

## 1. Stoffe und Stoffeigenschaften

a) Chemikerinnen versuchen Ordnung in der uns umgebenden Welt zu schaffen, indem sie die uns umgebenden Stoffe sortieren und einzuteilen.

Ein **Stoff** (oder eine **Substanz**) wird dabei durch seine **Stoffeigenschaften** charakterisiert. Dies sind unter anderem:

**1. Farbe 2. Geruch 3. Siedetemperatur 4. Dichte 5. Löslichkeit in Wasser 6. magnetisches Verhalten**

Beispiel: Der Stoff Alkohol wird durch folgende Stoffeigenschaften charakterisiert:

1. farblos 2. Geruch: würzig 3. *Sdt.* = 78°C 4.  $\rho = 0,79 \text{ g/mL}$  5. beliebig mit Wasser mischbar 6. nicht magnetisch.

Wenn ein Stoff diese Eigenschaften besitzt, so ist es Alkohol.

b) Die **Dichte  $\rho$**  gibt an, wie viel Gramm 1 cm<sup>3</sup> eines Stoffes wiegt (also ein Würfel der Kantenlänge 1 cm). Warum reicht es nicht zu sagen, „Aluminium ist leicht, Gold ist schwer?“ Ganz einfach - es stimmt nicht. Ein kleines Stück Gold ist selbstverständlich leichter, als ein Fahrrad aus Aluminium. Es müssen daher immer gleiche Mengen - also gleiche Volumina in cm<sup>3</sup> - verglichen werden.

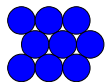
Bsp.: 10 cm<sup>3</sup> Gold besitzen die Masse 189 g. Daher ist die **Dichte  $\rho$**  von Gold  $\rho = 18,9 \text{ g/cm}^3$ . Allgemein muss man zur Berechnung der Dichte die Masse  $m$  (hier 189 g) durch das Volumen  $V$  (hier 10 cm<sup>3</sup>) teilen:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

### c) Aggregatzustände im Teilchenmodell

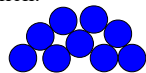
Die uns umgebenden Stoffe bestehen aus kleinsten Teilchen. Die kleinsten Teilchen verschiedener Stoffe unterscheiden sich in ihrer Größe. Die kleinsten Teilchen ziehen sich gegenseitig an. Zwischen den kleinsten Teilchen herrscht Vakuum (leerer Raum). Mit steigender Temperatur erhöht sich die Geschwindigkeit der kleinsten Teilchen. Wenn man einen Stoff erhitzt, ändert er seinen Aggregatzustand (fest - flüssig - gasförmig). Im Teilchenmodell:

**Feststoff:** Die Atome berühren sich. Sie sind „geordnet“ und schwingen um ihre Ruhelage.



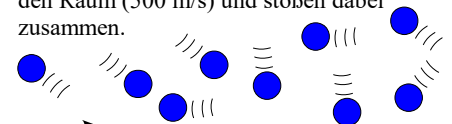
schmelzen  
erstarren

**Flüssigkeit:** Die Atome berühren sich, sind ungeordnet und gegeneinander frei beweglich.



verdampfen  
kondensieren

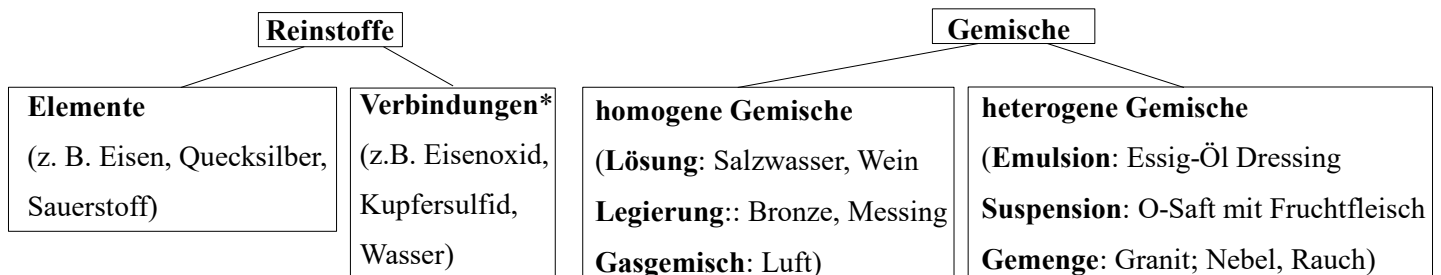
**Gas:** Die Atome fliegen sehr schnell durch den Raum (500 m/s) und stoßen dabei zusammen.



