

## Stoffe

### Stoffgemische

- mehrere Stoffarten
- Eigenschaften abhängig von Zusammensetzung

**Heterogene Stoffgemische:**  
Optisch unterscheidbar (mehrphasig)

**Homogene Stoffgemische:**  
Optisch nicht unterscheidbar (einphasig)

### Reinstoffe

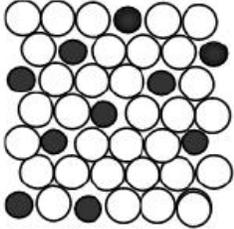
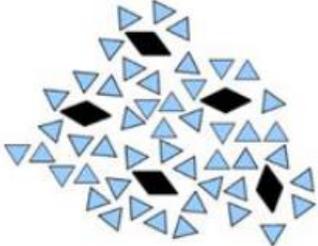
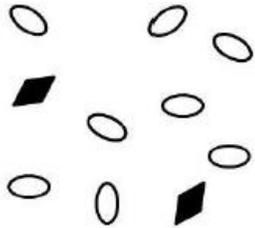
- nur eine Stoffart
- gleichbleibende **Kenneigenschaften**

Schmelz- und Siedetemperatur

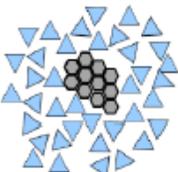
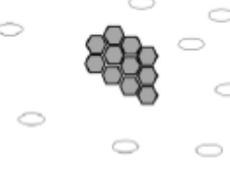
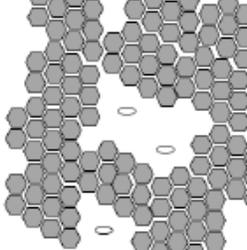
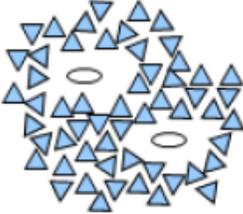
Dichte

Löslichkeit

## Homogene Stoffgemische

Hauptbestandteil	Feststoff	Flüssigkeit	Gas
Nebenbestandteil			
Feststoff	<p>Legierung <i>Messing, Stahl, Bronze, Schmuckgold</i></p> 	<p>Lösung <i>Meerwasser, Apfelsaft, Wein, Bier, Kaffee, Mineralwasser, Zuckerwasser</i></p> 	--
Flüssigkeit	--		--
Gas	--		<p>Gasgemisch <i>Luft</i></p> 

## Heterogene Stoffgemische

	Hauptbestandteil	Feststoff	Flüssigkeit	Gas
	Nebenbestandteil			
Feststoff		<b>Gemenge</b> <i>Brausepulver, Waschpulver, Granit</i> 	<b>Suspension</b> <i>Scheuermilch, Orangensaft, Wasserfarben</i> 	<b>Rauch</b> <i>staubige Luft, Sandsturm, „Rauch“</i> 
Flüssigkeit		--	<b>Emulsion</b> <i>Hautcreme, Milch</i> 	<b>Nebel</b> <i>Haarspray, Wolken</i> 
Gas		<b>poröser Stoff</b> <i>Schaumstoff, Bimsstein</i> 	<b>Schaum</b> <i>geschlagene Sahne, „Badeschaum“</i> 	--

## *Die wichtigsten Aussagen des Stoffteilchenmodells:*

... sind ständig  
in Bewegung.

Alle Stoffe bestehen  
aus Teilchen (= Atome,  
Moleküle oder Ionen).

