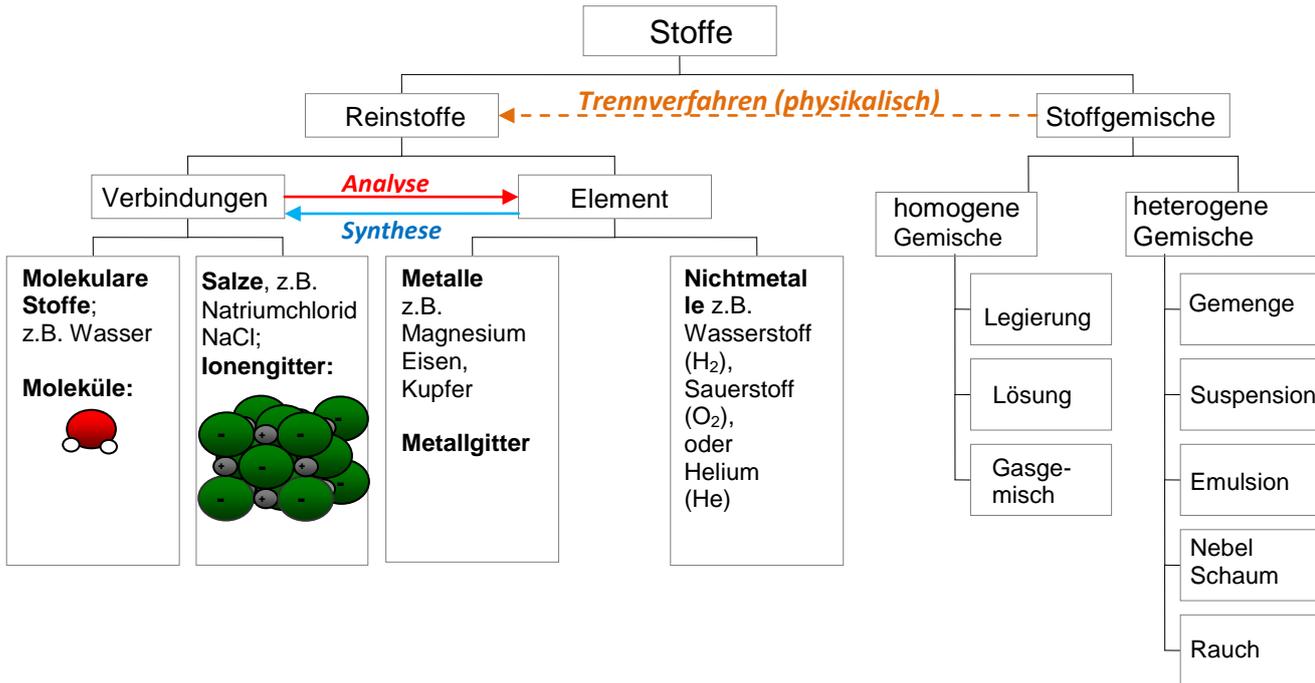


# 1. Einteilung von Stoffen



**Stoffgemische:** bestehen aus mehreren **Reinstoffen**

man unterscheidet:

**heterogene G.** Bestandteile erkennbar  
z.B. Suspension (s/l), Emulsion (l/l), Rauch(s/g)

**homogene G.** Bestandteile sind selbst mit dem Mikroskop nicht erkennbar  
z.B. Lösung

Stoffgemische können durch physikalische Verfahren/Methoden getrennt werden  
z.B. Filtrieren, Eindampfen, Destillieren;

**Reinstoffe:** nur aus einem Stoff bestehend (m. charakteristischen Eigenschaften, z.B. Dichte, Siedepunkt,...)

**Verbindungen** Reinstoffe, die durch chemische Reaktionen in Elemente zerlegbar sind;  
Kleinste Teilchen: Moleküle oder Ionen

