

Manchmal muss man etwas nachhelfen – Chemische Reaktionen unter dem Aspekt Energieumsatz

Dr. Leena Bröll, Gundelfingen

Niveau: Sek. I

Dauer: 3 Doppelstunden

Kompetenzen: Die Schülerinnen und Schüler¹ können ...

- erläutern, dass zur Auslösung einiger chemischer Reaktionen Aktivierungsenergie nötig ist
- die Funktion eines Katalysators erklären
- die Wirkung eines Katalysators auf die Aktivierungsenergie beschreiben
- die Beeinflussbarkeit chemischer Reaktionen durch den Einsatz von Katalysatoren beschreiben
- den energetischen Vorteil, wenn chemische Prozesse in der Industrie katalysiert werden, erkennen
- Bezüge zur Biologie herstellen
- Versuche planen und durchführen
- Experimente, Erkenntnisse und Fakten in angemessener Fachsprache präsentieren

Der Beitrag enthält Materialien für:

- ✓ Schülerversuche
- ✓ Blick über den Tellerrand „Chemie“
- ✓ alltagsorientierten Unterricht

Hintergrundinformationen

Bei einer chemischen Reaktion findet immer auch ein **Energieumsatz** statt. Bei vielen chemischen Reaktionen wird Energie z. B. in Form von Licht oder Wärme frei. Und auch in unserem Körper finden chemische Reaktionen statt, die Energie liefern, welche wir benötigen, um eine chemische Reaktion zu starten, muss man oft erst Energie zufügen. Diese Energie heißt **Aktivierungsenergie**. Damit z. B. eine Kerze brennt, muss man sie zunächst anzünden. Danach brennt sie von alleine weiter und liefert so lange Energie, bis sie abgebrannt ist.

Wird bei einer chemischen Reaktion mehr Energie frei, als durch die Aktivierungsenergie zugefügt wurde, spricht man von einer **exothermen Reaktion**. Wie laufen exotherme Reaktionen ab? Die Ausgangsstoffe (Edukte) befinden sich zunächst in einem metastabilen Zustand. Durch kurze Zufuhr der Aktivierungsenergie wird das System in einen instabilen Zustand gehoben. Die Reaktion kommt in Gang und läuft ohne weitere Energiezufuhr selbstständig ab. Die Produkte befinden sich jetzt in einem stabilen Zustand.

Muss einer chemischen Reaktion mehr Energie zugefügt werden, als anschließend frei wird, so spricht man von einer **endothermen Reaktion**. Wie auch bei exothermen Reaktionen erfolgt der Ablauf in zwei Schritten. Zunächst muss eine bestimmte Aktivierungsenergie aufgebracht werden, anschließend wird ein Teil dieser Energie wieder frei. Der Unterschied zur exothermen Reaktion liegt darin, dass die frei werdende Energie geringer als die Aktivierungsenergie ist und daher nicht ausreicht, die

¹ Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit nur „Schüler“ verwendet. Schülerinnen sind genauso gemeint.

Reaktion weiter voranzutreiben. Daher muss während der Reaktion Energie kontinuierlich von außen zugeführt werden.

Ein **Katalysator** ist ein Stoff, der die Reaktionsgeschwindigkeit erhöht, weil er die Aktivierungsenergie herabsetzt. Der Katalysator wird dabei selbst nicht verbraucht. Er nimmt an der Reaktion teil, wird aber bei der Entstehung des Reaktionsprodukts unverändert wieder freigesetzt. Katalysatoren sind auch für das Leben extrem wichtig: Bei chemischen Reaktionen in Lebewesen kommen Katalysatoren zum Einsatz, beispielsweise bei der Fotosynthese, der Atmung oder der Energiegewinnung aus der Nahrung. Die verwendeten Katalysatoren sind meist bestimmte Enzyme (Enzyme).

In der Industrie ist die Herabsetzung der Aktivierungsenergie durch Katalysatoren bei chemischen Reaktionen von großer kommerzieller Bedeutung, denn die Anwendung des Katalysators würde die jeweilige chemische Reaktion sehr viel langsamer oder gar nicht erfolgen. Und auch aus ökologischer Sicht sind Katalysatoren wichtig: Durch den Einsatz von Katalysatoren wird Energie eingespart und die Menge an gefährlichen Nebenprodukten reduziert (z. B. in PKWs). So reagieren im Autoabgaskatalysator das Atemgift Kohlenstoffmonoxid sowie unverbrannte Kohlenwasserstoffe mit Stickoxiden und Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid sowie Stickstoff und Wasser.

Wie funktioniert ein Taschenwärmer?

Taschenwärmer werden auch als Latentwärmespeicher bezeichnet, d. h. es wird thermische Energie aufgenommen, die eine lange Zeit gespeichert werden kann.