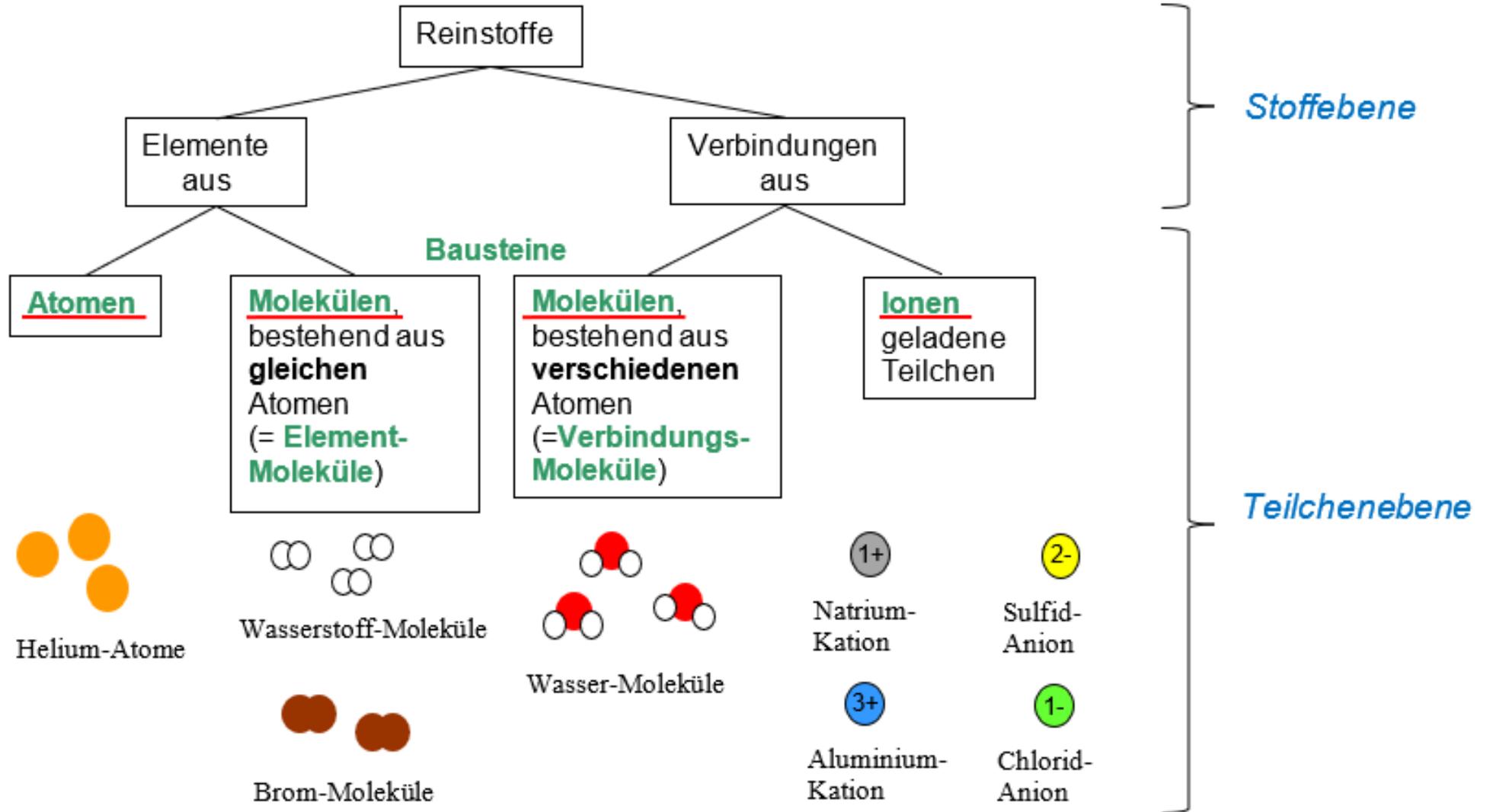
Dazwischen ist  
nichts (= leerer  
Raum).

... verschiedener Stoffe  
unterscheiden sich in  
Masse, Form und  
Größe.

# Teilchen

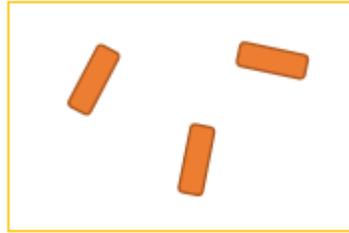
Zwischen ihnen  
herrschen  
Anziehungskräfte.

Die ständige Eigenbewegung der  
Teilchen führt zu einer selbstständigen  
Durchmischung von Stoffen  
(= **Diffusion**).





Teilchen-  
Vorstellung



gasförmig



Aggregat-  
zustände



Phasen-  
übergänge



übergänge

Sublimieren

Resublimieren

Verdampfen

Kondensieren

Energieabgabe

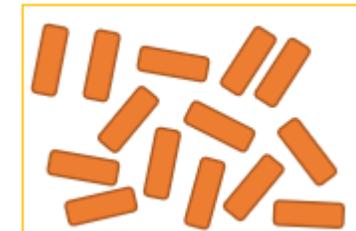
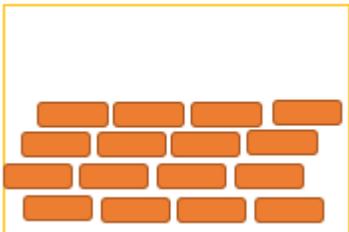
Energiezufuhr

Erstarren

fest

Schmelzen

flüssig



### Stoffumwandlung

Edukte und Produkte unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Kenneigenschaften.

Es gilt der **Massenerhaltungssatz**:  
Die Gesamtmasse der beteiligten Stoffe bleibt gleich.  
Messbar im geschlossenen System, nicht im offenen System.

