



## KAPITEL 3

# Chemische Reaktionen

Von brennenden Kerzen bis zur Elefantenzahnpasta – entdecke, wie neue Stoffe entstehen und warum dabei Energie freigesetzt oder aufgenommen wird.

### Lernziele

- ✓ Ich kann physikalische Vorgänge von chemischen Reaktionen unterscheiden.
- ✓ Ich kenne die Begriffe Edukt, Produkt, Synthese und Analyse.
- ✓ Ich kann einfache Wortgleichungen aufstellen.
- ✓ Ich verstehe das Gesetz der Massenerhaltung.
- ✓ Ich kenne wichtige Nachweisreaktionen.
- ✓ Ich kann exotherme und endotherme Reaktionen unterscheiden.

Lehrplan 21: NT.3.1 · NT.3.2

## Lernziele

- Nach diesem Kapitel kannst du physikalische Vorgänge von chemischen Reaktionen sicher unterscheiden.
- Du kennst die Begriffe Edukt, Produkt, Synthese und Analyse und kannst Wortgleichungen aufstellen.
- Du verstehst das Gesetz der Massenerhaltung und kannst es auf Beispiele anwenden.
- Du kennst die wichtigsten Nachweisreaktionen (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, Stärke, Glucose, Protein).
- Du kannst exotherme und endotherme Reaktionen unterscheiden und Energiediagramme lesen.
- Du weisst, was ein Katalysator bewirkt und kannst Beispiele aus dem Alltag nennen.

## Chemische Reaktionen – Wenn Stoffe sich verwandeln

Stell dir vor, du stehst in der Küche und drehst den Gasherd auf. Ein Funke springt über, und plötzlich tanzt eine blaue Flamme auf dem Brenner. Das Gas, das eben noch unsichtbar aus der Leitung strömte, ist verschwunden. Dafür spürst du Wärme, und wenn du genau hinschaust, bilden sich winzige Wassertröpfchen an einem kalten Topfdeckel darüber. Was ist passiert? Das Erdgas – hauptsächlich Methan – hat sich mit dem Sauerstoff aus der Luft verbunden. Dabei sind zwei völlig neue Stoffe entstanden: Kohlenstoffdioxid und Wasser. Das ist eine *chemische Reaktion*.

Chemische Reaktionen begleiten dich überall im Alltag, auch wenn du sie nicht immer bewusst wahrnimmst. Der Rost, der sich langsam am Velorahmen ausbreitet, ist eine chemische Reaktion: Eisen verbindet sich mit Sauerstoff und Wasser aus der Luft zu Eisenoxid. Wenn du einen Kuchen bäckst, laufen im Teig Dutzende chemischer Reaktionen ab – das Backpulver zersetzt sich und bildet Kohlenstoffdioxid-Gasblasen, die den Teig aufgehen lassen. Proteine und Zucker reagieren miteinander und erzeugen die herrlich braune Kruste mit ihrem verlockenden Duft. Selbst wenn du eine Kerze anzündest, beobachtest du eine chemische Reaktion: Das Kerzenwachs verbrennt, und es entstehen Kohlenstoffdioxid und Wasserdampf, während Licht und Wärme freigesetzt werden.

Aber halt – ist nicht auch das Schmelzen eines Eiswürfels eine Veränderung? Und was passiert, wenn du Zucker in Wasser auflöst? Sind das ebenfalls chemische Reaktionen? Hier liegt eine entscheidende Unterscheidung: Beim Schmelzen von Eis bleibt der Stoff derselbe – es ist immer noch Wasser, nur in einem anderen Zustand. Beim Auflösen von Zucker sind die Zuckerteilchen immer noch da, nur zwischen Wasserteilchen verteilt. Diese Vorgänge heissen *physikalische Vorgänge*. Bei einer chemischen Reaktion hingegen entstehen **neue Stoffe mit neuen Eigenschaften**. Genau diese Unterscheidung ist der Ausgangspunkt für dieses Kapitel.

In den folgenden Seiten lernst du, chemische Reaktionen sicher zu erkennen, ihre Sprache zu verstehen und ihre Energie zu beschreiben. Du wirst Wortgleichungen aufstellen, das berühmte Gesetz der Massenerhaltung von Lavoisier kennenlernen und herausfinden, wie man bestimmte Stoffe mit Hilfe von **Nachweisreak-**

**tionen** identifizieren kann. Ausserdem wirst du erleben, was passiert, wenn man Eisen und Schwefel zusammen erhitzt, und du wirst mit der spektakulären Elefantenzahnpasta einen Katalysator in Aktion sehen. Los geht's!

### 3.1 Physikalischer Vorgang oder chemische Reaktion?

Um die Welt der Chemie zu verstehen, musst du zuerst eine grundlegende Unterscheidung treffen: Handelt es sich bei einer Veränderung um einen **physikalischen Vorgang** oder um eine **chemische Reaktion**? Diese beiden Arten von Vorgängen unterscheiden sich fundamental voneinander.

#### Physikalische Vorgänge

Bei einem **physikalischen Vorgang** bleibt der Stoff derselbe – nur sein Zustand, seine Form oder seine Verteilung ändert sich. Es entstehen **keine neuen Stoffe**. Ein klassisches Beispiel ist das Schmelzen von Eis: Festes Wasser wird zu flüssigem Wasser. Die Teilchen (Wassermoleküle) bleiben identisch, sie bewegen sich nach dem Schmelzen nur schneller und sind weniger geordnet. Weitere Beispiele sind: Zucker löst sich in Wasser auf (die Zuckerteilchen verteilen sich zwischen den Wasserteilchen, aber Zucker bleibt Zucker), Glas zerbricht (die Form ändert sich, der Stoff bleibt gleich), oder Parfüm verdunstet (flüssige Duftstoffe werden gasförmig). Physikalische Vorgänge sind in der Regel leicht umkehrbar: Wasser lässt sich wieder einfrieren, gelöster Zucker lässt sich durch Verdampfen des Wassers zurückgewinnen.

#### Chemische Reaktionen

Bei einer **chemischen Reaktion** werden die Ausgangsstoffe in **neue Stoffe mit neuen Eigenschaften** umgewandelt. Die Teilchen werden umgruppiert, bestehende Bindungen gelöst und neue Bindungen geknüpft. Wenn Holz verbrennt, entstehen Asche, Kohlenstoffdioxid und Wasserdampf – Stoffe, die sich komplett vom Holz unterscheiden. Wenn ein Ei in der Pfanne brät, verändern sich die Proteine dauerhaft – das lässt sich nicht rückgängig machen. Wenn Eisen rostet, entsteht Eisenoxid, ein rotbrauner Stoff mit ganz anderen Eigenschaften als das ursprüngliche Eisen.

#### Kennzeichen chemischer Reaktionen

An folgenden Beobachtungen erkennst du, dass eine chemische Reaktion stattfindet:

- **Farbänderung:** Ein Stoff wechselt die Farbe (z.B. Eisen wird rostbraun).
- **Gasbildung:** Es bilden sich Gasblasen (z.B. Brausetablette in Wasser).
- **Geruchsveränderung:** Ein neuer Geruch entsteht (z.B. bei der Verbrennung).
- **Temperaturänderung:** Es wird wärmer oder kälter (z.B. Wunderkerze wird heiss).
- **Niederschlagbildung:** Es bildet sich ein unlöslicher Feststoff in einer Lösung (z.B. Kalkwasser trübt sich).

## Vergleichstabelle

Merkmale	Physikalischer Vorgang	Chemische Reaktion
Neue Stoffe?	Nein, Stoff bleibt gleich	Ja, neue Stoffe entstehen
Eigenschaften	Bleiben gleich	Ändern sich grundlegend
Umkehrbarkeit	Meist leicht umkehrbar	Oft schwer oder gar nicht umkehrbar
Teilchen	Werden nicht umgruppiert	Werden neu angeordnet
Beispiel	Eis schmilzt zu Wasser	Holz verbrennt zu Asche + CO <sub>2</sub>
Beispiel	Zucker löst sich in Wasser	Eisen rostet zu Eisenoxid
Beispiel	Glas zerbricht	Milch wird sauer

## Aufgaben zu 3.1

**3.1a** ★ WISSEN Nenne drei Kennzeichen, an denen du eine chemische Reaktion erkennen kannst.

---

---

**3.1b** ★★ VERSTEHEN Erkläre, warum das Schmelzen von Eis KEINE chemische Reaktion ist, obwohl sich dabei etwas verändert.