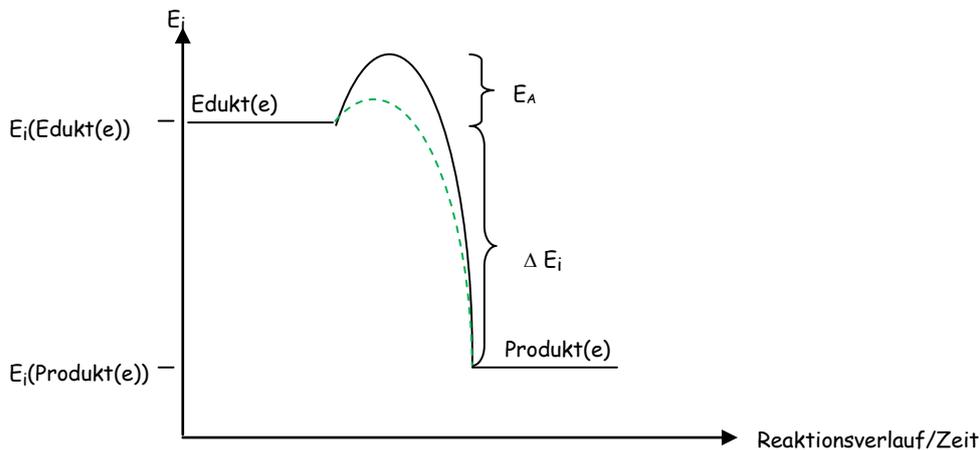
**Elemente** Reinstoffe, die durch chemische Reaktionen nicht zerlegt werden können;  
Kleinste Teilchen: Atome oder Moleküle



## 2. Kennzeichen chemischer Reaktionen

- (1) **Stoffumwandlung:** chemische Reaktion => Bildung neuer Stoffe mit neuen Eigenschaften.  
Edukte → Produkte
- (2) **Energieumsatz**      **exotherme Reaktionen:** (siehe auch Energiediagramm!)  
Energieabgabe:  $\Delta E_i < 0$
- endotherme Reaktionen**  
Energieaufnahme:  $\Delta E_i > 0$
- Aktivierungsenergie  $E_A$**   
die zum Auslösen einer chemischen Reaktion notwendige Energie;
- (3) **Massenerhaltung**      Masse Edukte = Masse Produkte

**Energiediagramm für eine exotherme Reaktion:**



### **Kurve mit Katalysator**

- senkt die Aktivierungsenergie
- Reaktion wird beschleunigt
- läuft bei niedrigerer Temperatur ab
- liegt nach der Reaktion unverändert vor



### 3. Chemische Symbol- und Formelsprache

#### Atomsymbole

Kurzschreibweise für einzelne Atome

z.B. Na Natriumatom

#### Molekülformel

Kurzschreibweise für einzelne Moleküle, d.h. für Teilchen, die aus zwei oder mehr (Nichtmetall-)Atomen bestehen;

gibt die Art (Atomsymbol) und die Anzahl der Atome (Index, bezieht sich jeweils auf das links stehende Atomsymbol) eines Moleküls an

z.B.  $H_2$  ein Wasserstoffmolekül besteht aus zwei Wasserstoffatomen

Atomsymbol Index

z.B.  $H_2O$  ein Wassermolekül besteht aus zwei Wasserstoffatomen und einem Sauerstoffatom

#### Formeln v. Ionenverbindungen

##### Verhältnisformel

gibt das Zahlenverhältnis der Ionen (=elektrisch geladene Atome oder Moleküle) in der Verbindung an

z.B. NaCl Das Zahlenverhältnis von Natrium- und Chlorid-Ionen im Natriumchlorid (NaCl) ist 1:1

##### Formeleinheit

Ist ein gedachtes Teilchen einer Ionenverbindung, dessen Zusammensetzung in der Verhältnisformel zum Ausdruck kommt.

#### Zustandsangaben bei chemischen Formeln:

$A_{(s)}$ : Stoff A ist fest (solid)     $A_{(l)}$ : Stoff A ist flüssig (liquid)     $A_{(g)}$ : Stoff A ist gasförmig

$A_{(aq)}$ : Stoff A ist in Wasser gelöst = wässrige Lösung (aqueous)

#### 3.1 Aussagen einer chemischen Formel:

Informationen aus der Formel:

a) Beteiligte Elemente

b) Verbindungstyp:

- **Metall/Nichtmetallverbindungen** (im PSE orange/gelb-Kombination) sind **Salze**, bestehen aus Ionen:
- **Nichtmetallverbindungen** (im PSE gelb/gelb-Kombination) bestehen aus **Molekülen**, die aus den Atomen der Elemente zusammen gesetzt sind.