### Energiebeteiligung

Edukte und Produkte unterscheiden sich hinsichtlich ihrer inneren Energie  $E_i$ .

$$E_i (\text{Produkte}) - E_i (\text{Edukte}) = \text{Reaktionsenergie}$$

**Aktivierungsenergie**: Energie, die den Edukten zugeführt werden muss, damit die chem. Reaktion eintritt.

Man unterscheidet:

- die **exotherme** Reaktion (Energie wird **frei**)
- die **endotherme** Reaktion (Energie wird **permanent benötigt**)

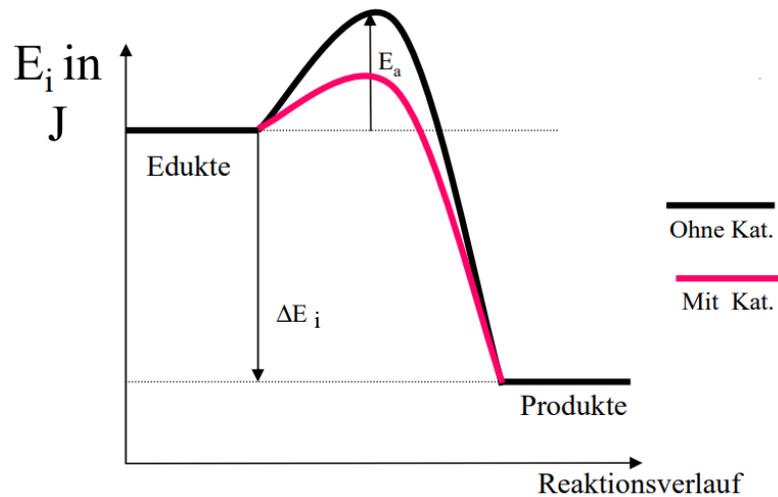
Es gilt der **Energieerhaltungssatz**:  
Energie kann nicht gewonnen oder verloren gehen, sie kann nur in andere Formen umgewandelt werden.  
Messbar im isolierten System.

**Exotherme Reaktion**

Def.: Eine Reaktion, bei der Energie an die Umgebung abgegeben wird.

$E_i(\text{Edukte}) > E_i(\text{Produkte})$

$\rightarrow \Delta E_i < 0$



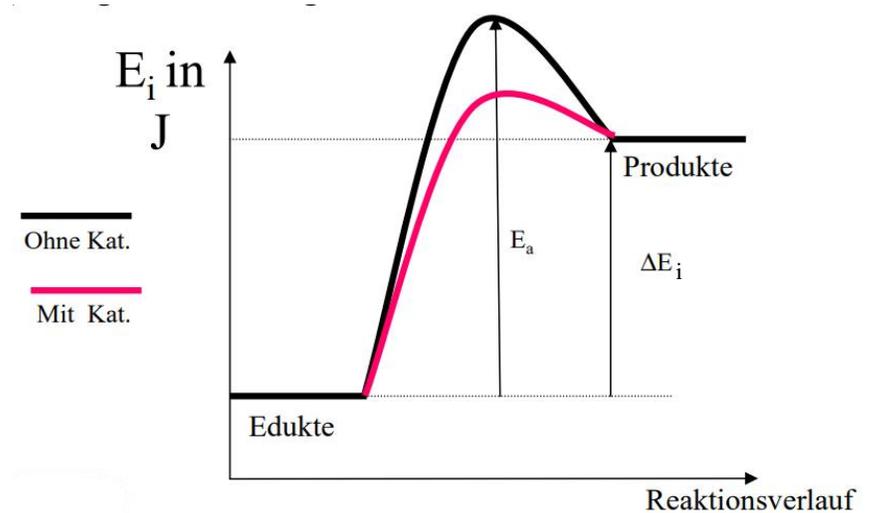
$E_i$  = Innere Energie  
 $\Delta E_i$  = Reaktionsenergie  
 $E_a$  = Aktivierungsenergie

**Endotherme Reaktion**

Def.: Eine Reaktion, bei der Energie aus der Umgebung aufgenommen und permanent benötigt wird.

$E_i(\text{Edukte}) < E_i(\text{Produkte})$

$\rightarrow \Delta E_i > 0$



**Katalysator:**

- beschleunigt den Reaktionsverlauf
- senkt die Aktivierungsenergie
- geht unverändert aus der Reaktion hervor

**Atomartensymbol 1**  
z.B. Wasserstoff-Atom

**Atomartensymbol 2**  
z.B. Sauerstoff-Atom

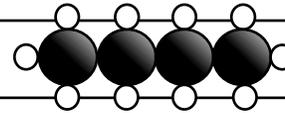


**Koeffizient**  
Gibt die Anzahl  
des  
nachfolgenden  
gesamten  
Teilchens an.  
**(veränderbar)**  
z.B. drei Wasser-  
Moleküle

**Index (Pl.: Indices)**  
Gibt die Anzahl vorangestellter Atome an.  
Darf **nicht verändert** werden, da spezifisch für  
das jeweilige Molekül!