---

---

---

**3.1c** ★★★ ANWENDEN E/P Entscheide jeweils, ob es sich um einen physikalischen Vorgang (P) oder eine chemische Reaktion (C) handelt. Begründe kurz.

1. Ein Eisennagel rostet.
2. Butter schmilzt in der Pfanne.
3. Eine Brausetablette löst sich unter Gasentwicklung in Wasser auf.
4. Wasser verdunstet aus einer Pfütze.
5. Milch wird sauer.
6. Holzkohle glüht auf dem Grill.

**3.1d** ★★★★★ ANALYSIEREN P Beim Erhitzen von Zucker in einer Pfanne wird er zuerst flüssig (karamellisieren) und dann schwarz. In welchem Schritt handelt es sich um einen physikalischen Vorgang und in welchem um eine chemische Reaktion? Begründe mit Kennzeichen.

---

---

---

---

**3.1e** ★★★★★ ERSCHAFFEN P Entwirf einen eigenen «Experimentierplan» für ein Küchenexperiment, mit dem du deiner Familie den Unterschied zwischen physikalischem Vorgang und chemischer Reaktion zeigen kannst. Beschreibe Material, Durchführung und erwartete Beobachtungen für je ein Beispiel.

---

---

---

---

---

---

---

---

**3.1f** ★ WISSEN Nenne zwei Beispiele für physikalische Vorgänge und zwei Beispiele für chemische Reaktionen aus dem Alltag.

---

---

**3.1g** ★ WISSEN Was versteht man unter einer Farbänderung als Kennzeichen einer chemischen Reaktion? Gib ein konkretes Beispiel an.

---

---

## 3.2 Grundbegriffe: Edukte, Produkte, Synthese und Analyse

Jede chemische Reaktion lässt sich mit wenigen Grundbegriffen beschreiben. Die Stoffe, die zu Beginn einer Reaktion vorhanden sind und miteinander reagieren, heissen **Edukte** (auch: Ausgangsstoffe oder Reaktanten). Die Stoffe, die nach der Reaktion neu entstanden sind, heissen **Produkte** (auch: Endstoffe oder Reaktionsprodukte). Eine chemische Reaktion ist also eine Umwandlung von Edukten in Produkte.

Edukte → Produkte

### Synthese (Aufbaureaktion)

Bei einer **Synthese** verbinden sich zwei oder mehr Stoffe zu einem neuen Stoff. Es handelt sich um eine Aufbaureaktion, bei der aus einfacheren Bausteinen ein komplexerer Stoff aufgebaut wird. Ein klassisches Beispiel ist die Reaktion von Eisen mit Schwefel: Zwei Elemente – das silbergraue Eisen und der gelbe Schwefel – reagieren beim Erhitzen zu einem einzigen neuen Stoff, dem schwarzen Eisensulfid. Dieses hat völlig andere Eigenschaften als die beiden Ausgangsstoffe.

Eisen + Schwefel → Eisensulfid

### Analyse (Zerlegungsreaktion)

Die **Analyse** ist das Gegenteil der Synthese: Ein zusammengesetzter Stoff wird in zwei oder mehr einfachere Stoffe zerlegt. Ein wichtiges Beispiel ist die Elektrolyse von Wasser: Durch elektrischen Strom wird Wasser in seine beiden Bestandteile – Wasserstoff und Sauerstoff – zerlegt. An der einen Elektrode sammelt sich Wasserstoffgas, an der anderen Sauerstoffgas. So konnte man beweisen, dass Wasser kein Element ist, sondern eine Verbindung aus Wasserstoff und Sauerstoff.

Wasser → Wasserstoff + Sauerstoff

### Umsetzung

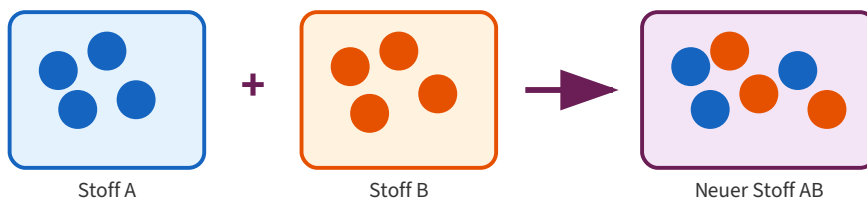
Der allgemeine Begriff **Umsetzung** beschreibt jede chemische Reaktion, bei der Edukte in Produkte umgewandelt werden. Synthese und Analyse sind Spezialfälle der Umsetzung. Bei vielen Reaktionen im Alltag reagieren mehrere Stoffe miteinander und es entstehen auch mehrere Produkte – zum Beispiel bei einer Verbrennung.

## Reaktionstypen im Überblick

Klicke auf die Karten, um die wichtigsten Reaktionstypen kennenzulernen.


## Synthese und Analyse im Teilchenmodell

### Synthese (Aufbau)



### Analyse (Zerlegung)

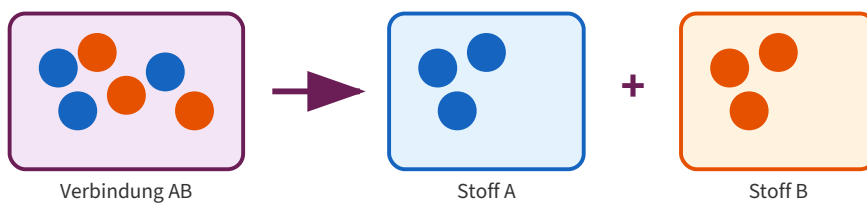


Abb. 3.1: Bei der Synthese verbinden sich verschiedene Teilchen zu einem neuen Stoff. Bei der Analyse wird ein zusammengesetzter Stoff in seine Bestandteile zerlegt.

### Teilchenmodell: Eisen + Schwefel → Eisensulfid

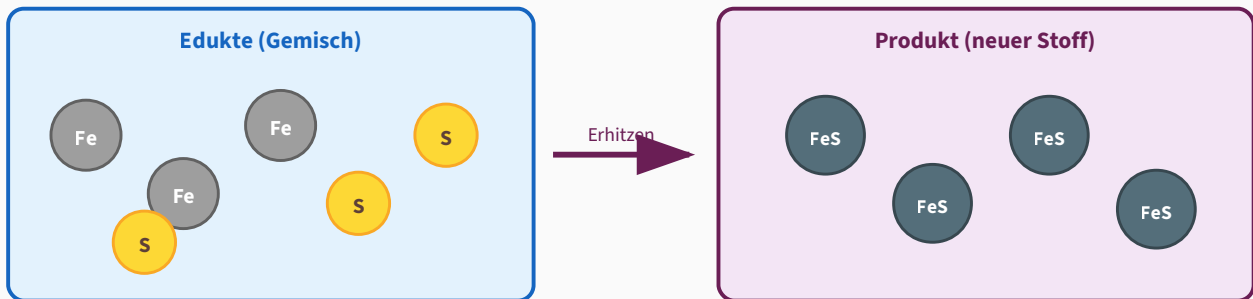


Abb. 3.N1: Im Gemisch aus Eisen (grau) und Schwefel (gelb) liegen die Teilchen getrennt vor. Nach dem Erhitzen entsteht Eisensulfid (FeS) – ein neuer Stoff.

## Hefteintrag: Chemische Reaktion – Definition und Kennzeichen

**Chemische Reaktion:** Vorgang, bei dem aus Ausgangsstoffen (**Edukten**) neue Stoffe (**Produkte**) mit neuen Eigenschaften entstehen.

**Kennzeichen:**

- Farbänderung
- Gasbildung (Blasen)
- Geruchsveränderung
- Temperaturänderung (wärmer oder kälter)
- Niederschlagbildung (Trübung)

**Physikalischer Vorgang:** Der Stoff bleibt derselbe, nur Zustand oder Form ändert sich (z.B. Eis schmilzt, Zucker löst sich auf).

**Synthese:**  $A + B \rightarrow AB$  (Aufbau)

**Analyse:**  $AB \rightarrow A + B$  (Zerlegung)

## Interaktive Übung: Reaktionskarten-Sortierer

Ordne die Stoffkarten der richtigen Seite zu: Ziehe die **Edukte** (Ausgangsstoffe) nach links und die **Produkte** (Endstoffe) nach rechts.

Reaktion wählen:  v

Edukte (Ausgangsstoffe)

Produkte (Endstoffe)

## Aufgaben zu 3.2

**3.2a** ★ WISSEN Erkläre in eigenen Worten, was «Edukte» und «Produkte» sind.

---

---

**3.2b** ★★ VERSTEHEN Bei der Elektrolyse von Wasser entstehen Wasserstoff und Sauerstoff. Handelt es sich um eine Synthese oder eine Analyse? Begründe deine Antwort.

