

II.F.23

Energetik – chemisches Gleichgewicht – Kinetik

Biokatalyse – Enzyme beeinflussen die Reaktionsgeschwindigkeit

Ein Beitrag von Dr. Detlef Eckebrecht



© Zhanna Danilova/Stock/Getty Images Plus

Jede Zelle stellt eine größere Anzahl verschiedener Stoffe her als große chemische Fabriken. Die Geschwindigkeiten der meisten Reaktionen sind an den jeweiligen Bedarf angepasst. Ein wesentlicher Grund dafür ist die Konzentration reaktionsspezifischer Katalysatoren, der Enzyme. Ihre Wirkungsweise bei der Herabsetzung der Aktivierungsenergie, ihre Typen und der Einfluss des pH-Werts und der Temperatur sowie unterschiedliche Hemmstoffe sind Gegenstand dieser Unterrichtseinheit. Dabei werden Grundlagen zum Thema Reaktionsgeschwindigkeit und Katalyse reaktiviert und um biogen relevante Aspekte erweitert. Methodisch halten sich Schülerexperimente und Materialien zur selbstständigen Erarbeitung von Inhalten die Waage.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe: Sek. II

Dauer: 8 Unterrichtsstunden

Kompetenzen: Durchführung und Auswertung von Experimenten, grafische Darstellung von Messergebnissen, Nutzung von Modelldarstellungen zum Schlüssel-Schloss-Prinzip, Zusammenarbeit in Gruppen

Thematische Bereiche: Katalytische Wirksamkeit von Enzymen, Senkung der Aktivierungsenergie, Substrat- und Wirkungsspezifität von Enzymen, RGT-Regel, Hemmung der Enzymwirkung

Medien: Experimente, Arbeitsblätter, Modelle, Abbildungen

Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt, Sv = Schülerversuch

Vorbemerkung

Die GBU für die verschiedenen Versuche finden Sie auf der **CD 78**.

1. Stunde

Thema: Grundlagen der Katalyse

Sv: Versuch zur katalytischen Zersetzung von Wasserstoffperoxid

Dauer: **Vorbereitung:** 5 min **Durchführung:** 10 min

Chemikalien: Wasserstoffperoxid ($w = 5\%$)  
 Mangandioxid (Braunstein)  
 rohe Kartoffel

Geräte: Reagenzglasständer mit 3 weiten Reagenzgläsern
 Spatel Messer
 Glimmspan Schutzbrille

M 1 (Ab) Die Wirkung von Katalysatoren

2./3. Stunde

Thema: Enzyme – Katalysatoren mit speziellen Eigenschaften

M 2 (Ab) Enzyme sind Spezialisten – ein Mystery

4. Stunde

Thema: Temperatureinfluss und RG-Regel

Sv: Stärkeabbau bei unterschiedlichen Temperaturen

Dauer: **Vorbereitung:** 10 min **Durchführung:** 25 min

Chemikalien: Amyloselösung ($w = 5\%$) Eiswürfel
 Kaliumiodid-Lösung (Lugol'sche Lösung) 
 Amylaselösung (Spatelspitze Pankreatin in 100 ml Wasser)  
Geräte: Pipette 5 Thermometer
 kleines Becherglas Gasbrenner
 Luft zum Beschriften der Reagenzgläser Reagenzglasklammer
 eine Stoppuhr pro Person Schutzbrille
 5 Wasserbäder mit Reagenzglasständern oder 5 große Bechergläser
 Reagenzglasständer mit 6 Reagenzgläsern

M 3 (Ab) Der Einfluss der Temperatur auf Enzymreaktionen

5. Stunde**Thema:** Enzymreaktionen und pH-Wert**Möglicher Zusatzversuch:****Sv:** Einfluss des pH-Wertes auf die Enzymwirkung von Amylase**Dauer:** **Vorbereitung:** 10 min **Durchführung:** 25 min

Chemikalien: Amylozelösung ($w = 1\%$) Citronensäure ($c = 0,1\text{ mol/l}$)
 Iod-Kaliumiodid-Lösung (Lugol'sche Lösung) Amylase-Lösung (Spatelspitze Pankreatin in 10 ml)
 Na_2HPO_4 -Lösung ($c = 0,2\text{ mol/l}$)

Geräte: 4 Bechergläser (100 ml) eine Stoppuhr pro Person
 Reagenzglasständer mit 8 weiten Reagenzgläsern
 skalierte Pipetten oder Messzylinder 10 ml / 20 ml
 Stift zum Beschriften der Reagenzgläser