Allgemeine Molekülformel der **Alkane**:Homologe Reihe der **Alkane**:

(Trivial-) Name	Summenformel
Methan	$\text{CH}_4$
Ethan	$\text{C}_2\text{H}_6$
Propan	$\text{C}_3\text{H}_8$
Butan	$\text{C}_4\text{H}_{10}$
Pentan	$\text{C}_5\text{H}_{12}$
Hexan	$\text{C}_6\text{H}_{14}$
Heptan	$\text{C}_7\text{H}_{16}$
Octan	$\text{C}_8\text{H}_{18}$
Nonan	$\text{C}_9\text{H}_{20}$
Decan	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$

Butan-Molekül nach den Dalton'schen  
Atommodell

Alkane zählen zu den  
Kohlenwasserstoffen

## Vorgehen beim Aufstellen von Reaktionsgleichungen

1. Edukte und Produkte herausfinden und als **chem. Formel** aufschreiben

2. Formelgleichung aufstellen und dabei Atombilanz ausgleichen -> auf beiden Seiten müssen von allen Atomsorten gleich viele Atome vorhanden sind.

**Beispiel:** Zerlegung der Verbindung Wasser in die Elemente Wasserstoff und Sauerstoff

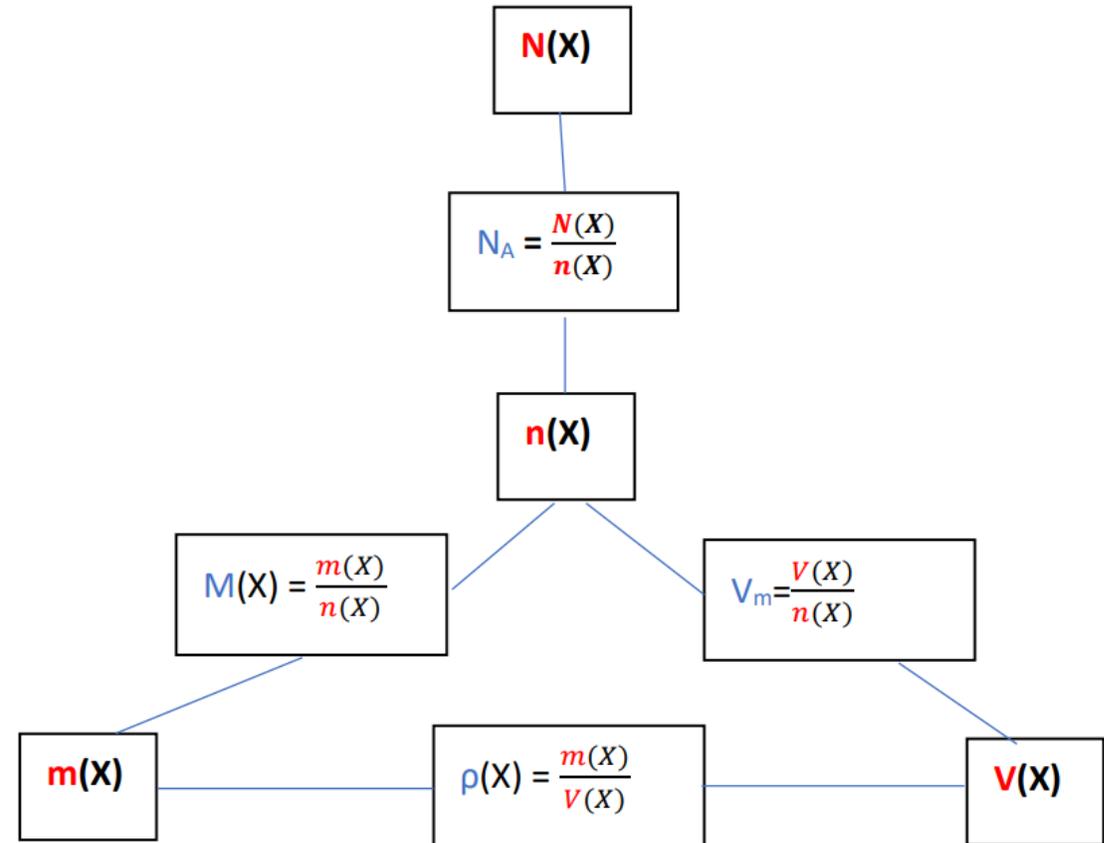


Atombilanz darf nur  
über Koeffizienten  
ausgeglichen werden

### Weitere Hinweise:

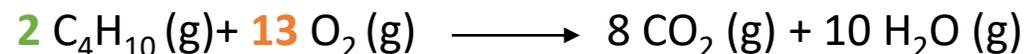
- Beginne mit der Atombilanz der Atome, die nicht elementar vorkommen
- Sollte eine Dezimalzahl (z.B. 1,5) als Koeffizient herauskommen, müssen alle Koeffizienten mit derselben Zahl multipliziert werden, um ganzzahlige Koeffizienten zu erhalten.