---

---

---

**3.2c** ★★★ ANWENDEN E/P Ordne die folgenden Reaktionen als Synthese (S), Analyse (A) oder Umsetzung (U) ein:

1. Eisen + Schwefel → Eisensulfid
2. Wasser → Wasserstoff + Sauerstoff
3. Methan + Sauerstoff → Kohlenstoffdioxid + Wasser
4. Aluminium + Sauerstoff → Aluminiumoxid

**3.2d** ★★★★★ ANALYSIEREN P Bei der Fotosynthese nehmen Pflanzen Kohlenstoffdioxid und Wasser auf und bilden daraus Traubenzucker und Sauerstoff. Benenne Edukte und Produkte und erkläre, ob es sich um eine Synthese oder eine Analyse handelt – oder um keines von beiden. Begründe.

---

---

---

---

**3.2e** ★★★★★ **ERSCHAFFEN** P Erfinde drei eigene Alltagsbeispiele für chemische Reaktionen und formuliere für jede die Wortgleichung. Ordne jede Reaktion als Synthese, Analyse oder Umsetzung ein und begründe deine Zuordnung.

---



---



---



---



---



---

### **Im Alltag: Rost am Fahrrad**

Hast du schon einmal bemerkt, wie ein Fahrradrahmen nach dem Winter rotbraun anlauft? Das ist eine chemische Reaktion: Eisen reagiert mit Sauerstoff und Wasser aus der Luft zu Eisenoxid (Rost). Die Formel lautet vereinfacht: Eisen + Sauerstoff + Wasser → Eisenoxid. Da dabei ein neuer Stoff mit neuen Eigenschaften entsteht – Rost ist brüchig und schutzlos, Eisen war glatt und fest – handelt es sich um eine echte chemische Reaktion, nicht bloss um eine Zustandsänderung.

### **Backpulver + Essig: Warum sprudelt es?**

Wenn du Backpulver (Natriumhydrogencarbonat) mit Essig (Essigsäure) mischst, sprudelt es heftig. Dabei entsteht CO<sub>2</sub>-Gas, das als Bläschen aufsteigt. Die Reaktion lautet vereinfacht: Natriumhydrogencarbonat + Essigsäure → Natriumacetat + Wasser + Kohlenstoffdioxid. Das ist eine echte chemische Reaktion, denn es entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften.

### **Rosten eines Nagels**

Wenn du einen Eisennagel mehrere Tage feucht liegen lässt, bildet sich langsam eine rotbraune Schicht: Rost. Eisen reagiert dabei langsam mit Sauerstoff und Wasser aus der Luft zu Eisenoxid (Rost). Diese langsame Oxidation unterscheidet sich von einer Verbrennung nur durch die Geschwindigkeit – chemisch gesehen ist es derselbe Vorgang.

### 3.3 Die chemische Zeichensprache

In der Chemie werden Stoffe und ihre Reaktionen mit einer internationalen Zeichensprache beschrieben. Jedes chemische Element hat ein eigenes **chemisches Symbol** – ein oder zwei Buchstaben, die auf den lateinischen oder griechischen Namen des Elements zurückgehen. Diese Symbole sind weltweit gleich: Ein Chemiker in Japan versteht dieselben Symbole wie eine Chemikerin in der Schweiz.

#### Wichtige chemische Symbole

Symbol	Element	Herkunft des Namens
H	Wasserstoff (Hydrogenium)	griech. hydor = Wasser
C	Kohlenstoff (Carboneum)	lat. carbo = Kohle
N	Stickstoff (Nitrogenium)	griech. nitron = Soda
O	Sauerstoff (Oxygenium)	griech. oxys = sauer
S	Schwefel (Sulfur)	lat. sulfur = Schwefel
Fe	Eisen (Ferrum)	lat. ferrum = Eisen
Cu	Kupfer (Cuprum)	lat. cuprum = Kupfer
Zn	Zink (Zincum)	persisch zangaar = Stein
Ag	Silber (Argentum)	lat. argentum = Silber
Au	Gold (Aurum)	lat. aurum = Gold
Na	Natrium	arab. natrun = Soda
Cl	Chlor	griech. chloros = grüngelb
Ca	Calcium	lat. calx = Kalk

#### Wortgleichungen

Eine **Wortgleichung** beschreibt eine chemische Reaktion in Worten. Auf der linken Seite stehen die Edukte, der Pfeil steht für «reagiert zu», und auf der rechten Seite stehen die Produkte. Wenn mehrere Edukte oder Produkte beteiligt sind, werden sie mit einem Pluszeichen verbunden.

Eisen + Schwefel → Eisensulfid

Kohlenstoff + Sauerstoff → Kohlenstoffdioxid

Magnesium + Sauerstoff → Magnesiumoxid

## Übung: Wortgleichungen ergänzen

Ergänze die fehlenden Begriffe in den folgenden Wortgleichungen und Aussagen:

Eisen + Schwefel → .....

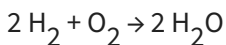
Kohlenstoff + Sauerstoff → .....

Bei jeder chemischen Reaktion bleibt die ..... erhalten.

Stoffe vor der Reaktion heissen Edukte, Stoffe nach der Reaktion heissen .....

## Reaktionsgleichungen mit Formeln

Eine **Reaktionsgleichung** verwendet die chemischen Symbole und Formeln, um eine Reaktion noch genauer darzustellen. Die kleine tiefgestellte Zahl hinter einem Elementsymbol gibt an, wie viele Atome dieses Elements in einem Teilchen (Molekül) enthalten sind. Die grosse Zahl **vor** einer Formel gibt an, wie viele Teilchen davon beteiligt sind.



Diese Gleichung liest man so: Zwei Moleküle Wasserstoff reagieren mit einem Molekül Sauerstoff zu zwei Molekülen Wasser. Beachte: Auf beiden Seiten des Pfeils ist die Anzahl der Atome gleich – es gibt links 4 Wasserstoffatome und 2 Sauerstoffatome, und rechts ebenfalls 4 Wasserstoffatome und 2 Sauerstoffatome. Die Gleichung ist **ausgeglichen**. Warum das so sein muss, erklärt das Gesetz der Massenerhaltung.

### Merke: Reaktionsgleichungen ausgleichen

Eine Reaktionsgleichung muss immer ausgeglichen sein: Die Anzahl jedes Atomtyps muss links und rechts des Reaktionspfeils gleich sein. Das liegt daran, dass bei chemischen Reaktionen keine Atome erzeugt oder vernichtet werden – sie werden nur umgruppiert.

## Übung: Reaktionsgleichung – Lückentext

Bei einer chemischen Reaktion heissen die Ausgangsstoffe ....., die neu entstandenen Stoffe heissen .....

In einer Reaktionsgleichung steht das Zeichen ..... zwischen Edukten und Produkten. Eine Gleichung muss immer ..... sein, damit die Anzahl der Atome auf beiden Seiten gleich ist.

**VERTIEFUNG P**

## Reaktionsgleichungen ausgleichen – Strategie und Übungen

Beim Ausgleichen einer Reaktionsgleichung darf man nur die grossen Zahlen (Koeffizienten) vor den Formeln ändern – niemals die kleinen tiefgestellten Zahlen innerhalb der Formeln, denn diese geben die Zusammensetzung des Stoffes an.

### Strategie:

1. Schreibe die korrekte Formel für alle Edukte und Produkte auf.
2. Zähle die Atome jedes Elements auf beiden Seiten.
3. Beginne mit dem Element, das am seltensten vorkommt.
4. Setze Koeffizienten so, dass die Atomzahlen auf beiden Seiten gleich sind.
5. Überprüfe am Schluss alle Elemente nochmals.

## Experiment: Eisen und Schwefel – eine Synthese

### Fragestellung

Was passiert, wenn man ein Gemisch aus Eisenpulver und Schwefelpulver erhitzt? Entsteht ein neuer Stoff?

### Material

Eisenpulver (ca. 7 g)

Schwefelpulver (ca. 4 g)

Reagenzglas (schwer schmelzbar)

Reagenzglashalter

Bunsenbrenner

Magnet

Schutzbrille

Mörser

**Sicherheit:** Schutzbrille tragen! Reaktion setzt giftiges Schwefeldioxid frei – nur im Abzug oder bei guter Belüftung durchführen! Lehrkraft-Demonstration.