sublimieren  
resublimieren

## 2. Reinstoffe und Stoffgemische

Chemiker unterscheiden Reinstoffe wie Wasser, Eisen, Quecksilber und Sauerstoff von Stoffgemischen, die aus mehreren Reinstoffen bestehen (z. B.: Wein, Luft, Granit). Die folgende Unterteilung hat sich als nützlich erwiesen.



\***Verbindungen** entstehen, wenn zwei Elemente miteinander reagieren (Eisen + Sauerstoff  $\longrightarrow$  Eisenoxid)

**Gemische** erhält man durch Mischen von Reinstoffen. Dabei findet keine chemische Reaktion statt.

Will man die **Reinstoffe**, aus denen ein **Gemisch** besteht, zurück gewinnen, so verwendet man die folgenden

**Trennverfahren: Filtration (oder Filtrieren), Destillation (Destillieren), Eindampfen, Extrahieren** (Man gibt das Gemisch in eine Flüssigkeit, in der sich nur ein Reinstoff löst. Anschließend dampft man ein).

**Chromatographie:** Das Gemisch (z.B. Filzstiftfarbe) wird mit Hilfe von Wasser durch Filterpapier geführt. Die verschiedenen Farbstoffe haften unterschiedlich gut am Filter und werden dadurch aufgetrennt.

**Sedimentieren u. Dekantieren** (= absetzen lassen und abschütten) z.B. zur Trennung von Sand und Wasser.

### 3. Chemische Reaktionen

Ein zentraler Punkt chemischer Forschung ist die Untersuchung von **chemischen Reaktionen**. In chemischen Reaktionen entstehen aus **Edukten** (= Ausgangstoffen) **Produkte** (=Endstoffe) mit anderen **Eigenschaften**.

Man erkennt eine chemische Reaktion daran, dass neue Stoffe entstehen (die anders aussehen, andere Dichten und Siedetemperaturen haben) und daran, dass Energie frei wird (exotherme Reaktion) oder benötigt wird (endotherme Reaktion). Beispiele:

1. Photosynthese: In grünen Pflanzen reagieren Wasser und Kohlenstoffdioxid endotherm zu Stärke und Sauerstoff.
2. Backen: Aus Kuchenteig und Sauerstoff entsteht in einer endothermen Reaktion ein Kuchen.
3. Benzin + Sauerstoff  $\longrightarrow$  Kohlenstoffdioxid + Wasser + Nebenprodukte; exotherm (Verbrennung von Benzin im Motor)

Bei physikalischen Vorgängen entstehen keine neuen Stoffe (z.B.: Kochen von Wasser, Papier zerreißen, Blei schmelzen). Einige exotherme Reaktionen laufen erst freiwillig ab, wenn man **Aktivierungsenergie** zugeführt hat. Dabei wird ein Energiebetrag frei, der viel größer als die **Aktivierungsenergie** ist. **Katalysatoren** erniedrigen die Aktivierungsenergie, indem sie einen anderen Reaktionspfad ermöglichen. Sie liegen nach der Reaktion wieder unverändert vor.

