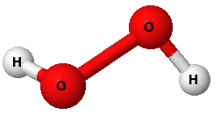
Einfluss von Katalysatoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit

Ein Beispiel: Die Zersetzung von Wasserstoffperoxid in Gegenwart von Katalase

Hintergrund: Katalysatoren gibt es viele – hier ein Beispiel!

Wasserstoffperoxid entsteht als Nebenprodukt bei vielen Stoffwechselreaktionen in Zellen. Es handelt sich um eine Verbindung, die unter Sauerstoffabspaltung in einer sogenannten Disproportionierung zerfallen kann:



3D-Darstellung

$$2\,H_2O_2\,(l) \rightarrow 2\,H_2O\,(l) + O_2\,(g)$$

Wegen seiner hohen Reaktionsfreudigkeit könnte Wasserstoffperoxid an anderer Stelle in der Zelle Proteine oder Nucleinsäuren schädigen und muss daher möglichst schnell nach seiner Entstehung abgebaut werden.

Lebewesen schützen sich gegen diese schädigende Wirkung von Wasserstoffperoxid, in dem sie das Enzym ***Katalase*** produzieren. Bei Enzymen handelt es sich vereinfacht um Katalysatoren in Lebewesen. Katalase findet man sowohl in den Zellen von Tieren als auch in Pflanzenzellen oder Hefen.

Aufgabenstellung

1. Geben Sie einen Grund an, warum man Wasserstoffperoxid-Lösung im Kühlschrank aufbewahrt. Führen Sie den Versuch durch und beschreiben Sie, inwiefern er die Wirkungsweise eines Katalysators demonstriert.
2. Betrachten Sie die animierte Darstellung der Wirkweise von Katalase (M1) und beschreiben Sie die Animation.
3. Erklären Sie daraufhin das Energiediagramm für die Zersetzung von Wasserstoffperoxid mit und ohne Katalysator (M2, Abb. 1)
4. Markieren Sie in M2 Abb. 2 für eine Stoffprobe bei Raumtemperatur basierend auf dem Energiediagramm in Abb. 1 jeweils die Menge an Teilchen, die mit und ohne Katalysator über die notwendige Mindestenergie für die Reaktion verfügen.
5. Formulieren Sie eine allgemeine Aussage zum Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit und erläutern Sie dabei die Wirkweise mithilfe der Abb. 1 und 2.

Versuch: Katalyse in Aktion

Um den Einfluss eines Katalysators (hier Katalase) auf die Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion (hier Zerfall von Wasserstoffperoxid) einmal live zu beobachten, können wir einfach Trockenhefezelle in Wasserstoffperoxid tauchen. Die Flüssigkeit dringt in die Zellen ein und kommt mit Katalase in Kontakt.

Geräte: Kelchglas, Löffel, Glimmspan

Chemikalien: Trockenhefe, Wasserstoffperoxid-Lösung 3%



Sicherheitshinweise: *Schutzbrille und Handschuhe tragen!*

Aufbau und Durchführung:

- Füllen Sie 20 mL der Wasserstoffperoxid-Lösung in das Kelchglas und geben Sie einen Löffel Trockenhefe hinzu.
- Beobachten Sie.
- Prüfen Sie durch Eintauchen des glimmenden Spans in den entstandenen Schaum, ob es sich beim entstehenden Gas tatsächlich um Sauerstoff handelte.

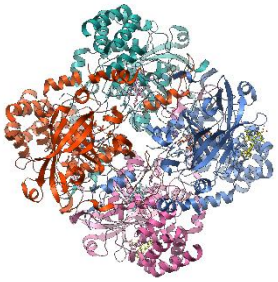
Entsorgung: Abguss, Mülleimer

G. von Borstel Team LNCU – Stand 2023 - unter CC-BY-SA 4.0

M1: Animation Modell von Katalyse in Aktion

Das eisenhaltiges Enzym Katalase (rechts ein Modell, Vossman, CC BY-SA 3.0) enthält eine Häm-Gruppe im aktiven Zentrum. An das Eisenzentrum wird das H_2O_2-Molekül gebunden und kontrolliert gespalten.

Den Vorgang zeigt diese Animation modellhaft.



M2: Energiediagramm und Boltzmannverteilung

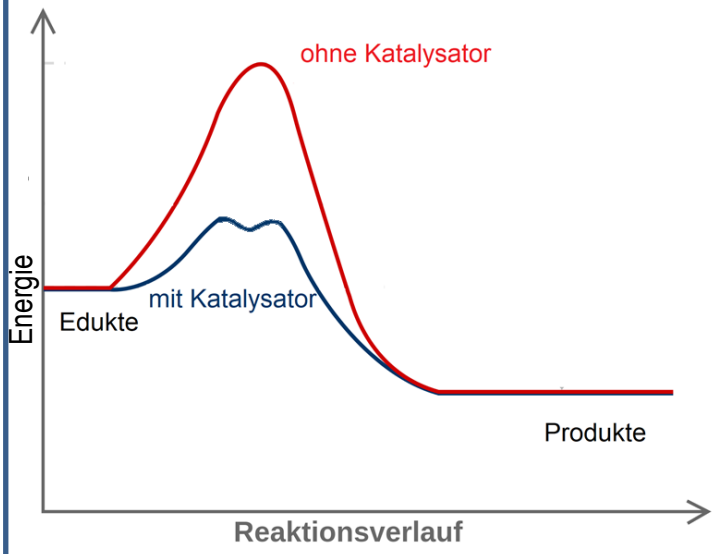


Abb. 1 Reaktionsverlauf mit und ohne Katalysator

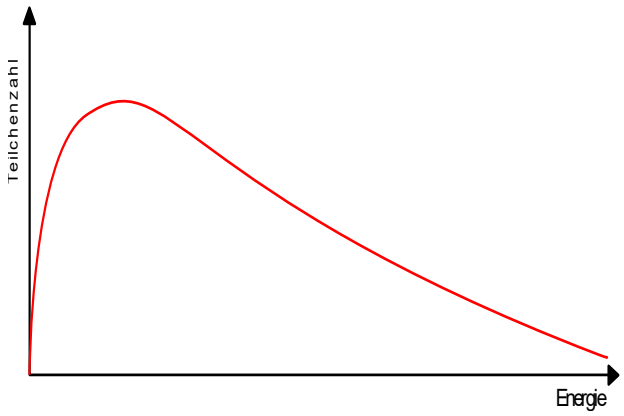


Abb. 2: Boltzmannverteilung

Über den Tellerrand geschaut

6. *Exkurs:* Wasserstoff hat in Wasser und Wasserstoffperoxid die Oxidationszahl I. Bestimmen Sie die Oxidationszahlen von Sauerstoff in den Verbindungen und schließen Sie daraus, was man unter Disproportionierung verstehen könnte.
7. *Aus der Forschung:* Katalase und Methämoglobin: so ähnlich und doch verschieden.
8. Wie wichtig die richtigen Katalysatoren sind, zeigt nicht nur das Haber-Bosch-Verfahren, sondern z. B. auch die Suche nach den richten Mikroben z. B. zum Zersetzen von Kunststoffen.