### Durchführung

1. Mische 7 g Eisenpulver und 4 g Schwefelpulver gründlich im Mörser.
2. Prüfe das Gemisch mit dem Magneten. Notiere deine Beobachtung.
3. Fülle das Gemisch in das Reagenzglas und erhitze es vorsichtig mit dem Bunsenbrenner.
4. Beobachte: Was passiert, nachdem die Reaktion einmal gestartet ist?
5. Lass das Reagenzglas abkühlen. Zerschlage es vorsichtig (Schutzbrille!) und prüfe den entstandenen Stoff mit dem Magneten.

### Beobachtung

Zeitpunkt	Beobachtung
Vor dem Erhitzen (Magnettest)	
Beim Erhitzen	
Nach dem Abkühlen (Aussehen)	
Nach dem Abkühlen (Magnettest)	

## Auswertung

### NIVEAU A

**A1:** Beschreibe, was du beobachtet hast. Sind Eisen und Schwefel noch vorhanden?

**A2:** Reagiert der neue Stoff auf den Magneten? Was bedeutet das?

### NIVEAU E

**E1:** Stelle eine Wortgleichung für diese Reaktion auf.

**E2:** Erkläre, warum dies eine chemische Reaktion und kein physikalischer Vorgang ist. Nenne mindestens zwei Kennzeichen.

### NIVEAU P

**P1:** Die Reaktion ist exotherm. Was bedeutet das? Welche Beobachtung stützt diese Aussage?

**P2:** Erkläre den Versuch mit dem Teilchenmodell. Was passiert auf der Ebene der Atome?

### Aufgaben zu 3.3

**3.3a** ★ WISSEN Gib die chemischen Symbole für folgende Elemente an: Sauerstoff, Eisen, Kohlenstoff, Schwefel, Gold.

---

---

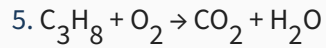
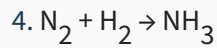
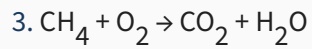
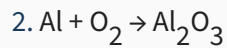
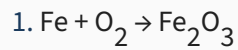
**3.3b** ★★ VERSTEHEN Lies die folgende Reaktionsgleichung in Worten vor:  $2 \text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{MgO}$ .  
Was bedeuten die Zahlen «2» vor Mg und MgO?

---

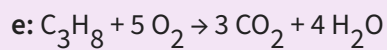
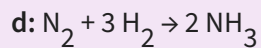
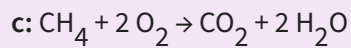
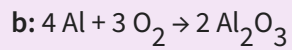
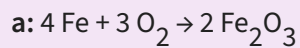
---

---

**3.3c** ★★★ ANWENDEN E/P Gleiche die folgenden Reaktionsgleichungen aus:



**Lösungen anzeigen**



**3.3d** ★★★ ANALYSIEREN P Die Verbrennung von Methan (Erdgas) ergibt Kohlenstoffdioxid und Wasser. Stelle die vollständige Reaktionsgleichung mit Formeln auf, gleiche sie aus und zähle zur Kontrolle alle Atome auf beiden Seiten.

---

---

---

---

---

**3.3e** ★★★★★ ERSCHAFFEN P Schreibe einen kurzen «Spickzettel» (max. 1 Seite), der einem Mitschüler oder einer Mitschülerin erklärt, wie man Schritt für Schritt eine Reaktionsgleichung aufstellt und ausgleicht. Verwende ein eigenes Beispiel, das im Unterricht noch nicht vorkam.

---

---

---

---

---

---

---

---

**3.3f** ★ WISSEN Was bedeutet das chemische Symbol «Fe» und woher stammt es? Nenne ausserdem das Symbol für Sauerstoff und Schwefel.

---

---

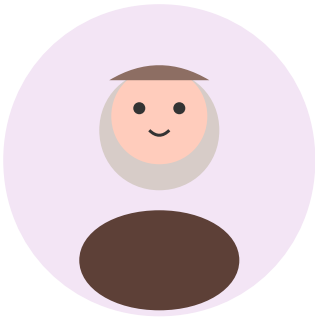
**3.3g** ★★ VERSTEHEN Erkläre den Unterschied zwischen einer Wortgleichung und einer Reaktionsgleichung mit Formeln. Wann ist welche Form sinnvoll?

---

---

---

## 3.4 Das Gesetz der Massenerhaltung



Antoine Lavoisier  
(1743–1794)

Der französische Chemiker **Antoine Laurent de Lavoisier** (1743–1794) gilt als Begründer der modernen Chemie. Er stellte ein Gesetz auf, das bis heute zu den wichtigsten Grundsätzen der Chemie gehört: das **Gesetz der Massenerhaltung** (auch: Gesetz der Erhaltung der Masse).

Lavoisier war einer der Ersten, der bei chemischen Experimenten systematisch Waagen einsetzte. Er wog die Ausgangsstoffe vor der Reaktion und die Endstoffe danach – immer in geschlossenen Gefässen, damit keine Stoffe entweichen konnten. Sein Ergebnis war bahnbrechend: **Die Gesamtmasse ändert sich bei einer chemischen Reaktion nicht.**

### Gesetz der Massenerhaltung

Bei einer chemischen Reaktion in einem geschlossenen System ist die Gesamtmasse der Produkte gleich der Gesamtmasse der Edukte. Es geht keine Masse verloren, und es entsteht keine neue Masse. Die Atome werden bei einer Reaktion lediglich umgruppiert, aber weder erzeugt noch vernichtet.

Masse der Edukte = Masse der Produkte

Im Teilchenmodell lässt sich die Massenerhaltung gut verstehen: Bei einer chemischen Reaktion werden die Atome nur neu angeordnet. Es sind nach der Reaktion genau dieselben Atome vorhanden wie vorher – nur in einer anderen Kombination. Da die Anzahl und die Art der Atome gleich bleiben, bleibt auch die Masse gleich.

**Scheinbarer Widerspruch:** Wenn du Stahlwolle auf einer offenen Waage verbrennst, wird sie schwerer! Wie passt das zum Gesetz der Massenerhaltung? Ganz einfach: Das Eisen verbindet sich mit dem Sauerstoff aus der Luft. Dieser Sauerstoff hat eine Masse und kommt hinzu. Wenn du die Reaktion in einem geschlossenen Gefäss durchführst und die Luft mitwiegst, bleibt die Gesamtmasse gleich. Das Gesetz gilt also immer – man muss nur alle beteiligten Stoffe berücksichtigen, auch die Gase!

**Merke: Lavoisiers Erkenntnis**

«Nichts geht verloren, nichts entsteht aus dem Nichts.» – Atome werden bei chemischen Reaktionen nur umgruppiert, nicht erschaffen oder zerstört. Deshalb müssen Reaktionsgleichungen ausgeglichen sein.

**VERTIEFUNG E****Die Geschichte von Antoine Lavoisier**

Antoine Laurent de Lavoisier wurde 1743 in Paris in eine wohlhabende Familie geboren. Nach einem Jurastudium wandte er sich der Naturwissenschaft zu und wurde zum Begründer der modernen Chemie. Sein grösster Beitrag war die Erkenntnis, dass bei chemischen Reaktionen die Masse erhalten bleibt. Er widerlegte damit die bis dahin verbreitete «Phlogiston-Theorie», die behauptete, dass beim Verbrennen ein unsichtbarer Stoff namens Phlogiston entweiche.

Lavoisier führte akribische Wäageexperimente durch. Er verbrannte Metalle in geschlossenen Gefässen und stellte fest, dass die Gesamtmasse sich nicht änderte – nur die Verteilung der Masse zwischen den Stoffen verschob sich. Er erkannte auch, dass Sauerstoff die Rolle spielt, die man vorher dem Phlogiston zugeschrieben hatte: Sauerstoff verbindet sich bei der Verbrennung mit dem Brennstoff.

Tragischerweise wurde Lavoisier während der Französischen Revolution 1794 auf der Guillotine hingerichtet – nicht wegen seiner Forschung, sondern weil er als Steuerpächter gearbeitet hatte. Der Mathematiker Lagrange sagte über seine Hinrichtung: Es hat nur einen Augenblick gedauert, seinen Kopf abzuschlagen, aber hundert Jahre werden nicht ausreichen, einen gleichwertigen hervorzubringen.

## Experiment: Kalkwasser-Probe (CO<sub>2</sub>-Nachweis)

### Fragestellung

Enthält unsere Ausatemluft Kohlenstoffdioxid? Enthält Sprudelwasser CO<sub>2</sub>?

### Material

Kalkwasser (Ca(OH)<sub>2</sub>-Lösung)

2 Reagenzgläser

Trinkhalm

Sprudelwasser

Schutzbrille

**Sicherheit:** Schutzbrille tragen! Kalkwasser nicht trinken – es ist leicht ätzend. Beim Pusten durch den Trinkhalm darauf achten, dass man nicht versehentlich Kalkwasser ansaugt!