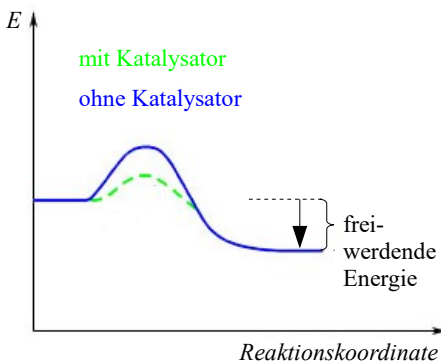


Abb. 1: Exotherme Reaktion

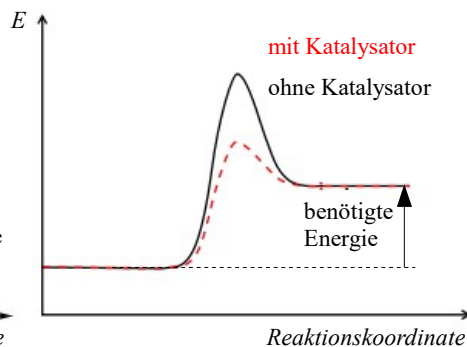


Abb. 2: Endotherme Reaktion

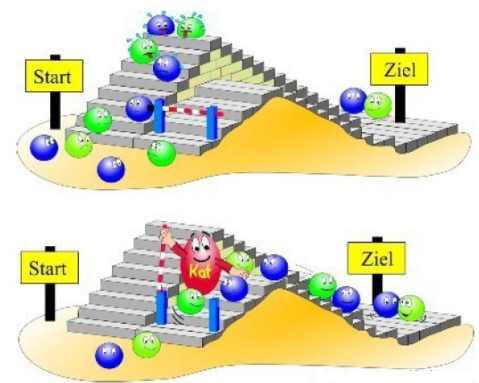


Abb. 3: Wirkungsweise eines Katalysators

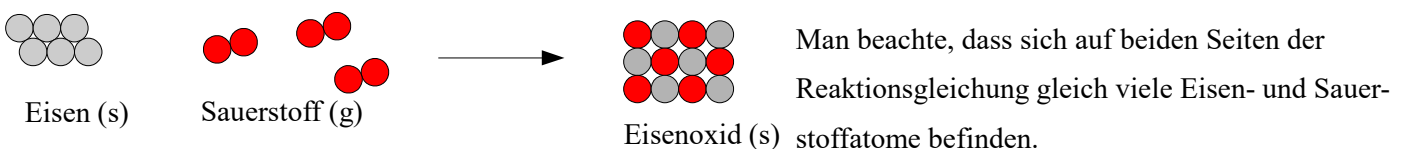
### 4. Luft und Verbrennung

**Verbrennungen** - also chemische Reaktionen mit Sauerstoff - nennt man auch **Oxidation**. **Reaktionsprodukte** von **Verbrennungen** sind **Oxide**.

Bsp.: Eisen + Sauerstoff  $\longrightarrow$  Eisenoxid; exotherm (Verbrennung von Eisenwolle)

**Satz von der Erhaltung der Masse:** Die Produkte einer Reaktion besitzen die gleiche Masse, wie die Edukte.

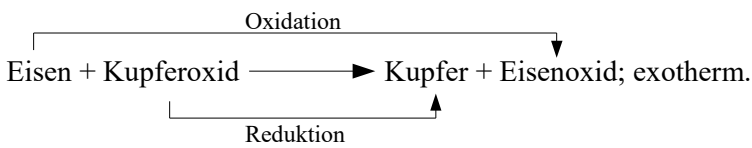
Man könnte auch sagen: „**Bei chemischen Reaktionen gehen keine Atome verloren.**“



Eisen bildet wie alle Metalle ein Gitter aus einzelnen **Atomen** (hier: graue Kugeln). **Atome** sind Grundbausteine der Materie. Sie sind die kleinste Einheit, in die sich Materie mit chemischen oder mechanischen Mitteln zerlegen lässt. Sauerstoff besteht aus zweiatomigen **Molekülen**. **Moleküle** sind Teilchen, die aus zwei oder mehreren Atomen aufgebaut sind. Die Atome bilden einen in sich abgeschlossenen Verband. Ein Molekül ist das kleinste Teilchen eines bestimmten Reinstoffes. Moleküle können aus Atomen eines einzigen chemischen Elements aufgebaut sein, wie Sauerstoff (O<sub>2</sub>) und Stickstoff (N<sub>2</sub>) (Elementmoleküle). Die meisten Moleküle sind jedoch Verbände von Atomen verschiedener Elemente, wie Wasser (H<sub>2</sub>O) und Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>).