c) Die Zusammensetzung:

##### Beispiel Element:

Fe steht für ein Eisen-Atom,  $O_2$  steht für Sauerstoffmoleküle aus zwei Atomen

##### Beispiel Nichtmetallverbindung: $H_2O$

Wassermoleküle bestehen aus **2 Wasserstoffatomen** und **1 Sauerstoffatom**

(1 wird weggelassen)

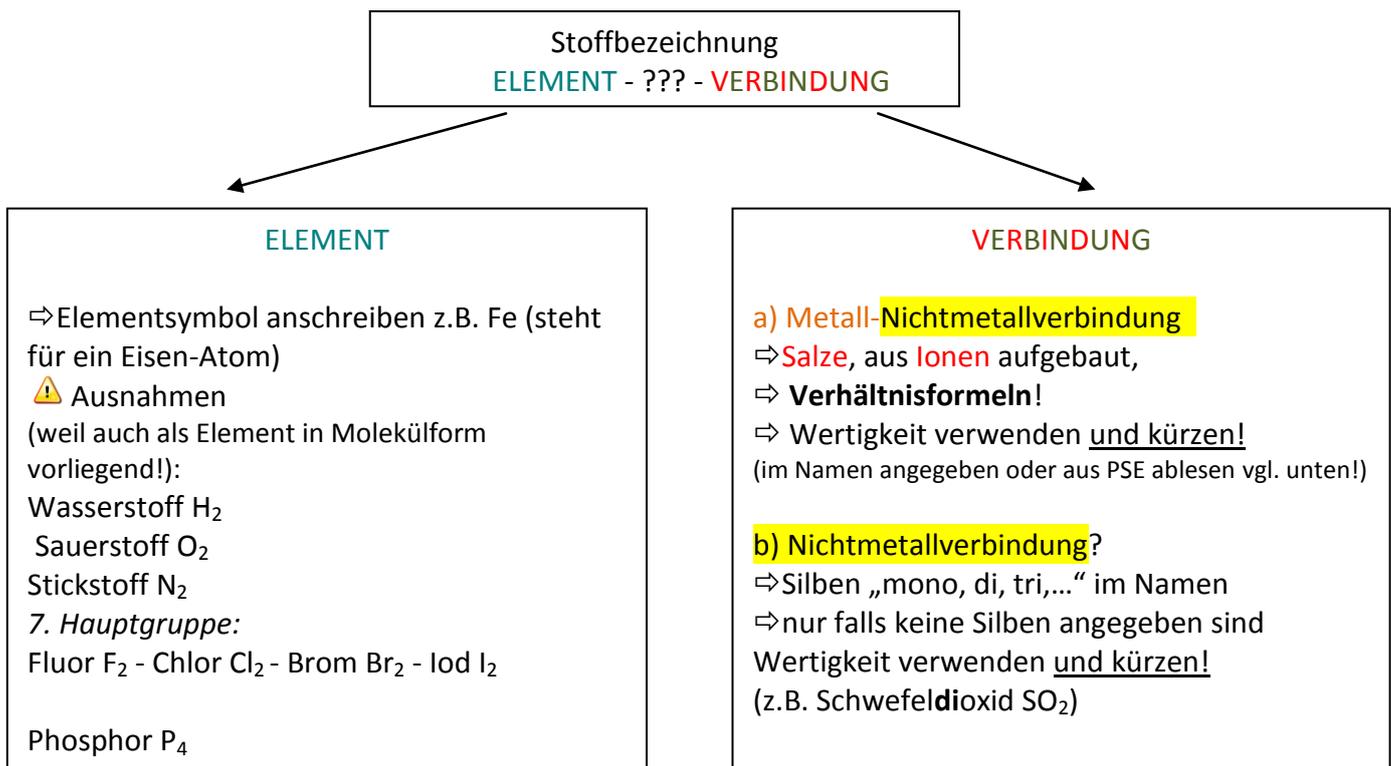
##### Beispiel Metall-Nichtmetallverbindung: NaCl

in dem Salz kommt auf 1 Natrium-Ion jeweils 1 Chlorid-Ion

⇒Verhältnisformel gibt nur das Zahlenverhältnis der enthaltenen Ionen an!