### Durchführung

1. Fülle zwei Reagenzgläser je zur Hälfte mit klarem Kalkwasser.
2. **Reagenzglas 1:** Puste vorsichtig mit dem Trinkhalm durch das Kalkwasser (Ausatemluft).
3. **Reagenzglas 2:** Giesse etwas Sprudelwasser zum Kalkwasser und schwenke das Reagenzglas.
4. Beobachte beide Reagenzgläser genau.

### Beobachtung

Reagenzglas	Beobachtung
1 (Ausatemluft)	
2 (Sprudelwasser)	

### Auswertung

#### NIVEAU A

**A1:** Was ist mit dem Kalkwasser passiert? Beschreibe das Aussehen.

#### NIVEAU E

**E1:** Erkläre, warum das Kalkwasser sich trübt. Stelle die Wortgleichung auf.

**NIVEAU P**

**P1:** Schreibe die Reaktionsgleichung mit Formeln auf und erkläre, warum Kalkwasser spezifisch auf  $\text{CO}_2$  reagiert.

## Aufgaben zu 3.4

**3.4a** ★ WISSEN Formuliere das Gesetz der Massenerhaltung in einem Satz.

---

---

**3.4b** ★★ VERSTEHEN Wenn man Stahlwolle auf einer offenen Waage verbrennt, wird sie schwerer. Widerspricht das dem Gesetz der Massenerhaltung? Erkläre.

---

---

---

**3.4c** ★★★ ANWENDEN E/P Bei einem Experiment werden 5.6 g Eisen mit 3.2 g Schwefel erhitzt. Nach der Reaktion wiegt das Produkt 8.8 g. Erkläre dieses Ergebnis mit dem Gesetz der Massenerhaltung.

---

---

---

---

**3.4d** ★★★★★ ANALYSIEREN P Lavoisier verbrannte Zinn in einem geschlossenen Gefäss. Die Gesamtmasse änderte sich nicht. Als er das Gefäss öffnete, strömte Luft hinein und die Masse nahm zu. Erkläre beide Beobachtungen und begründe, warum Lavoisier daraus das Gesetz der Massenerhaltung ableiten konnte.

---

---

---

---

---

**3.4e** ★★★★★ **ERSCHAFFEN** P Entwirf ein eigenes Experiment (mit Alltagsmaterialien), mit dem du das Gesetz der Massenerhaltung überprüfen könntest. Beschreibe Material, Durchführung und erkläre, welches Ergebnis du erwartest und warum.

---

---

---

---

---

---

---

### Massenerhaltung nachprüfen

Du kannst das Gesetz der Massenerhaltung selbst überprüfen: Gib Backpulver und Essig in einen verschliessbaren Plastikbeutel und wiege das Ganze auf einer genauen Waage. Verschliesse den Beutel fest und mische die Stoffe, indem du den Beutel kippst. Es sprudelt heftig –  $\text{CO}_2$ -Gas entsteht und bläht den Beutel auf. Wenn du nun erneut wiegst, zeigt die Waage exakt dieselbe Masse an. Die Atome wurden nur umgruppiert, kein einziges ging verloren. Öffnest du den Beutel, entweicht das  $\text{CO}_2$ -Gas und die Masse sinkt – aber nur, weil Gas entwichen ist.

### 3.5 Nachweisreaktionen – Stoffe identifizieren

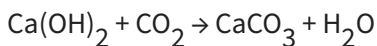
In der Chemie reicht es nicht, nur neue Stoffe herzustellen – man muss auch herausfinden können, **welche** Stoffe vorhanden sind. Dazu gibt es sogenannte **Nachweisreaktionen**: spezielle chemische Reaktionen, die einen ganz bestimmten Stoff durch eine eindeutige Beobachtung (z.B. Farbänderung, Trübung, Geräusch) anzeigen. Nachweisreaktionen gehören zum grundlegenden Werkzeug jeder Chemikerin und jedes Chemikers.

#### Kohlenstoffdioxid-Nachweis (CO<sub>2</sub>): Kalkwasserprobe

**Durchführung:** Man leitet das zu prüfende Gas durch eine klare Calciumhydroxid-Lösung (**Kalkwasser**). Dies geschieht oft mit einem Schlauch oder Glasrohr, das in die Lösung eintaucht.

**Beobachtung:** Enthält das Gas Kohlenstoffdioxid, **trübt sich das Kalkwasser milchig weiss**. Es bildet sich ein feiner, weisser Niederschlag.

**Erklärung:** Das CO<sub>2</sub> reagiert mit dem gelösten Calciumhydroxid zu unlöslichem Calciumcarbonat (Kalk), das als weisser Niederschlag ausfällt.



#### Sauerstoff-Nachweis (O<sub>2</sub>): Glimmspanprobe

**Durchführung:** Man entzündet einen Holzspan und pustet die Flamme aus, sodass der Span nur noch glüht (Glimmspan). Diesen glühenden Span hält man in das zu prüfende Gas.

**Beobachtung:** Enthält das Gas Sauerstoff, **flammt der Glimmspan wieder hell auf** und brennt mit einer deutlichen Flamme weiter.

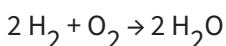
**Erklärung:** Sauerstoff ist das Gas, das Verbrennungen unterstützt. Die erhöhte Sauerstoffkonzentration liefert genug «Brennhilfe», um den glühenden Span wieder zum Brennen zu bringen.

#### Wasserstoff-Nachweis (H<sub>2</sub>): Knallgasprobe

**Durchführung:** Man fängt das zu prüfende Gas in einem kleinen Reagenzglas auf und hält die Öffnung an eine Flamme. **Wichtig:** Immer nur kleine Mengen prüfen!

**Beobachtung:** Enthält das Reagenzglas **reinen Wasserstoff**, hört man ein leises «Plopp». Enthält es ein **Gemisch aus Wasserstoff und Luft** (Knallgas), ertönt ein deutliches Pfeifen oder sogar ein lauter Knall.

**Erklärung:** Der Wasserstoff reagiert mit dem Sauerstoff aus der Luft zu Wasser. Bei einem explosionsfähigen Gemisch (Knallgas) verläuft die Reaktion sehr heftig.



## Stärke-Nachweis: Iod-Probe

**Durchführung:** Man gibt wenige Tropfen **Iod-Kaliumiodid-Lösung** (auch: Lugolsche Lösung) auf die zu prüfende Substanz.

**Beobachtung:** Enthält die Probe Stärke, **entsteht eine intensive blaviolette bis schwarze Färbung**.

**Erklärung:** Die Iodmoleküle lagern sich in die spiralförmigen Stärkemoleküle (Amylose) ein und bilden einen farbigen Einschlussverbindung. Diese Farbreaktion ist sehr empfindlich – schon kleinste Mengen Stärke genügen.

## Traubenzucker-Nachweis (Glucose): Fehling-Probe

**Durchführung:** Man vermischt die zu prüfende Lösung mit gleichen Teilen Fehling-Lösung I (Kupfersulfat-Lösung, blau) und Fehling-Lösung II (Kaliumnatriumtartrat in Natronlauge). Dann erhitzt man das Gemisch vorsichtig im Wasserbad.

**Beobachtung:** Enthält die Probe Traubenzucker (oder andere reduzierende Zucker), verfärbt sich die Lösung zunächst grün, dann gelb, und schliesslich bildet sich ein **ziegelroter Niederschlag** (Kupfer(I)-oxid).

**Erklärung:** Der Traubenzucker reduziert die Kupfer(II)-Ionen zu Kupfer(I)-oxid, das als roter Feststoff ausfällt.

## Protein-Nachweis (Eiweiss): Biuret-Reaktion

**Durchführung:** Man versetzt die zu prüfende Lösung mit verdünnter Natronlauge und gibt anschliessend tropfenweise verdünnte Kupfersulfat-Lösung hinzu.

**Beobachtung:** Enthält die Probe Proteine, **entsteht eine violette Färbung**.

**Erklärung:** Die Kupfer(II)-Ionen bilden mit den Peptidbindungen der Proteine einen violetten Komplex. Je mehr Protein vorhanden ist, desto intensiver die Färbung.