	Name d. Größe	Abkürzung	Einheits- symbol
<b>Quantitätsgrößen</b>	Atommasse	$m_a$	u oder g
	Teilchenanzahl	$N(X)$	-
	Stoffmenge	$n(X)$ :	mol
	Masse	$m(X)$ :	g
	Volumen	$V(X)$	L
<b>Umrechnungsgrößen</b>	Dichte	$\rho(X)$	g/L
	Molare Masse	$M(X)$	g/mol
	Molares Volumen	$V_m(X)$	L/mol
	$(V_m \text{ bei idealen Gasen und Standardbedingungen} = 24,4 \text{ L/mol})$		
	Avogadrokonstante (= $6,022 \cdot 10^{23}$ )	$N_A$	1/mol



## Vorgehen beim Rechnen mit Reaktionsgleichungen und Stoffumsätzen

Beispielaufgabe: Butangas wird an Luft verbrannt. Berechne für Standardbedingungen das notwendige Volumen an Sauerstoff, um 100 g Butangas vollständig zu verbrennen.



**1. Reaktionsgleichung aufstellen und ausgleichen:**

**2. Gegebene und gesuchte Größen aufschreiben:**

gegeben:  $m(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 100 \text{ g}$ ,  $M(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 58,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ ,  $V_m = 24,4 \frac{\text{L}}{\text{mol}}$

gesucht:  $V(\text{O}_2)$

**3. Stoffmengenverhältnis aufstellen (Stoffmenge des gesuchten Stoffes in den Zähler):**

$$\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{C}_4\text{H}_{10})} = \frac{13}{2}$$

-> nach Stoffmenge des gesuchten Stoffes auflösen:

$$n(\text{O}_2) = 13/2 * n(\text{C}_4\text{H}_{10})$$

**4. Stoffmengen berechnen:**

$$\begin{aligned} n(\text{C}_4\text{H}_{10}) &= m(\text{C}_4\text{H}_{10}) / M(\text{C}_4\text{H}_{10}) \\ &= 100 \text{ g} / 58,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 1,72 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n(\text{O}_2) &= 13/2 * n(\text{C}_4\text{H}_{10}) \\ n(\text{O}_2) &= 13/2 * 1,72 \text{ mol} \\ &= 11,2 \text{ mol} \end{aligned}$$

**5. Gesuchte Größe/n berechnen:**

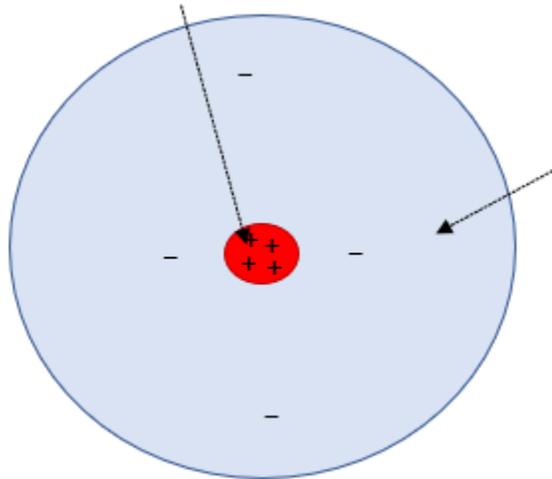
$$\begin{aligned} V(\text{O}_2) &= n(\text{O}_2) * V_m \\ &= 11,2 \text{ mol} * 24,4 \frac{\text{L}}{\text{mol}} \\ &= \underline{273 \text{ L}} \end{aligned}$$

**6. Abschlussatz:**

Um 100 g Butangas zu verbrennen, werden 273 L Sauerstoff benötigt.