M 4 (Ab) Enzyme und pH-Wert**6. Stunde****Thema:** Anwendungsgebiete von Enzymen**M 5 (Ab) Enzymreaktionen in Industrie und Technik****7. Stunde****Thema:** Hemmung von Enzymreaktionen**Möglicher Zusatzversuch:****Sv:** Hemmung des Harnstoff-Abbaus**Dauer:** **Vorbereitung:** 10 min **Durchführung:** 20 min

Chemikalien: Harnstofflösung ($w = 1\%$) demin. oder dest. Wasser
 konzentrierte Kupfersulfatlösung Methylharnstofflösung ($w = 1\%$)
 Ureaselösung (Spatelspitze pro 10 ml Wasser)

Geräte: 4 kleine Bechergläser Gerät zur Leitfähigkeitsmessung
 Magnetrührer mit Magnetrührstab Pipette
 Computer und Software zur Aufzeichnung und Darstellung der Messwerte

M 6 (Ab) Hemmung von enzymkatalysierten Reaktionen**8. Stunde****Thema:** Lernzielkontrolle zum Thema Enzymreaktionen**M 7 (Ab) Aufgaben: Enzyme und Reaktionsgeschwindigkeit**

Die Wirkung von Katalysatoren

M 1

Wasserstoffperoxid (H_2O_2) wird in der Technik und der Lebensmittelindustrie unter anderem als Bleichmittel eingesetzt. In Zellen entsteht es als Nebenprodukt bei manchen chemischen Reaktionen. Zellen von Lebewesen enthalten das Enzym Katalase, das an der Beseitigung des Zellgiftes Wasserstoffperoxid beteiligt ist. Dabei entsteht Wasser.

Sv: Versuch zur katalytischen Zersetzung von Wasserstoffperoxid

Vorbereitung: 5 min, **Durchführung:** 10 min



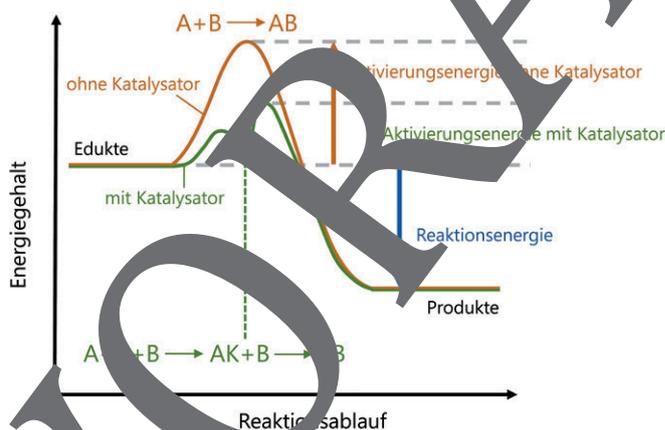
Chemikalien	Geräte
<input type="checkbox"/> Wasserstoffperoxidlösung ($w = 5\%$)	<input type="checkbox"/> Reagenzglasständer mit 3 weiten Reagenzgläsern
<input type="checkbox"/> Mangandioxid (Braunstein)	<input type="checkbox"/> Spatel
<input type="checkbox"/> rohe Kartoffel	<input type="checkbox"/> Messer
	<input type="checkbox"/> Glimmspan
	<input type="checkbox"/> Feuerzange
	<input type="checkbox"/> Schutzbrille

Entsorgung: Rückstände mit Braunstein in den Sammelbehälter für Schwermetallabfälle

Versuchsdurchführung

In die drei Reagenzgläser wird jeweils ca. 2 cm hoch Wasserstoffperoxidlösung eingefüllt. In das zweite Reagenzglas wird eine Spatelspitze Mangandioxid gegeben, in das dritte Reagenzglas ein kleines Stück der rohen Kartoffel. Das Kartoffelstück sollte sich von selbst zerkleinern. Nach kurzer Zeit in allen drei Gläsern die Glimmspanprobe durch.

Die Reaktion von Wasserstoffperoxid findet ohne Gegenwart eines Katalysators bei Raumtemperatur extrem langsam statt. Die folgende Grafik lässt erkennen, wie auf die beschleunigende Wirkung der hier eingesetzten Katalysatoren Braunstein und des Enzyms Katalase in der Kartoffel beruht.