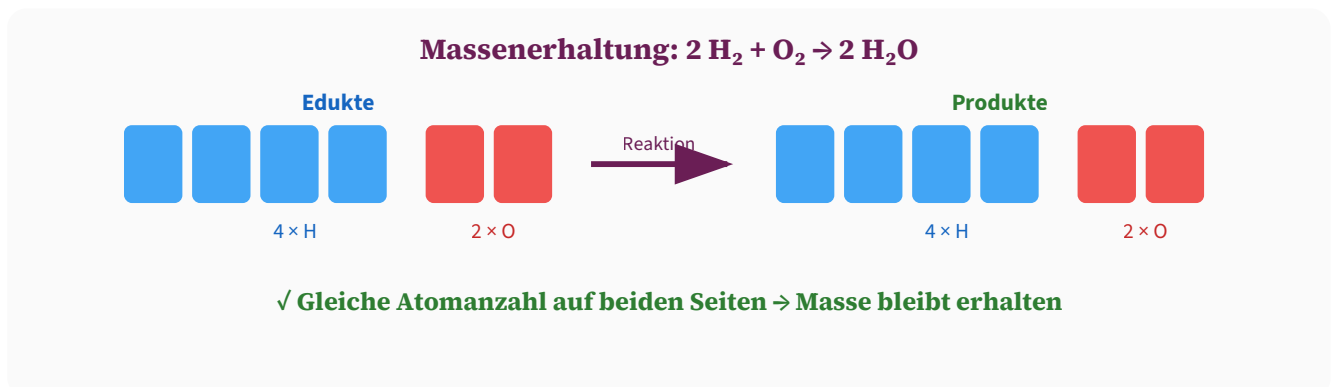


Abb. 3.N2: Bei der Reaktion  $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$  sind auf beiden Seiten je 4 Wasserstoff- und 2 Sauerstoffatome vorhanden – die Masse bleibt erhalten.

## Hefteintrag: Wichtige Nachweisreaktionen

Stoff	Nachweis	Beobachtung
CO <sub>2</sub>	Kalkwasserprobe	Kalkwasser trübt sich milchig weiss
O <sub>2</sub>	Glimmspanprobe	Glühender Span flammt auf
H <sub>2</sub>	Knallgasprobe	Leises «Plopp» (rein) oder Knall (Gemisch)
Stärke	Iod-Probe	Blauviolette Färbung
Traubenzucker	Fehling-Probe	Ziegelroter Niederschlag
Protein	Biuret-Reaktion	Violette Färbung

## Aufgaben zu 3.5

**3.5a** ★ WISSEN Nenne den Nachweis für Kohlenstoffdioxid, Sauerstoff und Wasserstoff. Beschreibe jeweils die Beobachtung.

---

---

**3.5b** ★★ VERSTEHEN Erkläre, warum die Kalkwasserprobe eine chemische Reaktion und kein physikalischer Vorgang ist. Welche Kennzeichen erkennst du?

---

---

---

**3.5c** ★★★ ANWENDEN E/P Du hast drei Reagenzgläser mit farblosen Gasen: eines enthält Sauerstoff, eines Wasserstoff, eines Kohlenstoffdioxid. Beschreibe Schritt für Schritt, wie du mit Nachweisreaktionen herausfinden kannst, welches Gas in welchem Reagenzglas steckt.

---

---

---

---

**3.5d** ★★★★ ANALYSIEREN P Du untersuchst ein unbekanntes Lebensmittel. Die Iod-Probe fällt positiv aus, die Fehling-Probe ebenfalls, die Biuret-Reaktion jedoch negativ. Welche Nährstoffe enthält das Lebensmittel wahrscheinlich und welchen nicht? Begründe.

---

---

---

---

---

**3.5e** ★★★★★ **ERSCHAFFEN** **P** Du arbeitest im Labor und erhältst fünf unbekannte Proben (A–E). Entwickle einen systematischen «Analyseplan», mit dem du möglichst effizient herausfinden kannst, welche Stoffe ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$ , Stärke, Glucose, Protein) in den Proben enthalten sind. Stelle deinen Plan als Flussdiagramm dar.

---

---

---

---

---

---

---

### **Im Alltag: Backen – Warum Teig aufgeht**

Wenn du einen Kuchen bäckst, läuft im Ofen eine chemische Reaktion ab: Das Backpulver (Natriumhydrogencarbonat) zersetzt sich bei Hitze und bildet Kohlenstoffdioxid-Gas. Diese Gasblasen lassen den Teig aufgehen. Das ist eine Analyse – ein Stoff wird in einfachere Stoffe zerlegt. Gleichzeitig reagieren Proteine und Zucker miteinander (Maillard-Reaktion) und erzeugen die braune, aromatische Kruste. Ohne chemische Reaktionen – kein Kuchen!

### **Handwärmer: exotherme Reaktion nutzen**

Wiederverwendbare Handwärmer enthalten eine übersättigte Natriumacetat-Lösung. Wenn du das Metallplättchen im Innern knickst, beginnt die Lösung schlagartig zu kristallisieren. Diese Kristallisation ist eine exotherme Reaktion: Die freigesetzte Energie erwärmt den Handwärmer auf bis zu  $54\text{ °C}$ . Zum Zurücksetzen legst du ihn in kochendes Wasser – die Kristalle lösen sich wieder auf.

## 3.6 Energieumsatz bei chemischen Reaktionen

Jede chemische Reaktion ist mit einem Energieumsatz verbunden. Das bedeutet: Bei jeder Reaktion wird entweder Energie freigesetzt oder Energie aufgenommen. Diese Energie kann in verschiedenen Formen auftreten – als Wärme, Licht, elektrische Energie oder Schall. Je nachdem, ob Energie frei wird oder aufgenommen wird, unterscheidet man zwei Arten von Reaktionen.

### Exotherme Reaktionen

Bei einer **exothermen Reaktion** (griech. exo = heraus, thermos = Wärme) wird Energie – meist in Form von Wärme und manchmal Licht – an die Umgebung **abgegeben**. Die Produkte enthalten weniger Energie als die Edukte; die Differenz wird freigesetzt. Die Umgebung wird wärmer.

**Beispiele:** Jede Verbrennung ist exotherm (Kerze, Gasherd, Holzfeuer). Auch die Thermit-Reaktion (Aluminium + Eisenoxid) ist so stark exotherm, dass dabei flüssiges Eisen entsteht – Temperaturen über 2000 °C! Im Alltag nutzen wir exotherme Reaktionen als Energiequelle: im Auto (Benzinverbrennung), bei Handwärmern oder beim Kochen auf dem Gasherd.

### Endotherme Reaktionen

Bei einer **endothermen Reaktion** (griech. endon = innen) wird Energie aus der Umgebung **aufgenommen**. Die Produkte enthalten mehr Energie als die Edukte; die Differenz muss aus der Umgebung zugeführt werden. Die Umgebung wird kälter.

**Beispiele:** Die Photosynthese ist die wichtigste endotherme Reaktion der Erde – Pflanzen nutzen Lichtenergie, um aus  $\text{CO}_2$  und Wasser energiereichen Traubenzucker herzustellen. Auch das Kalkbrennen (Calciumcarbonat wird bei hohen Temperaturen zu Calciumoxid und  $\text{CO}_2$  zersetzt) ist endotherm. Im Alltag kennt man Kältekompressen, die sich abkühlen, wenn man sie aktiviert – auch dort läuft eine endotherme Reaktion ab.

### Aktivierungsenergie

Auch exotherme Reaktionen laufen nicht einfach von alleine ab – sie brauchen einen «Anstoss», um zu starten. Diese Mindestenergie, die man zuführen muss, heisst **Aktivierungsenergie**. Denke an ein Streichholz: Der Phosphor an der Reibfläche entzündet sich erst, wenn du mit genügend Kraft darüberreibst – die Reibung liefert die Aktivierungsenergie. Danach läuft die exotherme Verbrennung von alleine weiter, weil die freigesetzte Energie ausreicht, um weitere Teilchen zu aktivieren.

Die Aktivierungsenergie ist wie ein Hügel, den die Edukte «überklettern» müssen, bevor sie zu Produkten werden können. Je höher dieser Hügel, desto schwerer ist die Reaktion zu starten.

## Katalysator

Ein *Katalysator* ist ein Stoff, der die Aktivierungsenergie einer Reaktion senkt, **ohne selbst dabei verbraucht zu werden**. Der Katalysator bietet den Edukten einen «Umweg» mit einem niedrigeren Energiehügel. Dadurch läuft die Reaktion schneller ab oder startet bei niedrigerer Temperatur.

