

## 0.3 Formeln, Gleichungen, Reaktionen

- Aussage von chemischen Formeln

### Formeln von ionischen Verbindungen

- Metallkation, ein- oder mehratomiges Anion
- Formel entsteht durch Ausgleich der Ladungen
- Bildung eines Ionenkristalls
- Berechnung einer Formelmasse

### Formeln von molekularen Verbindungen

- kovalente Bindungen zwischen Nichtmetallen
- Formel resultiert aus der kovalenten Wertigkeit (Beachtung Oktettregel)
- Berechnung einer Molekülmasse

## Name von Ionenverbindungen

Kation:	$Mg^{2+}$	Magnesium-Ion
deutscher Name	$Cu^+$	Kupfer(I)-Ion
	$Cu^{2+}$	Kupfer(II)-Ion
	$NH_4^+$	Ammonium-Ion
	$OH_3^+$	Oxonium-Ion
Anion:	$Cl^-$	Chlorid-Ion
Lateinischer Name	$O^{2-}$	Oxid-Ion
(z. T. gekürzt + id)	$S^{2-}$	Sulfid-Ion
	$N^{3-}$	Nitrid-Ion
	$OH^-$	Hydroxid-Ion
	$CN^-$	Cyanid-Ion
Ionenverbindung:	$MgCl_2$	Magnesiumchlorid
	$Cu_2O$	Kupfer(I)-oxid

## Formel von Ionenverbindungen

Ionen:	$Al^{3+}$	$O^{2-}$
Ausgleich der Ladungen:	$2 Al^{3+}$	$3 O^{2-}$
Formel:	$Al_2O_3$	

## Name von kovalenten Verbindungen

### Einige Abweichungen zu Ionenverbindungen

Regulär Verwendung von griechischen Zahlwörtern:

mono-	1 (meist weggelassen)	tetra-	4
di-	2	penta-	5
tri-	3	hexa-	6

Daneben auch Trivialnamen: Wasser, Ammoniak

Elektropositives Element: S Schwefel  
deutscher Name H Wasserstoff

Elektronegativeres Element: O Oxid  
lateinischer Name, Cl Chlorid  
(z. T. gekürzt + id)

Kovalente Verbindung: SO<sub>2</sub> Schwefeldioxid  
H<sub>2</sub>O Diwasserstoffoxid  
→ Wasser

## Formel von kovalenten Verbindungen

Namen: Schwefeltrioxid SO<sub>3</sub>

Grundlage: kovalente Wertigkeit entsprechend Oktettregel

## Ionische Verbindungen ( $\Delta\chi > 1,7$ )

Name	Formel
Calciumfluorid	$\text{CaF}_2$
Mangan(IV)-oxid	$\text{MnO}_2$
Aluminiumsulfat	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

## Kovalente Verbindungen ( $\Delta\chi < 1,7$ )

Name	Formel
Schwefelwasserstoff (Trivialname)	$\text{H}_2\text{S}$
Distickstoffpentoxid	$\text{N}_2\text{O}_5$
Phosphortrichlorid	$\text{PCl}_3$

- Aussage von Reaktionsgleichungen

Chemische Reaktionsgleichungen geben durch die **Formeln** der beteiligten Substanzen an, welche **Reaktanten** (Edukte) sich zu welchen **Produkten** umsetzen.

Unterschiede von kovalenten (Moleküle) und ionischen Verbindungen (Ionenkristalle) beachten

**Koeffizienten** vor den Formeln geben die Zahl der beteiligten Moleküle bzw. die Molzahlen an der Umsetzung an.

Chemische **Bruttogleichungen** informieren über Ausgangsstoffe und Reaktionsprodukte und nicht über den Reaktionsmechanismus.

