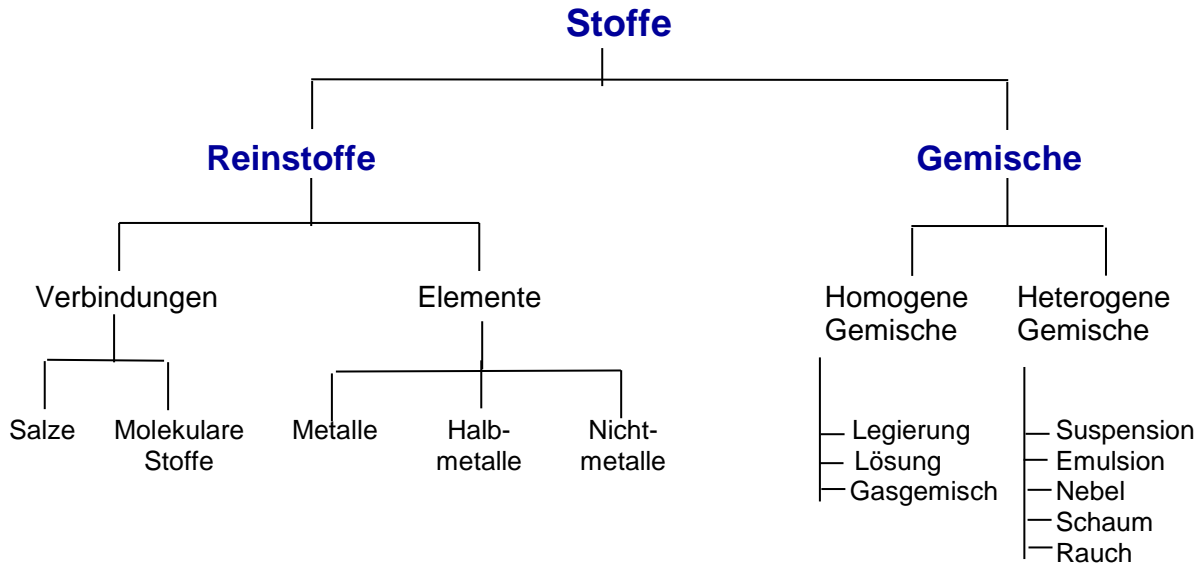


Grundwissen Chemie 9. Jahrgangsstufe SG/WSG

1. Stoffe und ihre Eigenschaften



Gemisch	Stoff aus mehreren Bestandteilen mit variablen Eigenschaften
Homogenes Gemisch	Gemisch aus einer Phase, die einzelnen Anteile des Gemisches sind nicht zu erkennen
Heterogenes Gemisch	Gemisch aus mehreren Phasen, die einzelnen Anteile des Gemisches sind zu erkennen
Reinstoff	Stoff mit spezifischen Eigenschaften (z. B. Schmelztemperatur, Siedetemperatur, Farbe, Dichte, Löslichkeit), der durch physikalische Vorgänge nicht weiter zerlegt werden kann
Verbindung:	Reinstoff, der durch chemische Vorgänge weiter in Elemente zerlegt werden kann
Stoffebene	
Teilchenebene	Atome unterschiedlicher Art bilden <ul style="list-style-type: none"> - Moleküle (bei molekularen Stoffen) - Ionen (bei Salzen)
Element:	Reinstoff, der durch chemische Vorgänge nicht weiter zerlegt werden kann
Stoffebene	
Teilchenebene	Verband aus Teilchen einer Art (s. auch Kap. 5)

2. Chemische Reaktion

a) Definition

Stoffebene	Eine chemische Reaktion ist ein Vorgang, der unter Stoffänderung und Energieänderung abläuft
Teilchenebene	Umgruppierung und Veränderung von Teilchen, Veränderung von chemischen Bindungen, keine Veränderung der Teilchenzahl.

b) Grundtypen der chemischen Reaktion:

Analyse	Zerlegung einer chemischen Verbindung
Synthese	Aufbau einer chemischen Verbindung
Umsetzung	Koppelung von Analyse und Synthese

3. Gesetze der chemischen Reaktion

a) Gesetz der Erhaltung der Masse

Bei allen chemischen Reaktionen bleibt die Gesamtmasse der Reaktionspartner konstant.

Summe der Massen der Edukte = Summe der Massen der Produkte

b) Gesetz der konstanten Massenverhältnisse

In jeder chemischen Verbindung sind die Elemente in einem festen, naturgegebenen Massenverhältnis verbunden.