**Beispiel:** Wenn man Wasserstoffperoxid ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) allein stehen lässt, zersetzt es sich nur sehr langsam in Wasser und Sauerstoff. Gibt man jedoch etwas Mangandioxid ( $\text{MnO}_2$ ) hinzu, zersetzt sich das  $\text{H}_2\text{O}_2$  in Sekunden – es schäumt heftig, und Sauerstoff entweicht. Das  $\text{MnO}_2$  kann man nachher unverändert zurückgewinnen. Auch im menschlichen Körper arbeiten Tausende von Katalysatoren – die **Enzyme**.

### Energiediagramm: Exotherm vs. Endotherm

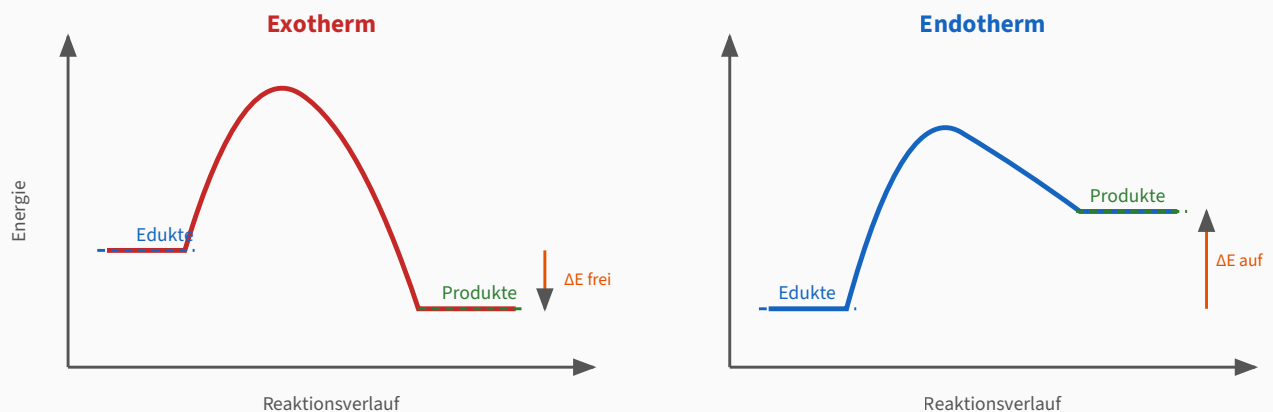


Abb. 3.N3: Links exotherm – die Produkte liegen energetisch tiefer als die Edukte (Energie wird frei). Rechts endotherm – die Produkte liegen höher (Energie wird aufgenommen).

### Katalysator: Aktivierungsenergie wird gesenkt

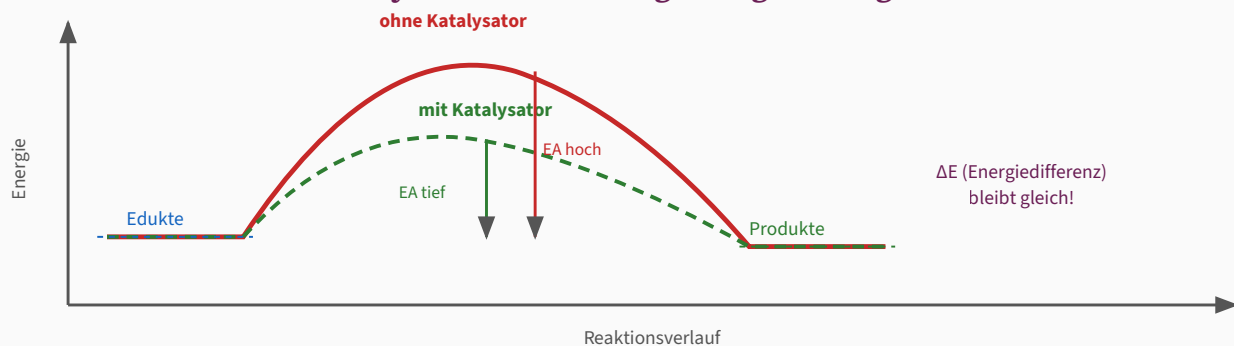


Abb. 3.N4: Ein Katalysator senkt die Aktivierungsenergie (grün gestrichelt), ohne die Gesamtenergiedifferenz zwischen Edukten und Produkten zu verändern.

## Energieänderung bei Reaktionen – Zusammenfassung

**Exotherme Reaktion:** Die Produkte haben weniger Energie als die Edukte. Die Differenz wird als Wärme (oder Licht) an die Umgebung abgegeben. Die Umgebung wird wärmer. Beispiele: Verbrennung, Thermit-Reaktion, Handwärmer.

**Endotherme Reaktion:** Die Produkte haben mehr Energie als die Edukte. Die fehlende Energie wird aus der Umgebung aufgenommen. Die Umgebung wird kälter. Beispiele: Fotosynthese, Kalkbrennen, Kältekompresse.

**Aktivierungsenergie ( $E_A$ ):** Jede Reaktion – auch exotherme – braucht einen Energieanstoss zum Starten. Im Energiediagramm erscheint sie als «Hügel» zwischen Edukten und Produkten.

**Katalysator:** Senkt den Energiehügel (die Aktivierungsenergie), ohne selbst verbraucht zu werden. Dadurch läuft die Reaktion schneller ab oder startet bei tieferer Temperatur.

## Enzyme als biologische Katalysatoren

Im menschlichen Körper arbeiten Tausende von Enzymen als biologische Katalysatoren. Sie beschleunigen biochemische Reaktionen, die sonst viel zu langsam ablaufen würden. Zum Beispiel zerlegt das Enzym Amylase in deinem Speichel Stärke in Zucker – bereits beim Kauen. Ohne Enzyme könnte dein Körper Nahrung nicht verdauen, Muskeln nicht bewegen und Zellen nicht teilen. Jedes Enzym ist auf eine bestimmte Reaktion spezialisiert (Schlüssel-Schloss-Prinzip) und funktioniert am besten bei Körpertemperatur (ca. 37 °C).

### Aktivierungsenergie → Reaktionsgeschwindigkeit

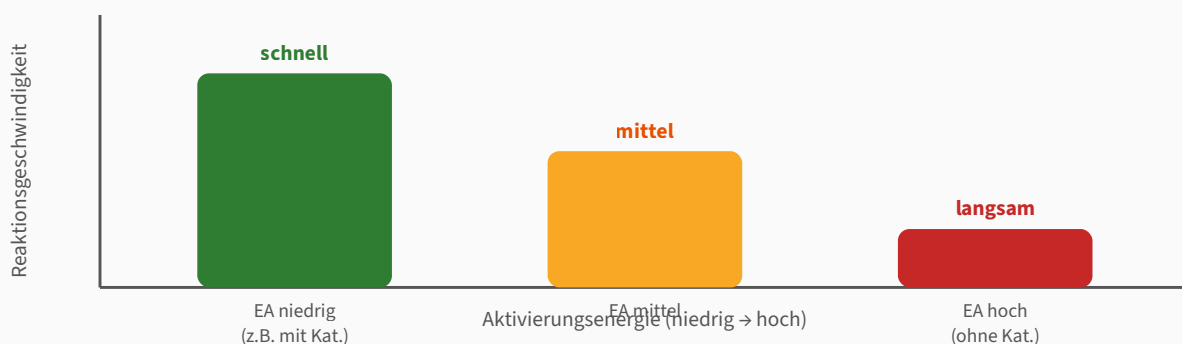


Abb. 3.N5: Je niedriger die Aktivierungsenergie (z.B. dank Katalysator), desto schneller läuft die Reaktion ab.

## Energiediagramme verstehen

Ein **Energiediagramm** zeigt den Energieverlauf einer chemischen Reaktion grafisch. Auf der y-Achse steht die Energie, auf der x-Achse der Reaktionsverlauf. Man erkennt das Energieniveau der Edukte, den «Energiehügel» (Aktivierungsenergie) und das Energieniveau der Produkte. Bei exothermen Reaktionen liegen die Produkte tiefer als die Edukte (Energie wurde frei), bei endothermen Reaktionen liegen sie höher (Energie wurde aufgenommen).

### Interaktive Illustration: Energiediagramm

Verändere die Einstellungen und beobachte, wie sich das Energiediagramm verändert.

----- Exotherm ----- Endotherm Aktivierungsenergie: ----- 60  
 ----- Katalysator

Abb. 3.2: Interaktives Energiediagramm – verändere Reaktionstyp, Aktivierungsenergie und Katalysator.

### Interaktive Übung: Energiediagramm-Builder

Baue dein eigenes Energiediagramm! Wähle die Parameter und beobachte, wie sich das Diagramm verändert.

Reaktionstyp:  Aktivierungsenergie: ----- 50  
 ----- Mit Katalysator

Abb. 3.3: Dein selbst gebautes Energiediagramm.

