## 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.

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

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

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 9 SG	<b>26</b>	<b>Stoff-Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator-Akzeptor <b>Struktur-Eigenschaften</b>	Energie	9 NTG 9 SG	<b>26</b>
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------	--	---	---------	---------------	-----------

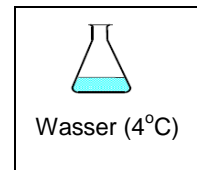
## Stoffmenge n Die Einheit 1 mol

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

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

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 9 SG	<b>27</b>	<b>Stoff-Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 9 SG	<b>27</b>
---------------------------------	--	---------	---------------	-----------	--	--	---------	---------------	-----------

## 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<sub>A</sub> Atommasse [u]

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

V Volumen [l]

V<sub>m</sub> Molares Volumen (Gase: 22,4  $\frac{\text{l}}{\text{mol}}$ )

N Teilchenanzahl

N<sub>A</sub> Avogadrokonstante (6,022 · 10<sup>23</sup>  $\frac{1}{\text{mol}}$ )

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

**-> So geht's**

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	<b>28</b>	<b>Stoff-Teilchen</b> Gleichgewicht	<b>Donator-Akzeptor</b> <b>Struktur-Eigenschaften</b>	Energie	9 NTG 10 SG	<b>28</b>
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------	--	--	---------	----------------	-----------

## 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<sub>3</sub>)

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



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

## Wichtige Säuren

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

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

## Wichtige Basen

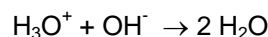
<b>Natriumhydroxid</b> NaOH	⇒ Lsg.: Natronlauge <i>in Rohrreiniger, Laugengebäck</i>
<b>Kaliumhydroxid</b> KOH	⇒ Lsg.: Kalilauge <i>zum Abbeizen</i>
<b>Calciumhydroxid</b> Ca(OH) <sub>2</sub>	⇒ Lsg.: Kalkwasser <i>CO<sub>2</sub>-Nachweis, Kalkmörtel</i>
<b>Ammoniak</b> (NH <sub>3</sub> )	⇒ Lsg.: Ammoniakwasser <i>Pferdemist, Haarfarbe, Riechsalz</i>

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

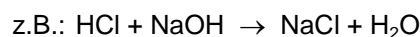
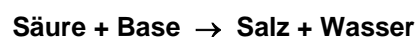
## Neutralisation Protolyse

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:



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



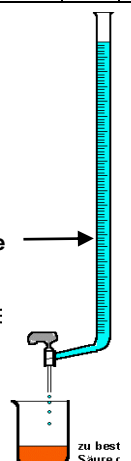
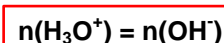
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	<b>32</b>	<b>Stoff-Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator-Akzeptor <b>Struktur-Eigenschaften</b>	Energie	9 NTG 10 SG	<b>32</b>
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------	--	---	---------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

## 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).

Bürette

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



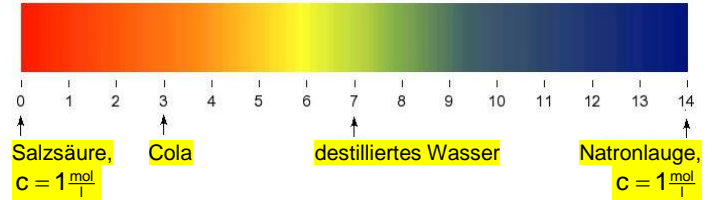
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	<b>33</b>
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------

## pH - Wert

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	<b>33</b>
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------

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	<b>34</b>
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------

## Oxidation und Reduktion

**-> So geht's**

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	<b>Donator-Akzeptor</b> Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	<b>34</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.