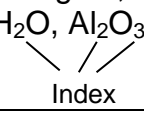
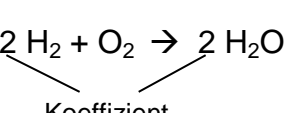
c) Lehrsatz von Avogadro

Gleiche Volumina verschiedener Gase enthalten bei gleichem Druck und gleicher Temperatur die gleiche Anzahl von Teilchen.

4. Energiebeteiligung bei chemischen Reaktionen

Reaktionsenergie	Änderung der inneren Energie bei einer chemischen Reaktion $\Delta E_i = E_i(\text{Produkte}) - E_i(\text{Edukte})$
Exotherme Reaktion	Chemische Reaktion, bei der Reaktionsenergie abgegeben wird: $\Delta E_i < 0$
Endotherme Reaktion	Chemische Reaktion, bei der Reaktionsenergie aufgenommen wird: $\Delta E_i > 0$
Aktivierungsenergie	Energie, die zum Auslösen einer chemischen Reaktion benötigt wird
Katalysator	Stoff, der eine chemische Reaktion beschleunigt, indem er die Aktivierungsenergie herabsetzt. Der Katalysator wird bei der Reaktion nicht verbraucht.

5. Chemische Symbol- und Formelsprache

Elementsymbol	Chemisches Zeichen für ein Element, das Elementsymbol entspricht 1 Atom des betreffenden Elements
Chemische Formel	gibt den Aufbau eines Elements bzw. einer Verbindung an, z. B.: H_2O , Al_2O_3 
- Molekülformel	gibt die Zusammensetzung eines Moleküls an, z. B.: Ein H_2O -Molekül besteht aus 2 H-Atomen und 1 O-Atom
- Verhältnisformel von Salzen	gibt das Zahlenverhältnis der im Salz gebundenen Ionen an, z. B.: Im Salz MgCl_2 sind Mg^{2+} -Ionen und Cl-Ionen im Zahlenverhältnis 1:2 enthalten.
Formelgleichung	gibt Edukte und Produkte einer chemischen Reaktion mit Elementsymbolen und Formeln an, z. B.: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$  (2 H_2 -Moleküle und 1 O_2 -Molekül reagieren zu 2 H_2O -Molekülen)
Stöchiometrische Wertigkeit	Die stöchiometrische Wertigkeit eines Atoms ist die Zahl der H-Atome, die dieses Atom binden oder ersetzen kann. Das H-Atom ist immer einwertig, das O-Atom ist meistens zweiwertig. Bei Ionen ist die Ionenladung gleich der Wertigkeit.

Die Elemente Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Fluor, Chlor, Brom, Iod bestehen aus zweiatomigen Molekülen: H_2 , N_2 , O_2 , F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 .

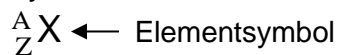
6. Atombau und Periodensystem

6.1 Bausteine eines Atoms:

	Atombaustein	Ladung	Masse
Atomkern	Protonen p ⁺	+1	1u
	Neutronen n	0	1u
Atomhülle	Elektronen e ⁻	-1	0,0005 u

Der Atomkern enthält fast die gesamte Masse eines Atoms, die Atomhülle nimmt fast das gesamte Volumen eines Atoms ein.

Symbolschreibweise:



A: Massenzahl = Nukleonenzahl: Zahl der p⁺ + Zahl der n

Z: Ordnungszahl im PSE = Kernladungszahl = Protonenzahl:

Zahl der p⁺ im Atomkern = Zahl der e⁻ in der Atomhülle (bei neutralen Atomen)

Beispiel: ${}_{11}^{23}\text{Na}$: 11p⁺, 11 e⁻, 12 n

Chemisches Element	Stoff, dessen Atome in ihrer Kernladungszahl übereinstimmen
Isotope	Verschiedene Atomsorten ein- und desselben Elements, die sich in der Massenzahl und damit in der Neutronenzahl unterscheiden Beispiel: ${}_{6}^{12}\text{C}$, ${}_{6}^{14}\text{C}$

Die Atomhülle:

Chemische Reaktionen sind Reaktionen in der Atomhülle.

Nach dem **Energienstufenmodell** ist die Atomhülle in bestimmte Energienstufen gegliedert, nach dem **Schalenmodell** können die Energienstufen als Schalen veranschaulicht werden.

Die Anzahl der Schalen entspricht der Periodennummer.