**Atomkern:**

- positiv geladen
- enthält fast die gesamte Masse

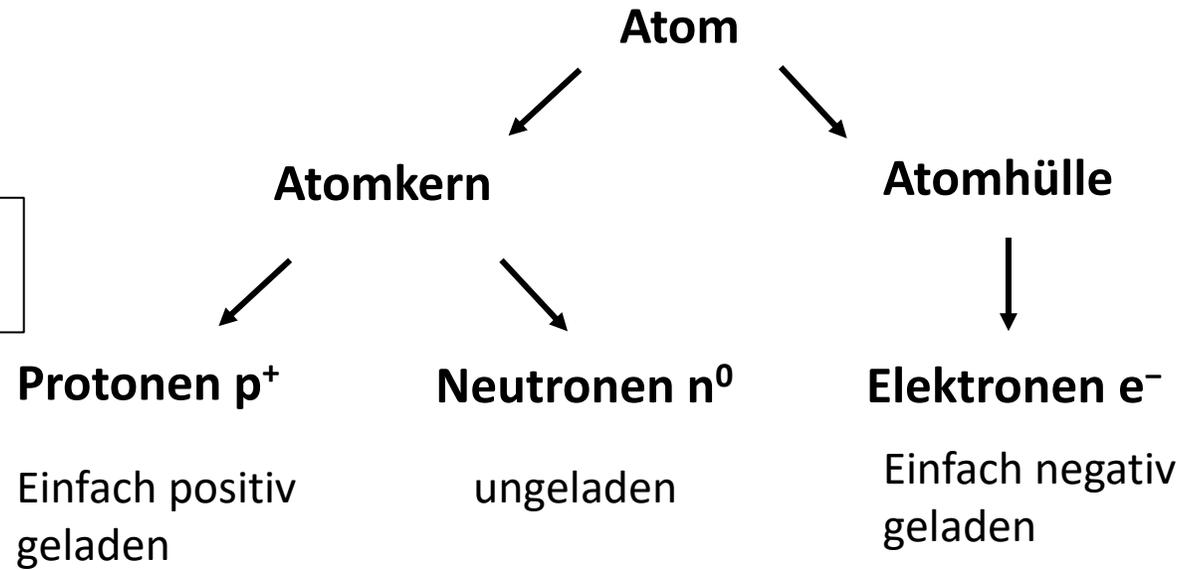


**Atomhülle:**

- negativ geladen

**Kern-Hülle-Modell**

*(Größenverhältnis nicht der Realität entsprechend)*



Für ein ungeladenes Teilchen gilt:  
Protonenzahl = Elektronenzahl

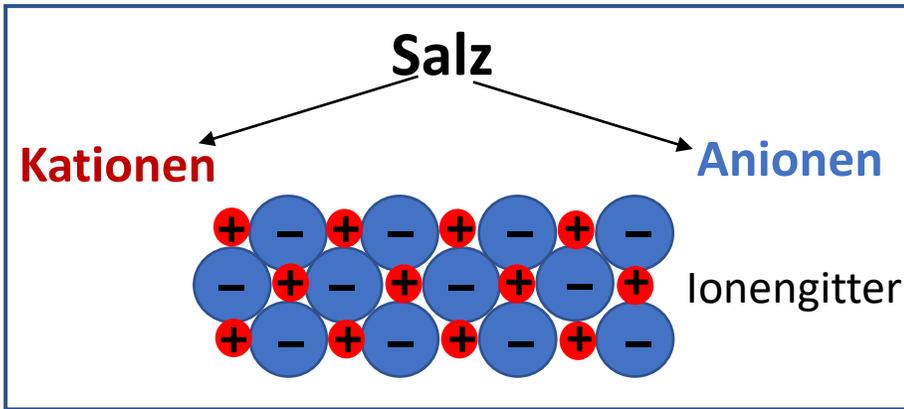
## Ordnung der Metalle, Halbmetalle und Nichtmetalle

I		II												III	IV	V	VI	VII	VIII
1	1,008											2	4,003						
1	H hydrogen											2	He helium						
2	3 6,94	4 9,012											5 10,81	6 12,01	7 14,01	8 16,00	9 19,00	10 20,18	
2	Li litium	Be beryllium											B bor	C karbon	N nitrogen	O oksygen	F fluor	Ne neon	
3	11 22,99	12 24,31											13 26,98	14 28,08	15 30,97	16 32,06	17 35,45	18 39,95	
3	Na natrium	Mg magnesium											Al aluminium	Si silisium	P fosfor	S svovel	Cl klor	Ar argon	
4	19 39,10	20 40,08	21 44,96	22 47,87	23 50,94	24 52,00	25 54,94	26 55,84	27 58,93	28 58,69	29 63,55	30 65,38	31 69,72	32 72,63	33 74,92	34 78,96	35 79,90	36 83,80	
4	K kalium	Ca kalsium	Sc scandium	Ti titan	V vanadium	Cr krom	Mn mangan	Fe jern	Co kobolt	Ni nikkel	Cu kobber	Zn sink	Ga gallium	Ge germanium	As arsen	Se selen	Br brom	Kr krypton	
5	37 85,47	38 87,62	39 88,91	40 91,22	41 92,91	42 95,96	43 (98)	44 101,1	45 102,9	46 106,4	47 107,9	48 112,4	49 114,8	50 118,7	51 121,8	52 127,6	53 126,9	54 131,3	
5	Rb rubidium	Sr strontium	Y yttrium	Zr zirkonium	Nb niob	Mo molybden	Tc technetium	Ru ruthenium	Rh rhodium	Pd palladium	Ag sølv	Cd kadmium	In indium	Sn tinn	Sb antimon	Te teller	I jod	Xe xenon	
6	55 132,9	56 137,3	57 - 71	72 178,5	73 180,9	74 183,8	75 186,2	76 190,2	77 192,2	78 195,1	79 197,0	80 200,6	81 204,4	82 207,2	83 209,0	84 (209)	85 (210)	86 (222)	
6	Cs cesium	Ba barium	lanthanoider	Hf hafnium	Ta tantal	W wolfram	Re rhenium	Os osmium	Ir iridium	Pt platina	Au gull	Hg kvikksølv	Tl thallium	Pb bly	Bi vismut	Po polonium	At astat	Rn radon	
7	87 (223)	88 (226)	89 - 103	104 (267)	105 (268)	106 (271)	107 (272)	108 (277)	109 (276)	110 (281)	111 (280)	112 (285)	113 (284)	114 (289)	115 (288)	116 (293)	117 (294)	118 (294)	
7	Fr francium	Ra radium	aktinoider	Rf rutherfordium	Db dubnium	Sg seaborgium	Bh bohrium	Hs hassium	Mt meitnerium	Ds darmstadtium	Rg røntgenium	Cn copernicium	Nh nihonium	Fl flerovium	Mc moscovium	Lv livermorium	Ts tenness	Og oganeson	