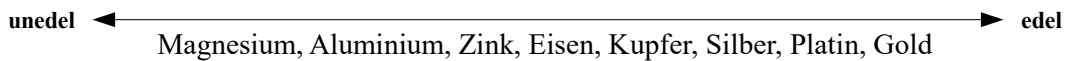
## 5. Metalle und Metallerze

Metalle sind um so unedler, je größer ihre Affinität (ihr Vereinigungsbestreben) zu Sauerstoff ist. Ein unedles Metall entzieht einem edlen Metall den Sauerstoff. Bsp.: Eisen ist unedler als Kupfer.



Dabei wird Kupferoxid zu Kupfer **reduziert** (zurück geführt) während Eisen zu Eisenoxid **oxidiert** wird (**Redoxreaktion**).

### Redoxreihe der Metalle:



Metalle, die rechts in der Redoxreihe stehen sind edel. Ihre Oxide sind gute Oxidationsmittel, da sie leicht Sauerstoff abgeben. Metalle die links in der Redoxreihe stehen sind unedel. Sie besitzen eine große reduzierende Wirkung.

## 6. Wasser und Wasserstoff

Wasser ist kein Element sondern eine Verbindung. Verbrennt man Wasserstoff, so erhält man Wasserstoffoxid, was nichts anderes als Wasser ist.

Wasser ist ein gutes Lösungsmittel, aber nicht alle Stoffe lösen sich in Wasser gleich gut. Die **Löslichkeit  $L$**  gibt an, welche Menge eines Stoffes sich maximal in 100 g eines Lösungsmittels löst.

$$L = \frac{m(\text{gelöster Stoff})}{m(\text{Lösungsmittel})} \quad \text{Einheit: } \frac{\text{g}}{100 \text{ g}}$$

Der **Gehalt** eines Stoffes in einer Lösung kann auf unterschiedliche Weise angegeben werden. Meist benutzt man die Größen **Massenkonzentration  $\beta$**  oder **Massenanteil  $w$** .

$$\text{Massenkonzentration: } \beta = \frac{m(\text{gelöster Stoff})}{V(\text{Lösung})} \quad \text{Einheit: } \frac{\text{mg}}{\text{L}} \quad \text{oder} \quad \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

$$\text{Massenanteil: } w = \frac{m(\text{gelöster Stoff})}{m(\text{Lösung})} \cdot 100 \% \quad \text{Einheit: keine}$$

## 7. Nachweisreaktionen

### • Sauerstoff ( $\text{O}_2$ )

Man hält einen glimmenden Holzspan in das Gas (**Glimmspanprobe**).

Beobachtung: Der Holzspan flammt auf.

### • Wasserstoff ( $\text{H}_2$ )

Das Gas wird in einem Reagenzglas mit der Öffnung nach unten (damit Wasserstoff wegen der geringeren Dichte im Vergleich mit Luft nicht entweichen kann) an eine Zündquelle (Feuerzeug) gehalten.

Beobachtung: Schwache Verpuffung bei reinem Wasserstoff, Verbrennung mit einem pfeifenden Geräusch bei einem Wasserstoff – Sauerstoff – Gemisch.

### • Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ )

Das Gas wird in Kalkwasser geleitet.

Beobachtung: Es entsteht ein weißer Niederschlag von Calciumcarbonat.

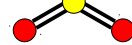
## 8. Wertigkeit

Die **Wertigkeit** oder **Valenz** eines Atoms innerhalb einer chemischen Verbindung bezeichnet die Anzahl der Bindungen, die ein Atom eingehen kann.

Für ein bestimmtes Atom (z. B. Schwefel) ist die Wertigkeit keine feste Zahl.