### 3.2 Erstellen von Formeln aus den Namen der Stoffe:



#### 3.2.1 Aufstellen der Formeln mit Hilfe der Wertigkeit:

##### 1) Ermitteln der Wertigkeit:

1.-4. Hauptgruppe: Wertigkeit = Hauptgruppennummer im Periodensystem

5.-8. Hauptgruppe: Wertigkeit = 8-Hauptgruppennummer im Periodensystem

(z.B. Sauerstoff O: 6. Hauptgruppe ⇒ zweiwertig!)

Nebengruppen oder vom PSE abweichende Wertigkeit: Wertigkeit steht im Namen hinter dem Elementnamen:

Eisen(III)-chlorid ⇒ Fe ist dreiwertig

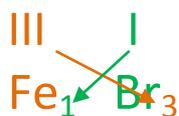
##### 2) Wertigkeit über das Elementsymbol schreiben

Beispiel: Eisen(III)-bromid

(Eisen dreiwertig, gemäß Namen)    III    I (Brom ist einwertig, da 7. Hauptgruppe)

Fe    Br

##### 3) Überkreuz-Tausch der Wertigkeiten:



(⚠️ evtl noch kürzen, z.B. Mg<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ⇒ MgO)

### 3.2.2 Aufstellen der Molekülformeln mit Mono-, Di-, Tri-...

Die griechischen Zahlsilben (Mono=1, Di=2, Tri=3, Tetra=4, Penta=5,...) werden in der Regel nur bei Nichtmetallverbindungen verwendet, dabei sind Moleküle die kleinsten Teilchen.

Die Silbe gibt die Anzahl der Atome des im Namen danach stehenden Elements an.

Am Beginn des Namens lässt man die Silbe „mono“ immer weg:

Beispiele:

Kohlenstoffmonoxid            CO

[eigentlich (mono)Kohlenstoffmonoxid diese Bezeichnung ist aber unüblich!]

Kohlenstoffdioxid            CO<sub>2</sub>

Distickstofftetraoxid        N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

Schwefeltrioxid                SO<sub>3</sub>



nicht sinnvolle Benennungen / korrekte Benennungen

z.B. Eisentrichlorid FeCl<sub>3</sub> da es sich hier um ein Salz handelt und keine Moleküle vorliegen! ⇒ Eisen(III)-chlorid

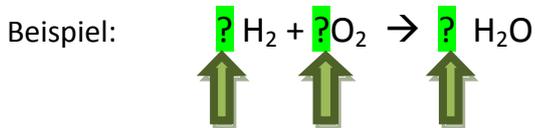
z.B. Kohlenstoff(IV)-oxid, da es sich hier um ein Molekül handelt ⇒ Kohlenstoffdioxid



### 3.3 Ausgleichen von Reaktionsgleichungen:

- 1) Edukte (Ausgangsstoffe) links vom Reaktionspfeil notieren
- 2) Produkte (Endstoffe) rechts vom Reaktionspfeil notieren

Edukte             $\rightarrow$  Produkte

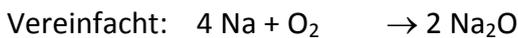


- 3) Ausgleichen der Reaktionsgleichung durch Einführen **von Koeffizienten vor den Formeln** (vgl. Pfeile) – Ziel ist, dass auf beiden Seiten gleich viele Atome/Ionen jeden Elements stehen!



 An den Formeln (Indizes!) darf beim Ausgleichen nie etwas verändert werden, da eine geänderte Formel einen anderen Stoff beschreibt!

 Wenn die Koeffizienten der Gleichung alle einen gemeinsamen Teiler besitzen, dann kann man sie nochmals vereinfachen indem man alle Koeffizienten durch diesen teilt!



 Wenn ein Element in mehreren Stoffen auf einer Seite vorkommt, reicht es oft wenn man den Koeffizienten vor einen der Stoffe einführt und den anderen Stoff unberührt lässt!