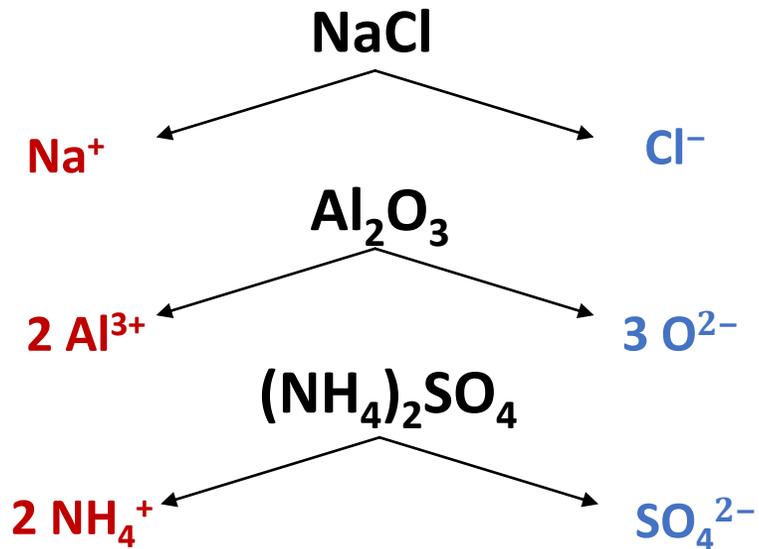
■ Metall  
■ Halbmetall  
■ Nichtmetall

Hauptgruppen I-VIII

Perioden 1-7



**Beispiele:**



**Salze = Verbindungen aus Ionen**

**Kationen:**

Positiv geladene Ionen

**Anionen:**

Negativ geladene Ionen

**Atom-Ionen:**

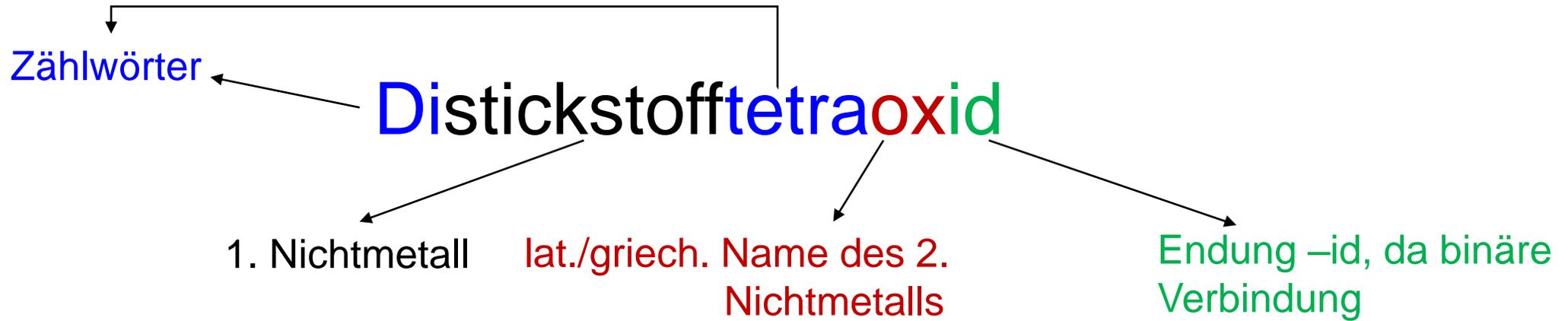
z.B.: K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Br<sup>-</sup>

**Molekül-Ionen:**

z.B.: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>

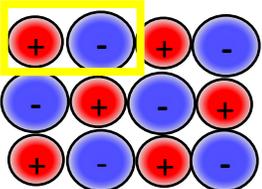
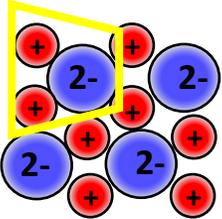
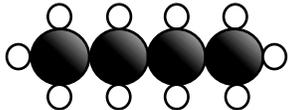
Verhältnisformel des Salzes	Ionen, aus denen das Salz besteht	Name des Salzes
$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Al}^{3+}$ $\text{O}^{2-}$	Aluminiumoxid
$\text{CuO}$	$\text{Cu}^{2+}$ $\text{O}^{2-}$	Kupfer(II)-oxid
$\text{Cu}_2\text{O}$	$\text{Cu}^+$ $\text{O}^{2-}$	Kupfer(I)-oxid