Sie hängt immer von den Bindungspartnern ab. So ist das Schwefelatom im

Schwefelwasserstoff  $\text{H}_2\text{S}$   zweiwertig, da zu jedem H-Atom eine

Einfachbindung ausgebildet wird; im Schwefeldioxidmolekül  $\text{SO}_2$  

bildet das S-Atom mit jedem O-Atom eine Doppelbindung aus und ist damit vierwertig.



Es gibt zwei einfache Faustregeln, wie sich für Hauptgruppenelemente die Wertigkeit eines Atoms in einer Verbindung mit Hilfe des Periodensystems der Elemente bestimmen lässt.



1. Für die Elemente der ersten bis vierten Hauptgruppe entspricht die Wertigkeit der Hauptgruppennummer.

Bsp.: Li ist einwertig (geht eine Bindung ein), Be ist zweiwertig, B ist dreiwertig und C ist vierwertig.

2. Für die Elemente der fünften bis achten Hauptgruppe entspricht die Wertigkeit der Differenz zwischen 8 und der Hauptgruppennummer. Bsp.: N besitzt die Wertigkeit  $8 - 5 = 3$ , O ist  $8 - 6 = 2$ -wertig, F ist  $8 - 7 = 1$ -wertig.

Die Elemente der achten Hauptgruppe (Edelgase) besitzen die Wertigkeit  $8 - 8 = 0$ . Sie gehen folglich keine

Bindungen ein. Edelgase bestehen daher aus isolierten Atomen , während Wasserstoff  $\text{H}_2$  , Sauerstoff  $\text{O}_2$

, und Stickstoff  $\text{N}_2$   aus zweiatomigen Molekülen bestehen.

Es muss aber immer bedacht werden, dass es sich hier um Faustregeln handelt, die lediglich in den meisten Fällen die richtige Wertigkeit liefern.

## 9. Bestimmung von Verhältnisformeln

Zur Berechnung von chemischen Verbindungen aus Atomen zweier chemischer Elemente muss das kleinste gemeinsame Vielfache (kurz: kgV) der Wertigkeiten der beiden beteiligten chemischen Elemente gebildet werden. Um nun die Zahl der in der Verbindung vorhandenen Atome des jeweiligen Elements zu ermitteln, muss das kgV durch die Wertigkeit dividiert werden.

### Beispiel 1: Die Ermittlung der chemischen Formel von Wasser

- Die Wertigkeit von Wasserstoff ist eins, da Wasserstoff in der I. Hauptgruppe steht.
- Die Wertigkeit von Sauerstoff ist  $8 - 6 = 2$ , da Sauerstoff in der VI. Hauptgruppe steht.
- Das kgV ist  $2 \cdot 1 = 2$ .

• Die Zahl der beteiligten Sauerstoff-Atome ist:  $\frac{\text{kgV}}{\text{Wertigkeit (O)}} = \frac{2}{2} = 1$

• Die Zahl der beteiligten Wasserstoff-Atome ist:  $\frac{\text{kgV}}{\text{Wertigkeit (H)}} = \frac{2}{1} = 2$

• Die chemische Formel lautet:  $\text{H}_2\text{O}_1$  und da die Eins (1) im Index von Sauerstoff (O) nicht mitnotiert wird:  $\text{H}_2\text{O}$ .

### Beispiel 2: Die Ermittlung der chemischen Formel von Aluminiumoxid

- Die Wertigkeit von Aluminium ist drei, da Aluminium in der III. Hauptgruppe steht.
- Die Wertigkeit von Sauerstoff ist  $8 - 6 = 2$ , da Sauerstoff in der VI. Hauptgruppe steht.
- Das kgV ist  $3 \cdot 2 = 6$ .

• Die Zahl der beteiligten Aluminium-Atome ist:  $\frac{\text{kgV}}{\text{Wertigkeit (Al)}} = \frac{6}{3} = 2$

• Die Zahl der beteiligten Sauerstoff-Atome ist:  $\frac{\text{kgV}}{\text{Wertigkeit (O)}} = \frac{6}{2} = 3$

• Die chemische Formel lautet:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

**Periodensystem der Elemente**

Hauptgruppen

Periode	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	H							He
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra						

Metalle      Halbmetalle      Nichtmetalle