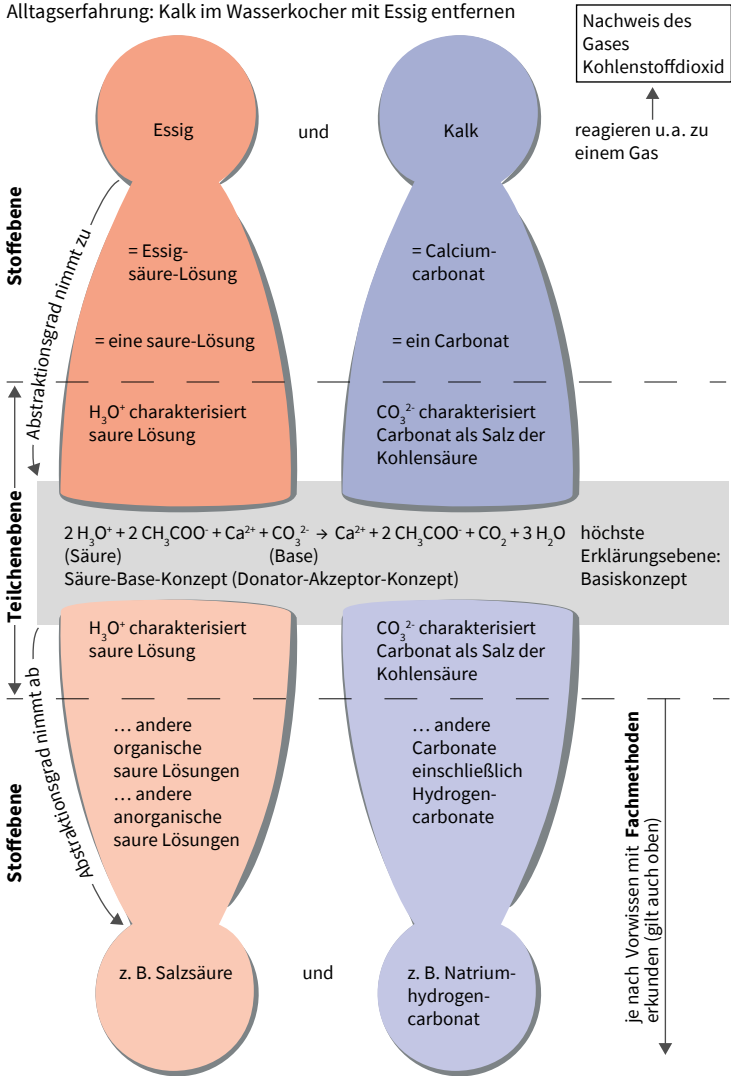


Mensch, ärgere dich nicht – man kann Chemie verstehen

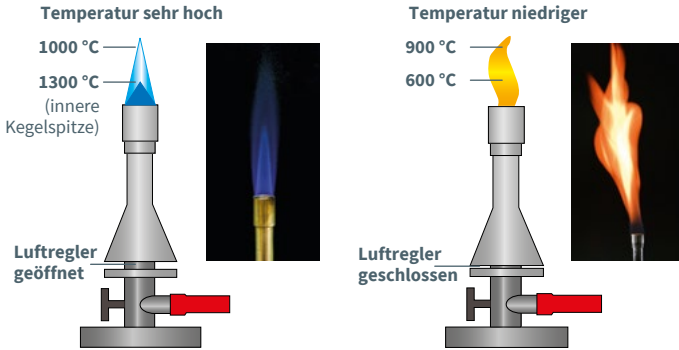
Alltagserfahrung: Kalk im Wasserkocher mit Essig entfernen



Transferbeispiel: Wirkung von Antazida (z. B. NaHCO₃) im Magen (enthält Magensäure, HCl(aq))

Der Laborbrenner in Betrieb – auch eine chemische Reaktion

Technisch-funktionales Verständnis, z. B.	
Regelung der Luftzufuhr	
Luftzufuhr vollständig geöffnet	Luftzufuhr geschlossen
Flammentypen	
nicht leuchtende Flamme	leuchtende Flamme
Temperaturregelung	
bis 1300 °C	bis 900 °C

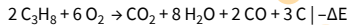
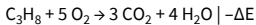


Qualitatives Verständnis – in Wortgleichung ausgedrückt (S I)
 (berücksichtigt Edukte und Produkte sowie Energie und Energieartumwandlung)

Propan + Sauerstoff → Kohlenstoffdioxid
 + Wasser + Energie

Propan + Sauerstoff → Kohlenstoffdioxid
 + Wasser + Kohlenstoffmonooxid + Ruß
 + Energie

Quantitatives Verständnis – in Reaktionsgleichung ausgedrückt (S I)
 (berücksichtigt zusätzlich Mol-, Stoffmengen- sowie Erhaltungskonzept)



Theoretische Zusammenhänge (S II)
 (berücksichtigen zusätzlich u. a. Einbindung in das Redoxkonzept unter Nutzung der Oxidationszahlen, Reaktionsmechanismus (Radikalkettenmechanismus), kohlenstoffbasierte Energieträger und Ökobilanz)

Bezüge zum
 Stoff-Teilchen-Konzept
 sowie zum
 Energie-Konzept

III.6 Symbole, Formeln, Reaktionsgleichungen

Symbole, Formeln und Reaktionsgleichungen sind wichtige Teile der (schriftlichen) chemischen Fachsprache. Dieser liegt eine Vielzahl willkürlicher Regeln zugrunde, die durch internationale und nationale Institutionen und Übereinkommen abgesichert sind, z. B. *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC), *Bureau International des Poids et Mesures* (BIPM), Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB). Ziel dieses Regelsystems ist es, dass Aussagen zu chemischen Inhalten möglichst eindeutig und prägnant durch die chemische **Fachsprache** ausgedrückt werden.