Beispiel



Günstiges Vorgehen:

1. C-Bilanz mit Alkohol und Kohlenstoffdioxid
2. Wasserstoffbilanz mit Wasser ausgleichen
3. am Schluss erst Sauerstoff ausgleichen, da dieser als einziger auch als Element in der Gleichung steht!

## 4. Atombau

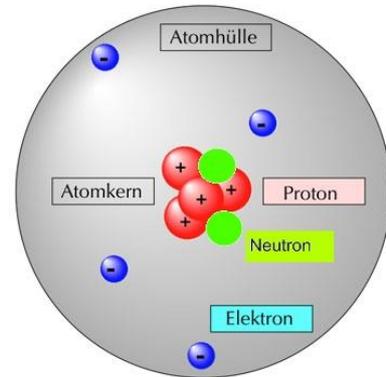
### Modell allgemein

Vorstellungs- und Erklärungshilfe für beobachtbare Phänomene.

### Das Kern-Hülle-Modell

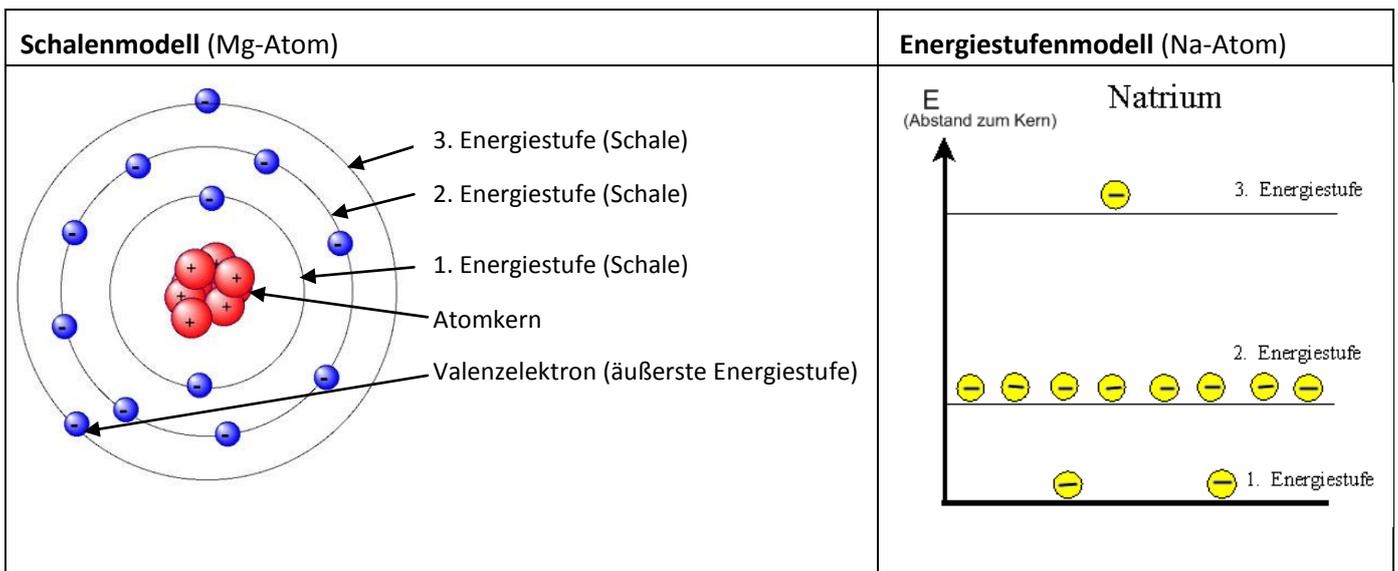
**Atomkern:** enthält positiv geladene Protonen u. Neutronen und damit fast die gesamte Masse eines Atoms.

**Atomhülle:** vergleichsweise groß, nahezu masselos, enthält die negativ geladenen Elektronen.



### Schalen-/Energistufen-Modell der Atomhülle

Die Elektronen eines Atoms lassen sich nach ihrem Energiegehalt gruppenweise ordnen – man sagt, sie besetzen unterschiedliche Energistufen. Die verschiedenen Energistufen lassen sich als Schalen darstellen.