In Taschenwärmern ist die leicht lösliche Substanz Natriumacetat-Trihydrat enthalten. Das Natriumsalz der Essigsäure liegt also als sogenanntes Salzhydrat vor: In das Kristallgitter der Substanz sind neben Natrium- und Acetat-Ionen pro Formeleinheit drei Wassermoleküle eingebaut. Dieses wird bei einer Schmelztemperatur von 58 °C verflüssigt. Auch wenn die Substanz auf unter 58 °C abkühlt, bleibt das Material als unterkühlte Schmelze in einem metastabilen Zustand flüssig. Wird nun ein Metallplättchen im Taschenwärmer gedrückt, bilden sich an diesem Druckpunkt erste kristalline Strukturen. Die ganze Flüssigkeit kristallisiert nun schlagartig aus. Die im System gespeicherte Wärme (latente Wärme) wird freigesetzt. Eine chemische Reaktion im Sinne einer Stoffumwandlung findet beim Taschenwärmer aber nicht statt.

Hinweise zur Didaktik und Methodik

In der **ersten Doppelstunde** betonen die Schüler zum Einstieg die Farbfolie **M 1** und überlegen, welcher übergeordnete Begriff gesucht sein könnte. Der Lehrer informiert die Schüler dann, dass auch chemische Reaktionen nicht ohne Energie ablaufen und ein Alltagsbeispiel, der Taschenwärmer, unter dem Aspekt der Energie nun genauer betrachtet werden soll (**M 2**). Anschließend wird eine chemische Reaktion mit Natriumacetat-Trihydrat unter diesem Aspekt betrachtet (**M 3**). Anhand dieser Reaktion erarbeiten die Schüler auch den Verlauf eines Energiediagramms. In der **zweiten Doppelstunde** werden alle gelernten Aspekte noch einmal fixiert und wiederholt (**M 4** und **M 5**). Im zweiten Teil der Doppelstunde kommt ein neuer Aspekt hinzu: der Katalysator. Wieder wird anhand eines Alltagsbeispiels (**M 6**) in die Thematik eingeleitet. Mit einem Schülerexperiment (**M 7**) werden die gesammelten Hypothesen überprüft und die Funktionsweise eines Katalysators herausgearbeitet. In der **dritten Doppelstunde** werden die Inhalte in einem anderen Kontext, nämlich der Verbrennung von Zucker, noch einmal experimentell im Schülerversuch wiederholt (**M 8**). Den Abschluss der Unterrichtseinheit bildet die Anwendung von Katalysatoren. In Material **M 9** erfahren die Schüler, dass Katalysatoren auch im menschlichen Körper zum Einsatz kommen. In einem Film (**M 10**) erfahren die Schüler darüber hinaus, dass Katalysatoren an vielfältigen Stellen auch in der Industrie zum Einsatz kommen und welche ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkte dabei zum Tragen kommen.

Internet

www.youtube.com/watch?v=knZWAcE9sjA

Film zum Thema: Wie funktioniert ein Taschenwärmer. Der Film zeigt schülergerecht die Funktionsweise eines Taschenwärmers (**Einsatz bei M 2**, Länge: 3 Minuten).

www.youtube.com/watch?v=1LFXYQej8_c

Film mit dem Thema: Multitalent Katalysator. Ein Film der Max Planck Gesellschaft, der noch einmal die Funktionsweise eines Katalysators erklärt und Beispiele aus dem Alltag bzw. der Industrie aufzeigt (**Einsatz bei M 10**, Länge: 5 Minuten).

Materialübersicht

⌚ V = Vorbereitungszeit SV = Schülerversuch Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt

⌚ D = Durchführungszeit Fo = Farbfolie FoVo = Folienvorlage

GBU = Gefährdungsbeurteilung

Die **Gefährdungsbeurteilungen** finden Sie auf [Seite 56](#).

Bei den Schülerversuchen bezieht sich die Materialangabe auf den Bedarf einer Gruppe!

M 1	Fo	Welcher Überbegriff ist gesucht?	
M 2	Ab	Der Taschenwärmer – chemisch betrachtet	
M 3	2 SV, GBU#	Eigenschaften chemischer Reaktionen – Energieumsatz	
	⌚ V: 5 min	<input type="checkbox"/> Kupfer(I)-nennantonylchlorid	<input type="checkbox"/> Reagenzglas
	⌚ D: 10 min	<input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/> Leitungswasser	<input type="checkbox"/> Reagenzglashalter
			<input type="checkbox"/> Brenner
			<input type="checkbox"/> Anzünder
			<input type="checkbox"/> Spatel
			<input type="checkbox"/> Einmalpipette
			<input type="checkbox"/> Schutzbrille
M 4	Ab	Aktivierungsenergie – bist du fit?	
M 5	Ab	Wiederholung zu den Schülerversuchen	
M 6	FoVo	Wie reinige ich meine Kontaktlinsen?	
M 7	SV, GBU#	Kontaktlinsenreinigung	
	⌚ V: 5 min	<input type="checkbox"/> Wasserstoffperoxidlösung, c ≈ 5 % 	<input type="checkbox"/> Reagenzglas
	⌚ D: 10 min	<input type="checkbox"/> Mangan(IV)-oxid (Braunstein) 	<input type="checkbox"/> Reagenzglasständer
			<input type="checkbox"/> Glimmspan
			<input type="checkbox"/> Anzünder
			<input type="checkbox"/> Schutzbrille

I/D

M 8 SV, GBU# Wie bringt man einen Zuckerwürfel zum Brennen?