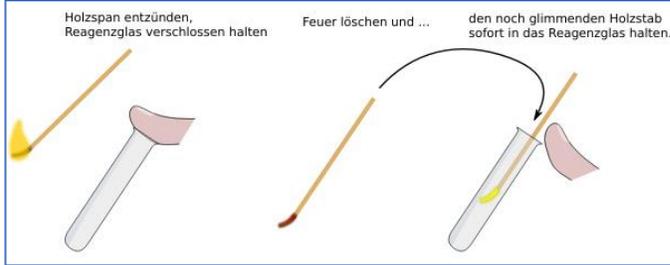
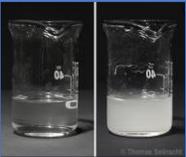
Nebengruppenmetall-Atome können verschieden geladene Ionen bilden.  
Daher muss der Name die Ladungszahl des Kations als römische Ziffer beinhalten.



1	<u>mono</u>
2	<u>di</u>
3	<u>tri</u>
4	<u>tetra</u>
5	<u>penta</u>
6	<u>hexa</u>
7	<u>hepta</u>
8	<u>octa</u>
9	<u>nona</u>
10	<u>deca</u>

Nichtmetall	Endung des Verbindungsnamens
Fluor	-fluorid
Chlor	-chlorid
Brom	-bromid
Iod	-iodid
Sauerstoff (oxygenium)	-oxid
Wasserstoff (hydrogenium)	-hydrid
Stickstoff (nitrogenium)	-nitrid
Kohlenstoff (carbonium)	-carbid
Phosphor (phosphorus)	-phosphid
Schwefel (sulfur)	-sulfid

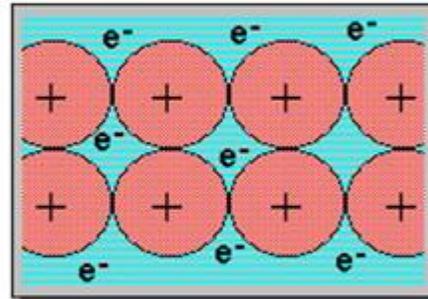
Verhältnisformel	Molekülformel
<p>Gibt das <u>Zahlenverhältnis</u> der <u>Ionen</u> in einem <u>Salz</u> an.</p> <p>z.B. NaCl (Verhältnis: <b>1:1</b>) </p> <p>Li<sub>2</sub>S (Verhältnis: <b>2:1</b>) </p>	<p>Gibt die <u>Anzahl</u> der <u>Atome</u> in einem <u>Molekül</u> an.</p> <p>z.B. H<sub>2</sub>O  [2 Wasserstoff-Atome und 1 Sauerstoff-Atom]</p> <p>C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> (Butan)  [4 Kohlenstoff-Atome und 10 Wasserstoff-Atome]</p>
<p>Metall-Kationen und Nicht-Metall-Anionen</p>	<p>Nicht-Metall-Atome</p>
<p>Salze</p>	<p>Molekulare Verbindungen</p>

Gas	Nachweis	Durchführung + Beobachtung
Sauerstoff	Glimmspanprobe	 <p>Glimmender Holzspan entflammt wieder.</p>
Wasserstoff	Knallgasprobe	 <p>Plopp-Geräusch, sobald Wasserstoff-Gas an eine Zündquelle gelangt.</p>
Kohlenstoffdioxid	Kalkwasserprobe	 <p>Kalkwasser trübt sich nach Einleiten von Kohlenstoffdioxid-Gas.</p> <p>Bildquelle: Thomas Seilnacht</p>

Nachweis-Reaktionstyp	Beobachtung	Beispiel
Flammenfärbung	Verschiedene Flammenfarben	Grüne Flamme bei $\text{Ba}^{2+}$ -Ionen
Fällungsreaktionen	Niederschlag bildet sich (d.h. Feststoff fällt aus)	Halogenid-Ionen mit Silbernitrat → Weißes Silberhalogenid ↓
Farbreaktionen	Lösung färbt sich	$\text{Fe}^{3+}$ -Ionen mit Kaliumthiocyanat → Rot-Färbung

## Metallbindung

Zusammenhalt der Teilchen über  
elektrostatische Wechselwirkungen  
zwischen positiv geladenen  
Atomrümpfen und negativ geladenen,  
frei beweglichen Elektronen



## Ionenbindung

Zusammenhalt der Teilchen  
über elektrostatische  
Wechselwirkungen  
zwischen positiv und  
negativ geladenen Ionen