- Aufstellen von Reaktionsgleichungen

### Formulierung von Reaktionsgleichungen

- Formeln aller Reaktanden, ein Pfeil und Formeln der Produkte notieren
- Aggregatzustand der Reaktionspartner kann in Klammern angegeben werden (g, l, s), wässrige Lösungen durch (aq)
- Gleichung schrittweise durch geeignete Wahl von Koeffizienten ausgleichen

Nach Überprüfung der **Stoffbilanz** muss die Anzahl der Atome bzw. Mole jedes beteiligten Elements auf beiden Seiten der Gleichung übereinstimmen.

Sind Ionen an der Umsetzung beteiligt, ist eine Überprüfung der **Ladungsbilanz** notwendig.

## Vollständige Verbrennung von Wasserstoff

1. Chemische Umsetzung →  
Reaktion von Wasserstoff mit Sauerstoff zu Wasser

2. Symbole und Formeln mit Reaktionspfeil verbinden



Aggregatzustand kann vermerkt werden



3. Stoffbilanz durch kleinstmögliche, ganzzahlige Koeffizienten korrigieren, zunächst bei der Verbindung mit der höchsten Anzahl gebundener Atome beginnen



Ausnahme:  $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

z. B. für Bildungsenthalpie  $\Delta H_B$  (s. 3.3)

4. Überprüfung der Atome/Atomgruppen auf beiden Seiten der Gleichung



Ladungsbilanz entfällt

5. Gleichung lautet:  $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

## 6. Keine Aussage zum Reaktionsmechanismus





- Anorganisch-chemische Reaktionen

Einteilung	Reaktion	Bemerkung
... nach dem Aggregatzustand der reagierenden Stoffe	Gasreaktionen (s. 0.4)	Reaktionen in einer homogenen Phase
	Reaktionen in Lösung	
	Reaktionen von Feststoffen	Reaktionen an Phasengrenzflächen
	Reaktionen zwischen Stoffen in verschiedenen Aggregatzuständen	
... nach der Art der miteinander reagierenden Teilchen	Molekülreaktionen	In der organischen Chemie
	Ionenreaktionen	In der anorganischen Chemie
	Radikalreaktionen	Unter Beteiligung von Radikalen
... nach der Art der bei der Reaktion übertragenen Teilchen	Redoxreaktionen	Übertragung von Elektronen
	Säure-Base-Reaktionen	Übertragung von Protonen
	Ionenaustauschreaktionen	Übertragung von Ionen
	Komplexbildungsreaktionen	Übertragung von Ionen oder Molekülen
... nach der Art der bei der Reaktion umgesetzten Energie	Thermochemische Reaktionen	Beteiligung von Wärmeenergie
	Photochemische Reaktionen	Beteiligung von Licht
	Elektrochemische Reaktionen	Beteiligung von elektrischer Energie
... nach der Art, wie die Reaktion in Gang gebracht wird	Katalytische Reaktionen	Einsatz von Katalysatoren
	Nichtkatalytische Reaktionen	Kein Einsatz von Katalysatoren

## Redox-, Säure-Base- und Ionenaustauschreaktionen

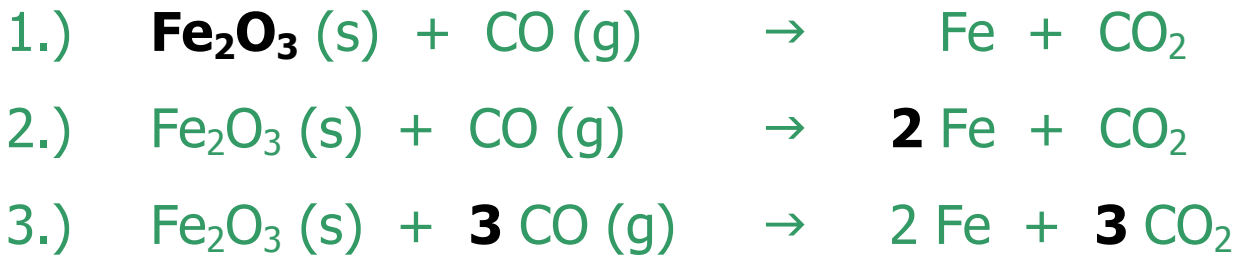
Nach der Art der bei der Reaktion übertragenen Teilchen werden Redoxreaktionen, Säure-Base-Reaktionen, Ionenaustauschreaktionen und Komplexbildungsreaktionen unterschieden.