Die maximale Anzahl an Elektronen/Hauptschale beträgt $2n^2$.

Ein Elektron ist umso energiereicher und kann umso leichter abgetrennt werden, je weiter es vom Kern entfernt ist.

Elektronenkonfiguration	Aufteilung der Elektronen auf die einzelnen Energienstufen
Ionisierungsenergie	Energie, die zur Abtrennung eines oder mehrerer Elektronen aus einem (isolierten) Atom benötigt wird. Aus Atomen entstehen dabei Kationen.
Valenzelektronen	Elektronen auf der äußersten Schale

6.2 Das Periodensystem der Elemente

Im PSE sind die Elemente nach **steigender Kernladungszahl** geordnet.

Waagrechte Reihen = **Perioden**

Senkrechte Reihen = **Gruppen**

Atome von Elementen einer Periode haben gleich viele **Elektronenschalen**.

Atome von Elementen einer Gruppe haben gleich viele **Valenzelektronen**.

Elemente mit ähnlichen Eigenschaften stehen untereinander.

Die Edelgaskonfiguration mit einer voll besetzten Außenschale (8 bzw. 2 Außenelektronen) ist sehr stabil. →

Edelgasregel: Atome haben das Bestreben, in chemischen Verbindungen eine stabile Edelgaskonfiguration (oft mit 8 Außenelektronen → **Oktettregel**) zu erreichen.

Metalle stehen im PSE links und unten.

Metallatome sind **Elektronendonatoren**. Sie haben wenig Außenelektronen und geben zum Erreichen der Edelgaskonfiguration Elektronen ab.

Dabei entstehen **Kationen**.

Beispiel: $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2 \text{e}^-$

Nichtmetalle stehen im PSE rechts und oben.

Nichtmetallatome sind **Elektronenakzeptoren**. Sie haben viele Außenelektronen und nehmen zum Erreichen der Edelgaskonfiguration Elektronen auf.

Dabei entstehen **Anionen**.

Beispiel: $\text{S} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{S}^{2-}$

Tendenzen im PSE:

Innerhalb einer Periode	→
Kernladungszahl	Zunahme
Zahl der Valenz-e ⁻	Zunahme
Zahl der e ⁻ -Schalen	gleich
Atomradius	Abnahme
Ionisierungsenergie	Zunahme
Metallcharakter	Abnahme
Nichtmetallcharakter	Zunahme

Innerhalb einer Gruppe	↓	Kernladungszahl	Zahl der Valenz-e ⁻	Zahl der e ⁻ -Schalen	Atomradius	Ionisierungsenergie	Metallcharakter	Nichtmetallcharakter
		Zunahme	gleich	Zunahme	Zunahme	Abnahme	Zunahme	Abnahme

7. Chemische Bindung

7.1 Salze – Ionenbindung

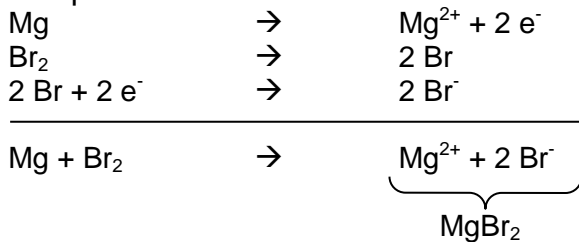
Salze sind Verbindungen, die aus **Kationen** und **Anionen** bestehen.

Bildung eines Salzes aus den Elementen:

Metallatome geben Elektronen an Nichtmetallatome ab:

Aus den Metallatomen entstehen Kationen,
aus den Nichtmetallatomen entstehen Anionen.

Beispiel:



Salze können auch Molekülkationen oder Molekülanionen enthalten.

Beispiele für Kationen:

Natrium	Magnesium	Aluminium	Eisen(II)	Eisen(III)	Ammonium
Na^+	Mg^{2+}	Al^{3+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	NH_4^+

Beispiele für Anionen:

Fluorid	Chlorid	Bromid	Iodid	Oxid	Sulfid	Nitrid
F^-	Cl^-	Br^-	I^-	O^{2-}	S^{2-}	N^{3-}

Carbonat	Sulfat	Sulfit	Nitrat	Nitrit	Phosphat
CO_3^{2-}	SO_4^{2-}	SO_3^{2-}	NO_3^-	NO_2^-	PO_4^{3-}

Die Bindung in Salzen ist eine

Ionenbindung	Zusammenhalt von Kationen und Anionen, bewirkt durch elektrostatische Anziehungskräfte.
---------------------	---

Da die anziehenden Kräfte nach allen Raumrichtungen wirken, entsteht ein

Ionengitter	Dreidimensionale regelmäßige Anordnung von Kationen und Anionen.
--------------------	--

Die **Koordinationszahl** gibt die Anzahl der direkten Nachbarn eines Ions im Gitter an.