### Elektronenkonfiguration

Die Verteilung der Elektronen auf die Energistufen/ Schalen wird als **Elektronenkonfiguration** bezeichnet

### Valenzelektronen

Die Elektronen in der jeweils höchsten Energstufe/ äußersten Schale nennt man Valenzelektronen. Sie bestimmen im Wesentlichen die charakteristischen Eigenschaften eines Elements.



## 5. Periodensystem

	Hauptgruppen- Nummer	Hauptgruppen- Nummer	Hauptgruppen- Nummer					
	1 I	2 II	3 III	4 IV	5 V	6 VI	7 VII	8 VIII
⇒ 1. Periode	H	...						He
⇒ 2. Periode	Li	...	...	...				
⇒ 3. Periode	Na							

### Periodensystem der Elemente (PSE)

Elemente sind nach steigender Protonenzahl ihrer Atome angeordnet. Elemente mit ähnlichen charakteristischen Eigenschaften stehen in den **Hauptgruppen** (Nebengruppen) untereinander. Die Elektronenkonfiguration kann aus dem PSE abgeleitet werden; Zusammenhänge zwischen PSE und Bau der Atomhülle:

Periodensystem	Bau der Atomhülle
Ordnungszahl/Protonenzahl	Anzahl der Protonen =Anzahl der Elektronen (bei Atomen)
Hauptgruppennummer	Anzahl der Valenzelektronen
Periodennummer	Anzahl der besetzten Energienstufen/Schalen

### Edelgasregel/Oktettregel

Die Atome der Elemente haben das Bestreben, die Edelgaskonfiguration, also 8 Elektronen - ein Elektronenoktett - in der höchsten Energienstufe/äußersten Schale zu erreichen.  
(Ausnahme Wasserstoff, 2 Elektronen)

### Metalle/Nichtmetalle

Metalle stehen im Periodensystem tendenziell links und unten, Nichtmetalle stehen tendenziell rechts und oben.

## 6. Einteilung der Stoffe nach Bindungsarten (vgl. auch Übersicht am Anfang)

### 6.1 Ionenverbindungen=Salze - Ionenbindung

Salze bestehen aus Ionen: - Kationen (positiv geladen)  
- Anionen (negativ geladen)

*Für beide gibt es Moleküllionen (geladene Moleküle)!*

#### Ionenbildung

Die Ionen entstehen durch Elektronenübergänge zwischen Metallatomen und Nichtmetallatomen:

**Metall** → **Metallkation** + e<sup>-</sup> (Oxidation)

**Nichtmetall** + e<sup>-</sup> → **Nichtmetallanion** (Reduktion)

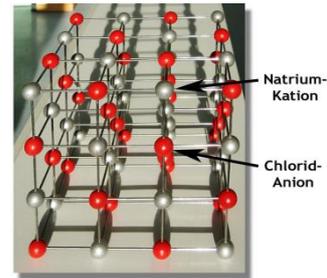
**Oxidation** = Elektronenabgabe; **Reduktion** = Elektronenaufnahme

Anzahl der abgegebenen/aufgenommenen Elektronen (siehe Oktettregel)

#### Ionengitter

Kationen und Anionen ziehen sich gegenseitig an und ordnen sich zu einem dreidimensionalen Ionengitter an.

Der Zusammenhalt der Ionen im Ionengitter wird als **Ionenbindung** bezeichnet.



Der **Aufbau der Salze erklärt** ihre **Eigenschaften**:

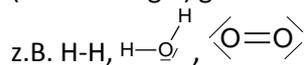
Struktur	Eigenschaft
starke Anziehung der Ionen	hohe Schmelz- und Siedetemperaturen
Ionen auf festen Gitterplätzen	Sprödigkeit, leiten im festen Zustand nicht
bewegliche Ionen in Schmelze und Lösung	elektrische Leitfähigkeit

#### Elektrolyse

= Zersetzung einer Verbindung mithilfe elektrischer Energie bei Salzen: Umkehrung der Salzbildung

### 6.2 Nichtmetallverbindungen - Atombindungen

Elektronenpaarbindung Nichtmetallatome nutzen zur Erreichung einer günstigen Elektronenkonfiguration (s. Oktettregel) gemeinsame Elektronenpaare. Es entstehen Moleküle.