## Hefteintrag: Exotherm und endotherm

**Exotherme Reaktion:** Energie wird an die Umgebung **abgegeben** (es wird wärmer).

Beispiele: Verbrennung, Thermit-Reaktion, Handwärmer

**Endotherme Reaktion:** Energie wird aus der Umgebung **aufgenommen** (es wird kälter).

Beispiele: Fotosynthese, Kalkbrennen, Kältekompresse

**Aktivierungsenergie ( $E_A$ ):** Mindestenergie, um eine Reaktion zu starten.

**Katalysator:** Senkt die Aktivierungsenergie, wird selbst nicht verbraucht.

Beispiel:  $\text{MnO}_2$  bei der Zersetzung von  $\text{H}_2\text{O}_2$



## Experiment: Elefantenzahnpasta – der Katalysator in Aktion

### Fragestellung

Was bewirkt ein Katalysator bei der Zersetzung von Wasserstoffperoxid?

### Material

Wasserstoffperoxid ( $\text{H}_2\text{O}_2$ , 30 %)

Spülmittel (einige Tropfen)

Lebensmittelfarbe (optional)

Mangandioxid ( $\text{MnO}_2$ ) oder Trockenhefe

Standzylinder oder PET-Flasche

Auffangwanne

Schutzbrille und Handschuhe

**Sicherheit:** 30 %  $\text{H}_2\text{O}_2$  ist stark ätzend – nur Lehrkraft-Demonstration! Schutzbrille und Handschuhe sind Pflicht. Schaum nicht berühren (heiss und ätzend). Auffangwanne verwenden!

### Durchführung

1. Stelle den Standzylinder in die Auffangwanne.
2. Gib ca. 50 ml Wasserstoffperoxid (30 %) in den Standzylinder.
3. Füge einige Tropfen Spülmittel und optional Lebensmittelfarbe hinzu.
4. Gib eine Spatelspitze Mangandioxid (oder aufgelöste Hefe) dazu und tritt sofort zurück!
5. Beobachte die Reaktion.

### Beobachtung

Beobachtung	Deine Notizen
Was siehst du?	
Was spürst du (Temperatur)?	
Glimmspanprobe am Schaum?	

### Auswertung

Wasserstoffperoxid  $\rightarrow$  Wasser + Sauerstoff (Katalysator:  $\text{MnO}_2$ )

#### NIVEAU A

**A1:** Woher kommt der Schaum? Welches Gas entsteht?

**NIVEAU E**

**E1:** Welche Rolle spielt das  $\text{MnO}_2$ ? Wird es verbraucht? Erkläre.

**NIVEAU P**

**P1:** Zeichne ein Energiediagramm für diese Reaktion – einmal mit und einmal ohne Katalysator. Beschrifte alle wichtigen Grössen.

## Aufgaben zu 3.6

**3.6a** ★ WISSEN Erkläre in je einem Satz, was eine exotherme und was eine endotherme Reaktion ist.

---

---

**3.6b** ★★ VERSTEHEN Warum brennt ein Streichholz erst, wenn man es reibt, obwohl die Verbrennung exotherm ist? Erkläre mit dem Begriff «Aktivierungsenergie».

---

---

---

**3.6c** ★★★ ANWENDEN (E/P) Ordne folgende Reaktionen als exotherm (EX) oder endotherm (EN) ein und begründe:

1. Holz verbrennt im Kamin.
2. Pflanzen betreiben Fotosynthese.
3. Eine Kältekompressen wird beim Aktivieren kalt.
4. Eine Wunderkerze sprüht Funken.

**3.6d** ★★★ ANALYSIEREN (P) Erkläre mit Hilfe eines Energiediagramms, warum ein Katalysator eine Reaktion beschleunigt, obwohl er die freigesetzte oder aufgenommene Energiemenge nicht verändert. Zeichne ein beschriftetes Diagramm.

---

---

---

---

**3.6e** ★★★★★ ERSCHAFFEN P Stelle dir vor, du musst einem Fünftklässler erklären, was Aktivierungsenergie und Katalysatoren sind – ohne chemische Fachbegriffe. Schreibe eine kurze «Geschichte» oder einen Vergleich aus dem Alltag (z.B. Sport, Kochen, Spielplatz), der beide Konzepte anschaulich erklärt.

---

---

---

---

---

---

---

---

**3.6f** ★ WISSEN Nenne je ein Beispiel für eine exotherme und eine endotherme Reaktion aus dem Alltag und erkläre in einem Satz, wie du sie erkennst.

---

---

**3.6g** ★★ VERSTEHEN Erkläre, warum auch exotherme Reaktionen eine Aktivierungsenergie benötigen. Was würde passieren, wenn es keine Aktivierungsenergie gäbe?

---

---

---

## Kapitelabschluss-Test

Teste dein Wissen! Beantworte die folgenden 8 Fragen zu Kapitel 3.

## Zusammenfassung: Kapitel 3 – Chemische Reaktionen

In diesem Kapitel hast du gelernt, chemische Reaktionen von physikalischen Vorgängen zu unterscheiden. Bei einer **chemischen Reaktion** entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften – erkennbar an Farbänderung, Gasbildung, Geruchsveränderung, Temperaturänderung oder Niederschlag. Die Ausgangsstoffe heissen **Edukte**, die Endstoffe **Produkte**. Bei einer **Synthese** verbinden sich Stoffe zu einem neuen Stoff, bei einer **Analyse** wird ein Stoff in seine Bestandteile zerlegt.

Das **Gesetz der Massenerhaltung** besagt, dass die Gesamtmasse bei einer Reaktion gleich bleibt – Atome werden nur umgruppiert, nicht erzeugt oder vernichtet. Deshalb müssen Reaktionsgleichungen ausgeglichen sein.

Mit **Nachweisreaktionen** kann man bestimmte Stoffe identifizieren:  $\text{CO}_2$  durch Kalkwasser,  $\text{O}_2$  durch die Glimmspanprobe,  $\text{H}_2$  durch die Knallgasprobe, Stärke durch Iod, Glucose durch die Fehling-Probe und Proteine durch die Biuret-Reaktion.

**Exotherme** Reaktionen setzen Energie frei, **endotherme** Reaktionen nehmen Energie auf. Die **Aktivierungsenergie** ist die Mindestenergie zum Starten einer Reaktion. Ein **Katalysator** senkt die Aktivierungsenergie, ohne selbst verbraucht zu werden.

### Glossar

#### Chemische Reaktion

Vorgang, bei dem Edukte in Produkte mit neuen Eigenschaften umgewandelt werden.

#### Physikalischer Vorgang

Veränderung, bei der der Stoff derselbe bleibt (z.B. Schmelzen, Lösen).

#### Edukte

Ausgangsstoffe einer chemischen Reaktion.

#### Produkte

Endstoffe einer chemischen Reaktion.

#### Synthese

Aufbaureaktion: Zwei oder mehr Stoffe verbinden sich zu einem neuen Stoff.

#### Analyse

Zerlegungsreaktion: Ein Stoff wird in zwei oder mehr einfachere Stoffe zerlegt.

#### Wortgleichung

Darstellung einer Reaktion in Worten (z.B. Eisen + Schwefel  $\rightarrow$  Eisensulfid).

#### Reaktionsgleichung

Darstellung einer Reaktion mit chemischen Formeln und Symbolen.

#### Massenerhaltung

Gesamtmasse der Edukte = Gesamtmasse der Produkte.

#### Nachweisreaktion

Spezielle Reaktion, die einen bestimmten Stoff durch eine eindeutige Beobachtung identifiziert.

#### Exotherme Reaktion

Reaktion, die Energie an die Umgebung abgibt (es wird wärmer).

#### Endotherme Reaktion

Reaktion, die Energie aus der Umgebung aufnimmt (es wird kälter).

**Aktivierungsenergie**

Mindestenergie, die zugeführt werden muss, damit eine Reaktion startet.

**Katalysator**

Stoff, der die Aktivierungsenergie senkt, ohne selbst verbraucht zu werden.

**Enzym**

Biologischer Katalysator im Körper von Lebewesen.

**Kalkwasser**

Gesättigte Calciumhydroxid-Lösung, trübt sich bei  $\text{CO}_2$ -Kontakt.

Re:aktiv – Lehrmittel Chemie 8. Klasse, Kanton BL Kapitel 3 – Chemische Reaktionen

Re:aktiv

Lehrmittel Glossar Lernkarten Datenschutz Impressum

Lehrmittel Chemie 8. Klasse · Kanton BL · Lehrplan 21 © 2026 Re:aktiv