Die **Symbole** stehen stellvertretend für oft komplexe fachliche Konzepte (z. B. „H“ als Elementsymbol für die Vorstellung einer Einheit aus Elektron und Proton als Wasserstoffatom). Sie lassen sich systematisch in Gruppen ordnen, z. B.:

- Elementsymbole, z. B. H, He, Li, Mg,
- Symbole mit syntaktischer Funktion wie Reaktionspfeil, Gleichgewichtspfeil, Mesomeriepfeil, Pluszeichen,
- Symbole für Zustandsformen der Stoffe, z. B. s(olid), l(iquid), g(aseous), aq(ueous),
- Symbole zur Kennzeichnung der elektronischen Situation in Atomen und Molekülen, z. B. der Ladung (+, -), Wertigkeit (I, II, III, ...), Oxidationszahl (+II, -III ...).

Formeln bestehen aus Elementsymbolen und je nach Formeltyp bestimmten weiteren Symbolen. Verschiedene Arten von Formeln werden für unterschiedliche Zwecke in der Chemie verwendet. So gibt eine Elementar- bzw. Verhältnisformel die Stöchiometrie in Bezug auf die atomare Zusammensetzung eines Stoffes

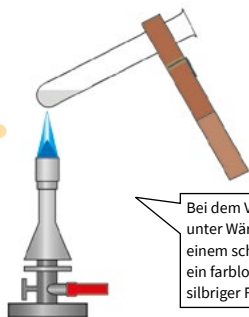
wieder. Eine Summenformel (auch Molekülformel genannt) gibt zusätzlich die Anzahl der Atome in einer Einheit des Stoffes an. Eine Strukturformel gibt die Bindungsverhältnisse und die Orientierung der Atome im Raum an.

Je nach Art des Stoffes und des Zwecks der Beschreibung bieten sich unterschiedliche Formeltypen an. Die Wahl der passenden Formelschreibweise für einen bestimmten Zweck ist daher Teil fachsprachlicher Kompetenz in der Chemie. Die regelgeleitete Kombination mehrerer Formeln unter Einbindung weiterer Symbole ergibt chemische **Reaktionsgleichungen**. Dabei wird eine Stoffumwandlung beschrieben – auch mit Bezug auf die reagierenden Teilchenzahlen. Für den Chemieunterricht eignet sich als Vorstufe bzw. Denkstufe die **Wortgleichung** bzw. das **Reaktionsschema**, das die Stoffebene adressiert. Hier werden die Namen der Stoffe verwendet und es gibt keine Auskunft über die Stöchiometrie. Die Reaktionsgleichung ergibt sich unter Berücksichtigung von Formelschreibweise und Stöchiometrie.

Der Erwerb und die Anwendung dieser Regelsysteme stellen Lernende vor eine große Herausforderung. Für den Erwerb gibt es sowohl induktive als auch deduktive Vermittlungsansätze (Sieve & Bernholt 2021). In der Anwendung können und müssen beim Aufstellen von Formeln und Reaktionsgleichungen diverse Herausforderungen explizit bewältigt werden, bis ein intuitiver Gebrauch der Regelsysteme erreicht werden kann. (CBL, CS)

Fachsprachliche Herausforderungen bei der Entwicklung einer Reaktionsgleichung

Was beobachte ich hier?



Bei dem Versuch werden unter Wärmezufuhr aus einem schwarzen Feststoff ein farbloses Gas und ein silbriger Feststoff gebildet.

Wie heißen die Edukte der Reaktion? Wie heißen die Produkte der Reaktion?

In welchen Zustandsformen liegen die beteiligten Stoffe vor? Welche Symbole benötigt man?

Wortgleichung/Reaktionsschema:

Silberoxid (s) \rightarrow Silber (s) + Sauerstoff (g) | endotherm

Welche Elementsymbole stehen für die beteiligten Atomsorten? Welche Formeln repräsentieren die vorliegenden Stoffe auf Teilchenebene?

Was bedeutet das auf Stoffebene?

Der Feststoff Silberoxid reagiert in einer endothermen Reaktion zu dem Feststoff Silber und dem Gas Sauerstoff.

Reaktionsgleichung:

$2 \text{Ag}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow 4 \text{Ag}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad |\Delta H_{\text{r}} = 61 \text{ kJ/mol}$

Ist die Reaktionsgleichung im Hinblick auf die Atombilanz ausgeglichen? Welche Koeffizienten muss ich hinzufügen?

Was bedeutet das auf Teilchenebene?

Aus zwei Formeleinheiten Silberoxid werden vier Atome Silber und ein Molekül Sauerstoff gebildet.