- V: 5 min Zucker Brenner
 D: 10 min Zigarettenasche Anzünder
 Dreifuß
 Drahtnetz
 Porzellanschale
 Petrischale
 Schutzbrille
 Schutzhandschuhe

M 9 SV, GBU# Katalysatoren und unser Körper

- V: 5 min Wasserstoffperoxidlösung, $c \approx 5\%$    2 Reagenzgläser
 D: 10 min rohe Kartoffel Messzylinder mit Wasser
 gekochte Kartoffel Schutzbrille
 Glimmspender
 Messer

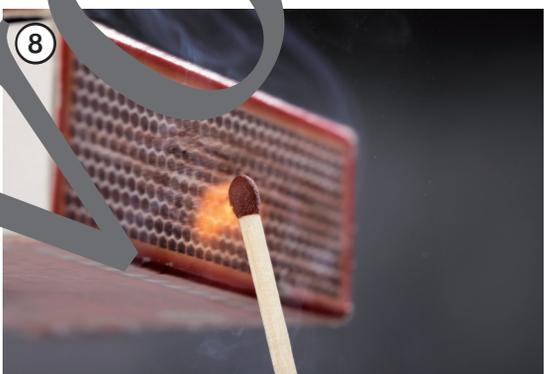
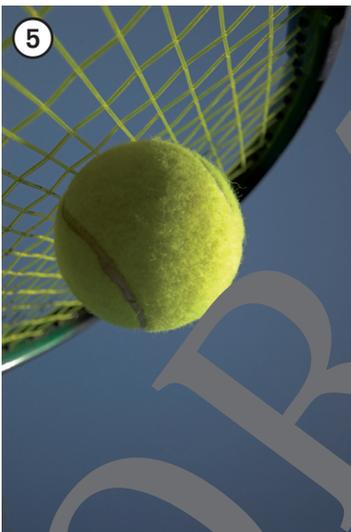
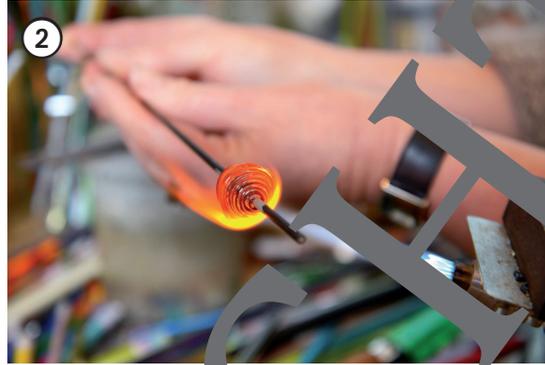
M 10 Ab Katalysatoren in der Industrie**Minimalplan**

Ihnen steht nur wenig Zeit zur Verfügung. Dann lässt sich die Unterrichtseinheit auf **eine Doppelstunde und eine Einzelstunde** kürzen. Die Planung sieht dann wie folgt aus:

Doppelstunde	Führen Sie die erste Doppelstunde wie auf Seite 2 beschrieben durch (M 1 bis M 3). Damit haben Sie die Begriffe Aktivierungsenergie, exotherme und endotherme Reaktion angesprochen.
Einzelstunde	In der Einzelstunde verwenden Sie M 6 als Einstiegsfolie und führen dann den Schülerversuch M 7 durch, um auch die Funktion eines Katalysators thematisiert zu haben.

Die Erläuterungen und Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 17.

M 1 Welcher Überbegriff ist gesucht?



I/D

Fotos: colourbox.de

Mehr Materialien für Ihren Unterricht mit RAAbits Online

Unterricht abwechslungsreicher, aktueller sowie nach Lehrplan gestalten – und dabei Zeit sparen.
Fertig ausgearbeitet für über 20 verschiedene Fächer, von der Grundschule bis zum Abitur: Mit RAAbits Online stehen redaktionell geprüfte, hochwertige Materialien zur Verfügung, die sofort einsetz- und editierbar sind.

- ✓ Zugriff auf bis zu **400 Unterrichtseinheiten** pro Fach
- ✓ Didaktisch-methodisch und **fachlich geprüfte Unterrichtseinheiten**
- ✓ Materialien als **PDF oder Word** herunterladen und individuell anpassen
- ✓ Interaktive und multimediale Lerneinheiten
- ✓ Fortlaufend **neues Material** zu aktuellen Themen



Testen Sie RAAbits Online
14 Tage lang kostenlos!

www.raabits.de