Die Formel eines Salzes ist eine **Verhältnisformel**, die das Zahlenverhältnis der Kationen und Anionen angibt.

Salze sind (bei Raumtemperatur) Feststoffe, da die Anziehungskräfte, die die Kationen und Anionen aufeinander ausüben, so stark sind, dass sich die Ionen gegenseitig an bestimmten Plätzen festhalten.

7.2 Molekulare Stoffe – Elektronenpaarbindung

Elektronenpaarbindung = Atombindung = kovalente Bindung	die durch ein oder mehrere gemeinsame Elektronenpaare bewirkte Bindung zwischen Nichtmetallatomen. Durch Bildung gemeinsamer Elektronenpaare erreichen die Atome Edelgaskonfiguration.
Bindungsenergie	die bei der Ausbildung einer Atombindung frei werdende Energie, im Betrag gleich mit der zur Spaltung derselben Atombindung aufzuwendenden Energie
Bindigkeit	Anzahl der Atombindungen eines Atoms in einem Molekül
Valenzstrichformel (Lewis-Formel)	Elektronenformel, in der Elektronenpaare als Strich dargestellt werden: Die nicht-bindenden Elektronenpaare werden als Strich zum zugehörigen Elementsymbol, die bindenden Elektronenpaare als Verbindungsstrich zwischen die Elementsymbole geschrieben.

Bei der Aufstellung einer Valenzstrichformel ist Folgendes zu beachten:

- Einhaltung der **Edelgasregel** (s. 6.2):
Das H-Atom muss von 2 Elektronen, die übrigen Atome von 8 Elektronen umgeben sein.
- Beachtung der **Bindigkeiten**:
In neutralen Molekülen gelten meist folgende Bindigkeiten:
C-Atom: vierbindig
O-Atom: zweibindig
N-Atom: dreibindig
Halogenatome: einbindig.
In Molekül-Ionen sind andere Bindigkeiten möglich als in neutralen Molekülen.
Das H-Atom ist immer einbindig.
- Übereinstimmung der Zahl der **Außenelektronen** direkt am Atom mit der Zahl der Valenzelektronen dieses Atoms, bei Nicht-Übereinstimmung erhält das Atom eine Formalladung.
Die **Ionenladung** von Molekül-Ionen ergibt sich aus der Summe der Formalladungen.

7.3 Metalle – Metallbindung

Die Theorie der Metallbindung:

Die Metallatome geben ihre Valenzelektronen ab, dadurch entstehen Metall-Kationen („Atomrümpfe“) und frei bewegliche Elektronen („Elektronengas“). Die positiv geladenen „Atomrümpfe“ bilden ein dicht gepacktes **Metallgitter** und werden vom negativ geladenen „Elektronengas“ zusammengehalten.

Eigenschaften von Metallen:

- Elektrische Leitfähigkeit
- Thermische Leitfähigkeit
- Verformbarkeit
- Glanz

Reaktionsverhalten:

Unedle Metalle (z. B.: Magnesium, Eisen):

- lassen sich leicht oxidieren
- reagieren mit verdünnten Säuren unter Bildung von H_2

Edle Metalle (z. B.: Kupfer, Silber, Gold):

- lassen sich schwer oxidieren
- reagieren nicht mit verdünnten Säuren

8. Quantitative Aspekte chemischer Reaktionen

8.1 Größen, Konstanten und Größengleichungen

Größe	Symbol	Einheit	
Masse	m	g	
Volumen	V	l	
Dichte	ρ	g/ml	$\rho = \frac{m}{V}$
Teilchenzahl	N		
Stoffmenge	n	mol	1 mol eines Stoffes enthält genau $6,022 \cdot 10^{23}$ Teilchen
molare Masse	M	g/mol	Molare Masse = Masse von N_A Teilchen eines Stoffes, d. h. die Masse in Gramm, die im Zahlenwert mit der Atom-, Molekül- oder Formelmasse übereinstimmt
molares Volumen	V_m	l/mol	1 mol eines idealen Gases nimmt bei Normalbedingungen (0°C , 1013 hPa) den Raum von 22,4 l ein und enthält N_A Teilchen.
Avogadro-Konstante	N_A	$\frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ Teilchen}}{\text{mol}}$	
atomare Masseneinheit		u	$1\text{u} = \frac{1}{N_A} \text{g} \iff$ $1\text{g} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{u}$
Atommasse	m_A	u	
Molekülmasse	m_M	u	
Formelmasse	m_M	u	bei Salzen
Stoffmengenkonzentration	c	$\frac{\text{mol}}{\text{l}}$	$c(X) = \frac{n(X)}{V_{\text{Lösung}}}$