Fragen

1. Fertigen Sie ein Versuchsprotokoll an.
2. **Erläutern** Sie das Prinzip der Katalyse anhand der Abbildung.
3. **Schlagen** Sie ein Experiment **vor**, mit dem sich nachweisen lässt, dass Braunstein und Katalase bei der Reaktion nicht verbraucht werden.

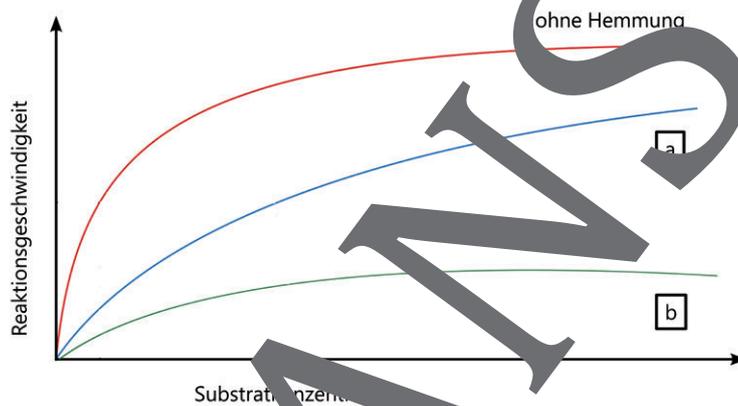
Hemmung von enzymkatalysierten Reaktionen

M 6

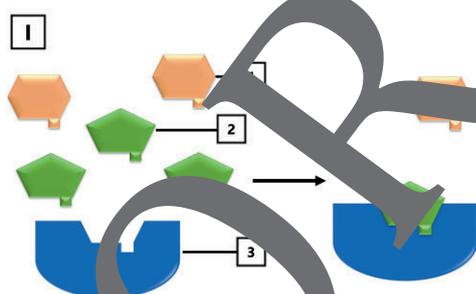
Verschiedene Stoffe können dazu führen, dass eine enzymkatalysierte Reaktion langsamer abläuft. Man bezeichnet sie als Hemmstoffe. Ihre hemmende Wirkung kann verschiedene Ursachen haben.

Bezeichnung	Wirkungsweise
a) kompetitive Hemmung	Der Hemmstoff ist dem Substrat ähnlich, sodass er ebenfalls am aktiven Zentrum des Enzyms binden kann.
b) allosterische Hemmung	Der Hemmstoff bindet nicht am aktiven Zentrum des Enzyms. Er bindet an ein Enzym an eine Bindungsstelle außerhalb des aktiven Zentrums. Dies führt zu einer Formveränderung des aktiven Zentrums.
c) Hemmung durch Schwermetallionen	Schwermetallionen können die Tertiärstruktur von Proteinmolekülen verändern, indem sie mit Carboxylatgruppen von Aminosäureresten reagieren oder Disulfidbrücken zerstören und selbst Bindungen mit dem Schwefel eingehen.

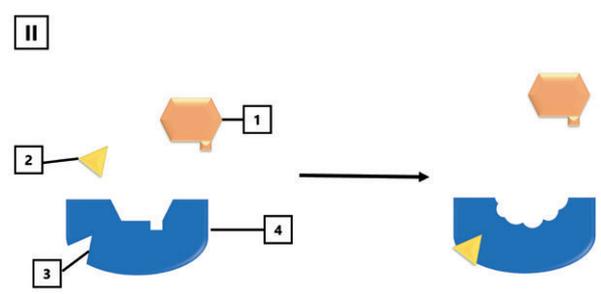
Ergebnisse von Experimenten ergeben folgende Kurvenverläufe in einem Konzentrations-Reaktionsgeschwindigkeits-Diagramm:



Auf Teilchenebene können die Vorgänge wie folgt dargestellt werden:



- 1 Substrat
- 2 Hemmstoff
- 3 Enzym



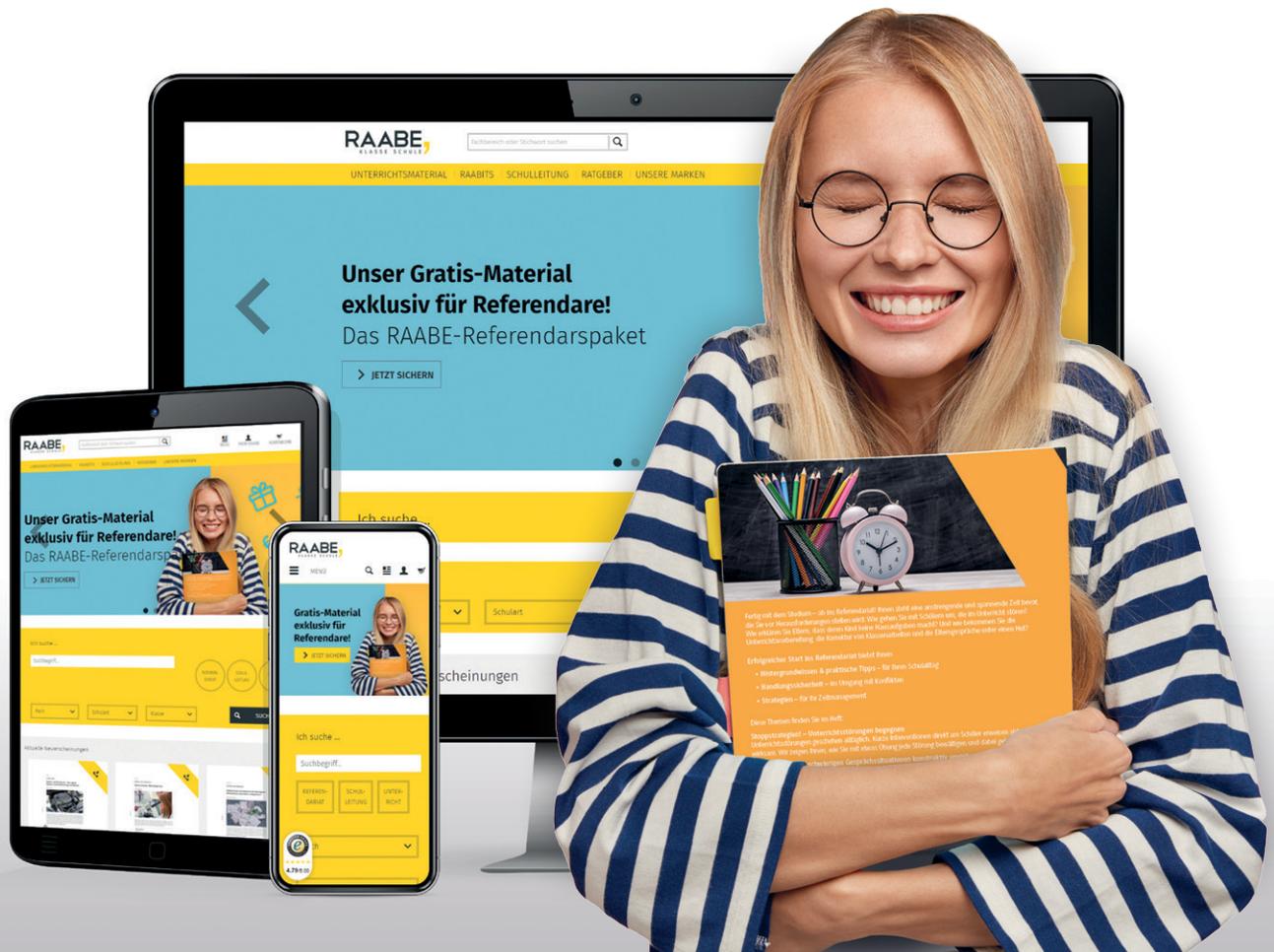
- 1 Substrat
- 2 Hemmstoff
- 3 allosterisches Zentrum
- 4 Enzym

Aufgaben

1. **Nennen** Sie die Folgen der in der Tabelle beschriebenen Hemmstoffe für das Enzymmolekül.
2. **Ordnen** Sie den Kurven im Diagramm begründet die Modelldarstellungen **zu** und **ergänzen** Sie die Legende in der unteren Abbildung.
3. **Erklären** Sie, dass die Hemmung durch Schwermetalle irreversibel ist.

Sie wollen mehr für Ihr Fach?

Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



✓ **Über 5.000 Unterrichtseinheiten**
sofort zum Download verfügbar

✓ **Webinare und Videos**
für Ihre fachliche und
persönliche Weiterbildung

✓ **Attraktive Vergünstigungen**
für Referendar:innen
mit bis zu 15% Rabatt

✓ **Käuferschutz**
mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:
www.raabe.de