Art der Reaktion/ Beispiel	Charakteristik
Redoxreaktion $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$	Übertragung von Elektronen → Änderung von Oxidationszahlen
Säure-Base-Reaktion $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$	Übertragung von Protonen → keine Änderung der Oxidationszahlen
Ionenaustauschreaktion $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$	Übertragung von Ionen → keine Änderung der Oxidationszahlen
Komplexbildungsreaktion $\text{AgCl} + 2 \text{NH}_3 \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^{2+} + \text{Cl}^-$	Übertragung von Ionen oder Molekülen → keine Änderung der Oxidationszahlen

## Redoxreaktion

- Übertragung von Elektronen
- Änderung von Oxidationszahlen

## Roheisengewinnung ("indirekte Reduktion")

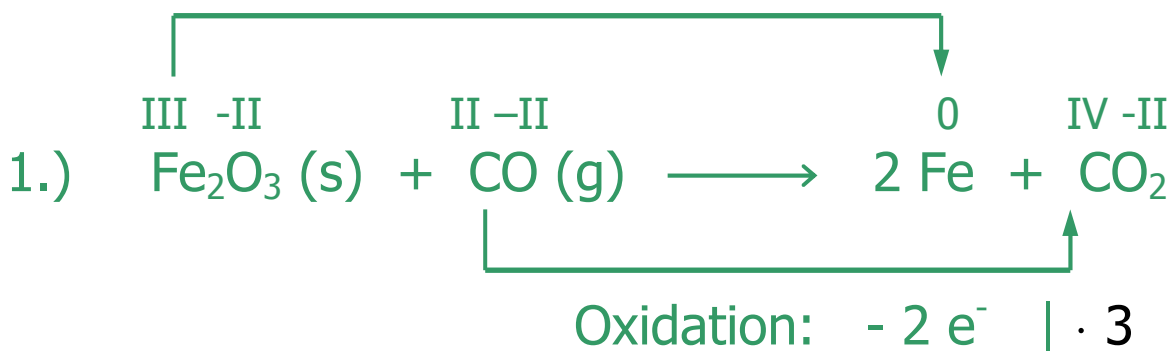


## Stoffbilanz



## Reaktionsgleichung mit Hilfe von Oxidationszahlen

Reduktion: + 2 · 3 e<sup>-</sup>



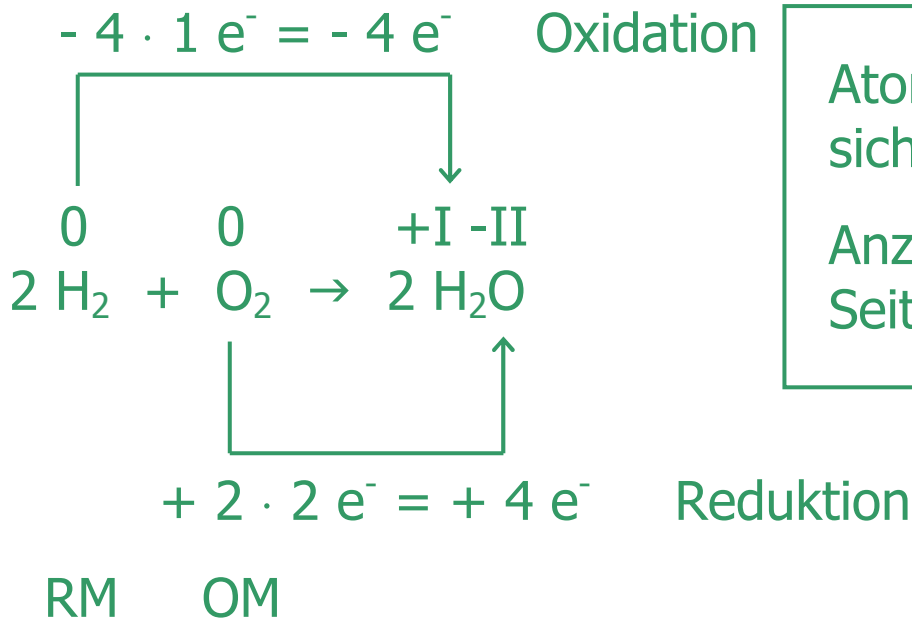
OM<sup>1</sup>

RM<sup>2</sup>



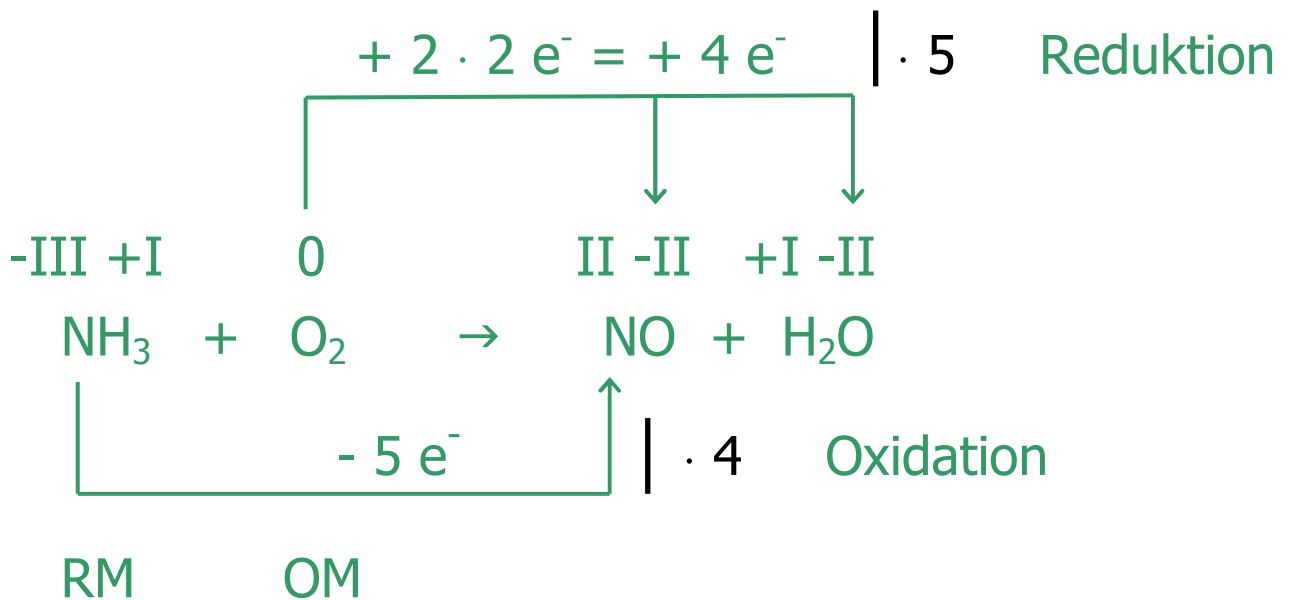
<sup>1</sup>Oxidationsmittel    <sup>2</sup>Reduktionsmittel

## Verbrennung von Wasserstoff



Atome, deren OZ sich ändert →  
Anzahl auf beiden Seiten ausgleichen

## Verbrennung von Ammoniak (Ostwald-Verfahren)



Säure-Base-Reaktion  
(Arrhenius)

- Übertragung von Protonen
- keine Änderung der Oxidationszahlen



Stoffbilanz



Ladungsbilanz



## Ionenaustauschreaktion

- Beispiel Fällungsreaktion
- Übertragung von Ionen
- keine Änderung der Oxidationszahlen



## Stoffbilanz



## Ladungsbilanz