Größengleichungen:

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

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$n = \frac{V}{V_m} \quad (\text{Gilt nur bei Gasen!})$$

8.2 Stöchiometrische Berechnungen

Aussagen einer Reaktionsgleichung

Beispiel: Wassersynthese aus den Elementen

	2 H ₂	+ O ₂	→	2 H ₂ O
Edukte und Produkte	Wasserstoff	+ Sauerstoff	→	Wasser
Zahlenverhältnis der reagierenden Teilchen	2 Moleküle H ₂	+ 1 Molekül O ₂	→	2 Moleküle H ₂ O
Verhältnis der Stoffmengen	2 mol H ₂	+ 1 mol O ₂	→	2 mol H ₂ O
Massenverhältnisse	4 g H ₂	+ 32 g O ₂	→	36 g H ₂ O
Bei Gasen: Volumenverhältnisse	44,8 l H ₂	+ 22,4 l O ₂	→	44,8 l H ₂ O-Dampf

Vorgehen bei einer stöchiometrischen Berechnung

Beispiel: Berechne

a) die Masse an Silber, die	b) das Volumen an Sauerstoff, das	
man bei der Thermolyse von 3,5 g Silber(I)-oxid erhält.		
<u>1. Schritt: Reaktionsgleichung aufstellen</u>		
$2 \text{ Ag}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{ Ag} + \text{O}_2$		
<u>2. Schritt: Gegebene und gesuchte Werte notieren</u>		
Gegeben: $m(\text{Ag}_2\text{O}) = 3,5 \text{ g}$		
Gesucht: $m(\text{Ag})$	Gesucht: $V(\text{O}_2)$	
<u>3. Schritt: Benötigte molare Massen notieren</u>		
$M(\text{Ag}) = 108 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$	<u>3. Schritt: Benötigte molare Massen und Volumina notieren</u>	
	$M(\text{Ag}_2\text{O}) = 232 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad V_m = 22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}}$	
<u>4. Schritt: Stoffmengenverhältnisse aufstellen</u>		
$\frac{n(\text{Ag})}{n(\text{Ag}_2\text{O})} = \frac{2}{1}$	$\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{Ag}_2\text{O})} = \frac{1}{2}$	
<u>5. Schritt: Stoffmenge n ersetzen durch $\frac{m}{M}$ bzw. durch $\frac{V}{V_m}$</u>		
$\frac{\frac{m(\text{Ag})}{M(\text{Ag})}}{\frac{m(\text{Ag}_2\text{O})}{M(\text{Ag}_2\text{O})}} = \frac{2}{1}$	$\frac{\frac{V(\text{O}_2)}{V_m}}{\frac{m(\text{Ag}_2\text{O})}{M(\text{Ag}_2\text{O})}} = \frac{1}{2}$	
<u>6. Schritt: Nach der gesuchten Größe auflösen</u>		
$\frac{m(\text{Ag})}{M(\text{Ag})} = 2 \cdot \frac{m(\text{Ag}_2\text{O})}{M(\text{Ag}_2\text{O})}$	$\frac{V(\text{O}_2)}{V_m} = \frac{1}{2} \cdot \frac{m(\text{Ag}_2\text{O})}{M(\text{Ag}_2\text{O})}$	
$m(\text{Ag}) = 2 \cdot \frac{m(\text{Ag}_2\text{O})}{M(\text{Ag}_2\text{O})} \cdot M(\text{Ag}) =$	$V(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \cdot \frac{m(\text{Ag}_2\text{O})}{M(\text{Ag}_2\text{O})} \cdot V_m =$	
$2 \cdot \frac{3,5 \text{ g}}{232 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 108 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \underline{3,26 \text{ g}}$	$\frac{1}{2} \cdot \frac{3,5 \text{ g}}{232 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}} = \underline{0,17 \text{ l}}$	