**Redoxreaktion:**  
chemische Reaktion, bei der Elektronen übertragen werden.

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	<b>35</b>
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------

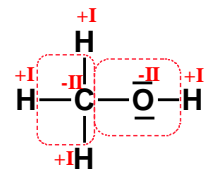
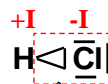
## Oxidationszahl

**-> So geht's**

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	<b>35</b>
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------

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	<b>36</b>
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------

## Elektrolyse

### Batterie (galvanisches Element)

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	<b>Energie</b>	9 NTG 10 SG	<b>36</b>
---------------------------------	--	----------------	----------------	-----------

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

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

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

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	<b>37</b>
---------------------------------	--	---------	----------------	-----------

## Donator-Akzeptor-Prinzip

- Protolyse-Reaktion
- Redox-Reaktion

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	<b>Donator-Akzeptor</b> Struktur-Eigenschaften	Energie	9 NTG 10 SG	<b>37</b>
---------------------------------	---	---------	----------------	-----------

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

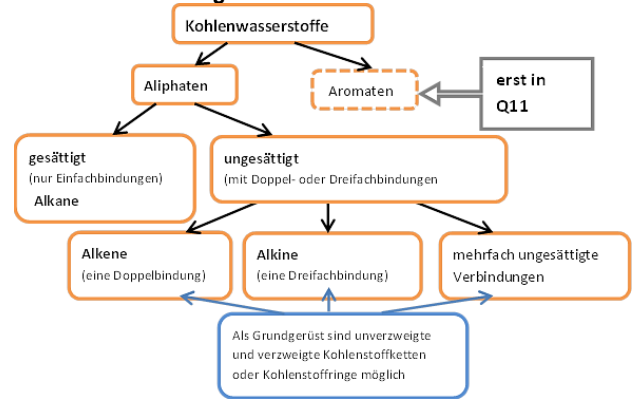
- **Protolyse-Reaktion:** Protonenübergang
- **Redox-Reaktion:** Elektronenübergang

	<b>Donator</b>	<b>Akzeptor</b>
<b>Protolyse-Reaktion</b>	<b>Säure</b>	<b>Base</b>
<b>Redox - Reaktion</b>	<b>Reduktionsmittel</b>	<b>Oxidationsmittel</b>

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

## Kohlenwasserstoffe

**Kohlenwasserstoffe sind nur aus Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen aufgebaut.**



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

## Homologe Reihe

**Homologe Reihe:**

Reihe von chemisch verwandten Verbindungen, bei denen jedes Molekül eine CH<sub>2</sub> - Gruppe (Methylengruppe) mehr aufweist als das vorhergehende Molekül.

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

Allgemeine Summenformeln:

Homologe Reihe der Alkane: C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>

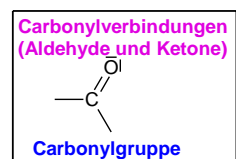
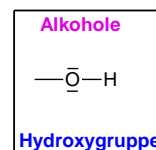
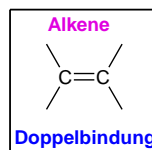
Homologe Reihe der Alkene: C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>

Homologe Reihe der Alkine: C<sub>n</sub>H<sub>2n-2</sub>

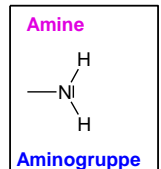
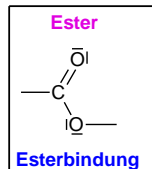
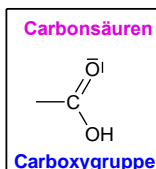
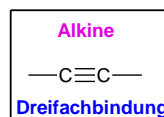
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>40</b>
---------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

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

## Isomerie

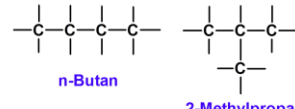
-> So geht's

**Isomerie**  
gleiche Summenformel,  
aber verschiedene Verbindungen

### Konstitutionsisomerie

unterschiedliche Verknüpfung  
der Atome

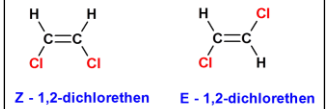
z.B.:



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

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

## 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:

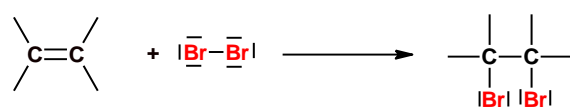
- Startreaktion (Bildung eines Radikals, z.B. durch Lichtenergie)
- Ketten(fortpflanzungs)reaktion
- Abbruchreaktionen (Kombination zweier Radikale)

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

## organische Reaktionstypen: Addition

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

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



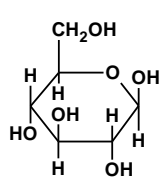
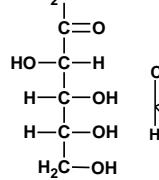
Mechanismus nur NTG:

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

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>45</b>	<b>Stoff-Teilchen Gleichgewicht</b>	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>45</b>
<b>Organische Reaktionstypen: Kondensation und Hydrolyse</b>					<p><b>Kondensationsreaktion:</b> zwei Moleküle verbinden sich miteinander unter Abspaltung eines kleinen Moleküls (z.B. H<sub>2</sub>O).</p> <p><b>Hydrolyse:</b> Spaltung einer Verbindung durch Reaktion mit Wasser.</p> <p><b>zum Beispiel:</b> <math>\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}</math></p> <p style="text-align: center;">Carbonsäure + Alkohol <span style="margin-left: 200px;"></span> Ester + Wasser</p> <p style="text-align: center;"><b>Veresterung</b> <span style="margin-left: 100px;"></span> <b>Esterspaltung</b></p>				

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>46</b>	<b>Stoff-Teilchen Gleichgewicht</b>	Donator-Akzeptor <b>Struktur-Eigenschaften</b>	Energie	10 NTG 10 SG	<b>46</b>
<b>Redoxverhalten der organischen Sauerstoffverbindungen</b>					<p> <math>\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}</math>            primärer Alkohol <span style="margin-left: 100px;"></span> Aldehyd <span style="margin-left: 100px;"></span> Carbonsäure         </p> <p> <math>\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</math>            sekundärer Alkohol <span style="margin-left: 100px;"></span> Keton         </p> <p> <math>\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}</math>            tertiärer Alkohol         </p> <p style="text-align: right; color: red;">Nur Methansäure ist noch zu Kohlenstoffdioxid oxidierbar.</p>				

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>47</b>	<b>Stoff-Teilchen Gleichgewicht</b>	Donator-Akzeptor <b>Struktur-Eigenschaften</b>	Energie	10 NTG 10 SG	<b>47</b>
<b>Nachweisreaktionen für Aldehyde</b>					<p><b>Fehlingsche Probe:</b> Eine alkalische wässrige Lösung von Kupfer-(II)-sulfat wird bei vorsichtigem Erhitzen durch Aldehyde zu rotem Kupfer-I-oxid (Cu<sub>2</sub>O) reduziert (ziegelroter Niederschlag). (Ketone reagieren nicht)</p> <p><b>Silberspiegelprobe</b> 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	<b>48</b>	<b>Stoff-Teilchen Gleichgewicht</b>	Donator-Akzeptor <b>Struktur-Eigenschaften</b>	Energie	10 NTG 10 SG	<b>48</b>
<b>Kohlenhydrate: Einfachzucker</b>					<p>Monosaccharide sind entweder <b>Polyhydroxyaldehyde</b> oder <b>Polyhydroxyketone</b>.</p> <p><b>Zum Beispiel:</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <math>\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}</math>  <p><b>Glucose (Traubenzucker)</b></p> </div> <div style="text-align: center;"> <math>\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}</math>  <p><b>Fructose (Fruchtzucker)</b></p> </div> </div>				

Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>49</b>
---------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