→ Unterscheidung: freies Elektronenpaar, gebundenes Elektronenpaar

### 6.3 Metalle - Metallbindung

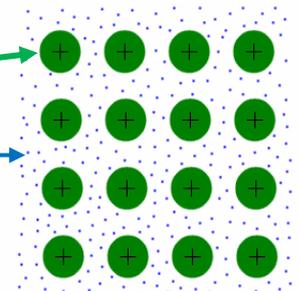
Aufbau eines Metalls (**Elektronengasmodell**):

Atomrümpfe  
Elektronengas

#### Metallbindung

Die elektrostatische Anziehung zwischen den positiv geladenen Metallatomrümpfen und dem Elektronengas bewirkt den Zusammenhalt des Metallgitters:

**Metallbindung**



Der **Aufbau der Metalle erklärt** ihre **Eigenschaften**:

Struktur	Eigenschaft
bewegliche Elektronen im Elektronengas	Elektrische Leitfähigkeit
Anziehung bleibt auch bei Verschiebung der Atomrümpfe erhalten	Plastische Verformbarkeit

## 7. Quantitative Aspekte chemischer Reaktionen

<p><b>Stoffmenge n</b> <b>Avogadro-Konstante <math>N_A</math></b></p>	<p><b>Stoffmenge n</b> Die Stoffmenge n gibt an, wie viele Teilchen in einer Stoffportion enthalten sind. Einheit der Stoffmenge n ist das <b>mol</b>. 1 <b>mol</b> eines Stoffes enthält immer <math>6,022 \cdot 10^{23}</math> Teilchen.</p> <p><b>Avogadro-Konstante <math>N_A</math></b> Die Avogadro-Konstante <math>N_A</math> gibt an, wie viele Teilchen in 1 mol Stoffportion enthalten sind. <math>N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}</math> allgemein: <math>n(X) = N(X) / N_A</math></p>
<p><b>Molare Masse M</b> <b>Molares Volumen <math>V_m</math></b></p>	<p><b>Molare Masse M</b> = Masse von 1 mol Teilchen; stoffspezifische Konstante, aus dem Periodensystem zu berechnen! z.B. <math>M(\text{CO}_2) = M(\text{C}) + 2M(\text{O}) = 12 + 2 \cdot 16 \text{ g/mol} = 40 \text{ g/mol}</math> <b><math>M = m/n</math> Einheit: [g/mol]</b></p> <p><b>Molares Volumen <math>V_m</math></b> = Volumen von 1 mol Gasteilchen <b><math>V_m = V/n</math> Einheit: [l/mol]</b> oder <math>n(X) = V(X) / V_m</math> <b><math>V_{mn} = 22,4 \text{ l/mol}</math></b> (unter Normbedingungen: <math>0^\circ\text{C}</math>, 1013 mbar)</p>
<p><b>Überblick molare Größen (mit Ausblick auf Stoffmengenkonzentration!)</b></p>	<p>The diagram illustrates the central role of the amount of substance <math>n(X)</math>. It is connected to four other quantities:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Masse <math>m(X)</math></b>: <math>n(X) = \frac{m(X)}{M(X)}</math> (where <math>M(X)</math> is molar mass)</li> <li><b>Gasvolumen <math>V(X)</math></b>: <math>n(X) = \frac{V(X)}{V_{mn}}</math> (where <math>V_{mn}</math> is molar volume)</li> <li><b>Teilchenanzahl <math>N(X)</math></b>: <math>n(X) = \frac{N(X)}{N_A}</math> (where <math>N_A</math> is Avogadro's constant)</li> <li><b>Stoffmengenkonzentration <math>c(X)</math></b>: <math>n(X) = c(X) \cdot V(X)</math></li> </ul> <p>Below the diagram, the values for <math>V_{mn}</math> and <math>N_A</math> are given: <math>V_{mn} = 22,4 \text{ l/mol}</math> (bei Normbedingungen: <math>0^\circ\text{C}</math>, 1013 hPa) and <math>N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}</math>.</p>
<p><b>Gitterenergie</b></p>	<p>Die Gitterenergie ist die Energie, die frei wird, wenn sich Teilchen einander annähern und sich zu einem Kristallgitter anordnen</p> <p>Die Gitterenergie ist z.B. bei der <b>Salzbildung</b> von Bedeutung.</p>