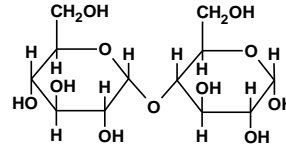
## Kohlenhydrate: Doppelzucker

<b>Stoff-Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator-Akzeptor <b>Struktur-Eigenschaften</b>	Energie	10 NTG 10 SG	<b>49</b>
--	---	---------	-----------------	-----------

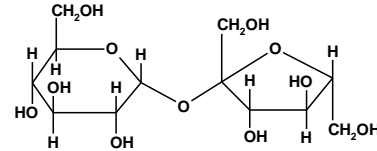
### Disaccharide

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	<b>50</b>
---------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

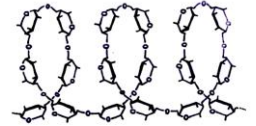
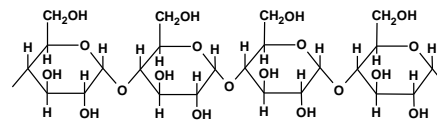
## Kohlenhydrate: Mehrfachzucker

<b>Stoff-Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator-Akzeptor <b>Struktur-Eigenschaften</b>	Energie	10 NTG 10 SG	<b>50</b>
--	---	---------	-----------------	-----------

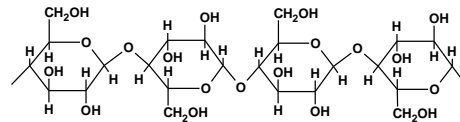
### Polysaccharide

Monosaccharide werden durch glycosidische Bindungen zu Polysacchariden verknüpft.

z.B. Stärke:



z.B. Cellulose:



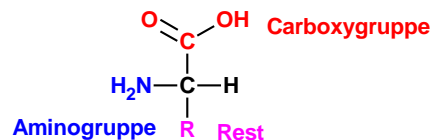
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>51</b>
---------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

## Proteine: Aminosäuren

<b>Stoff-Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator-Akzeptor <b>Struktur-Eigenschaften</b>	Energie	10 NTG 10 SG	<b>51</b>
--	---	---------	-----------------	-----------

### Aminosäuren (2-Aminocarbonsäuren; $\alpha$ -Aminocarbonsäuren)

allg. Schema:



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

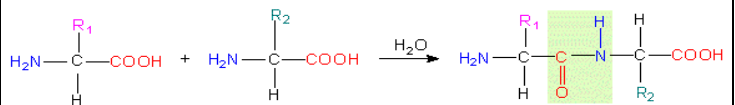
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>52</b>
---------------------------------	--	---------	-----------------	-----------

## Proteine

<b>Stoff-Teilchen</b> Gleichgewicht	Donator-Akzeptor <b>Struktur-Eigenschaften</b>	Energie	10 NTG 10 SG	<b>52</b>
--	---	---------	-----------------	-----------

### Proteine:

Aminosäuren werden durch Peptidbindungen zu Ketten verknüpft.



Peptidgruppe

- **Primärstruktur:** Reihenfolge der Aminosäuren (AS-Sequenz),
- **Sekundärstruktur:** Regelmäßige geordnete Strukturen innerhalb der Aminosäurekette, die durch Wasserstoffbrücken zwischen Peptidgruppen stabilisiert werden: z.B.  $\alpha$ -Helix oder  $\beta$ -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	<b>53</b>	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor <b>Struktur-Eigenschaften</b>	Energie	10 NTG 10 SG	<b>53</b>
<b>Fette</b>					<p><b>Fette</b> 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;"> <span style="margin-right: 20px;">Glycerin</span> <span style="margin-right: 20px;">Fettsäuren</span> <span style="margin-right: 20px;">Fett</span> <span>Wasser</span> </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	<b>54</b>	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>54</b>
Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG	<b>55</b>	Stoff-Teilchen Gleichgewicht	Donator-Akzeptor Struktur-Eigenschaften	Energie	10 NTG 10 SG	<b>55</b>