



# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Enzyme und Stoffwechsel*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



## Auf einen Blick

### 1./2. Stunde



**Thema:** Struktureigenschaften von Proteinen

**M 1** Von der Aminosäure zum Protein – Die Proteinstruktur

**Benötigt:**  ggf. internetfähige Endgeräte zur Recherche

### 3./4. Stunde



**Thema:** Ein Modellexperiment und das Prinzip der Biokatalyse

**M 2** Enzyme sind Biokatalysatoren

### 5. Stunde

**Thema:** Die Grundlagen einer enzymkatalysierten Reaktion

**M 3** Der Mechanismus der Enzymwirkung

### 6./7. Stunde



**Thema:** Substrat- und Wirkungsspezifität und Enzymbenennung

**M 4** Enzyme sind substrat- und wirkungsspezifisch

### 8./9. Stunde

**Thema:** Coenzyme und Cosubstrate

**M 5** Die Bedeutung von Cofaktoren

### 10./11. Stunde

**Thema:** pH- und Temperaturabhängigkeit von Enzymen

**M 6** Der Einfluss von Außenfaktoren auf Enzymreaktionen

### 12./13. Stunde



**Thema:** Enzymaktivität und die Michaelis-Menten-Kinetik

**M 7** Die Geschwindigkeit enzymatischer Reaktionen

### 14./15. Stunde



**Thema:** Arten der Enzymhemmung und -regulation

**M 8** Enzymregulation und Enzymhemmung

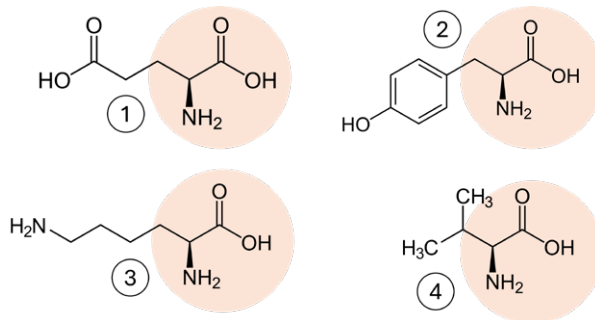
# M 1

## Von der Aminosäure zum Protein – Die Proteinstruktur



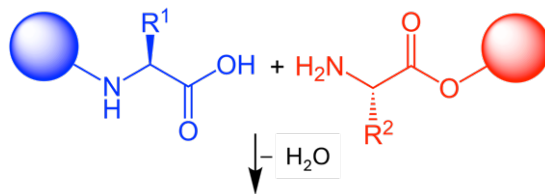
### Aufgaben

1. **Lesen** Sie die Informationstexte. **Benennen** Sie mithilfe des Internets die in der Abbildung gezeigten Aminosäuren. **Nennen** Sie Unterschiede und Gemeinsamkeiten der dargestellten Aminosäuren und **ordnen** Sie die Aminosäuren jeweils einer der im Informationstext genannten Gruppen zu. **Geben** Sie weitere Beispiele für die jeweiligen Gruppen an.



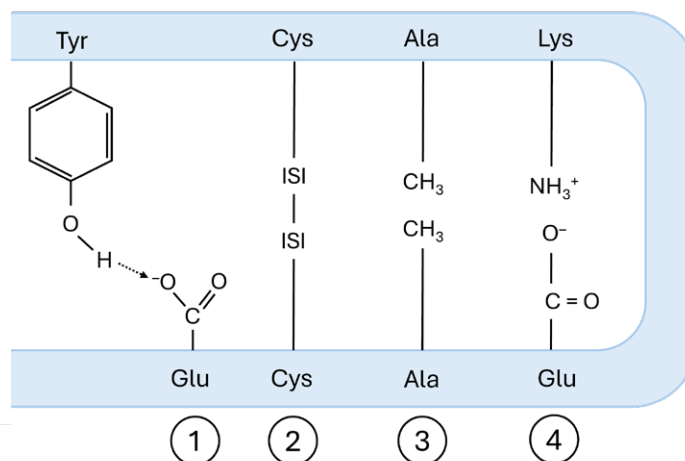
Wikimedia Commons/gemeinfrei

2. **Erläutern** Sie das Zustandekommen einer Peptidbindung mithilfe der Abbildung. **Erklären** Sie die Besonderheit dieser Reaktion. **Vervollständigen** Sie die Reaktionsgleichung und **benennen** Sie das Produkt.



Wikimedia Commons/gemeinfrei

3. **Benennen und erläutern** Sie die dargestellten Wechselwirkungen durch Aminosäurereste.



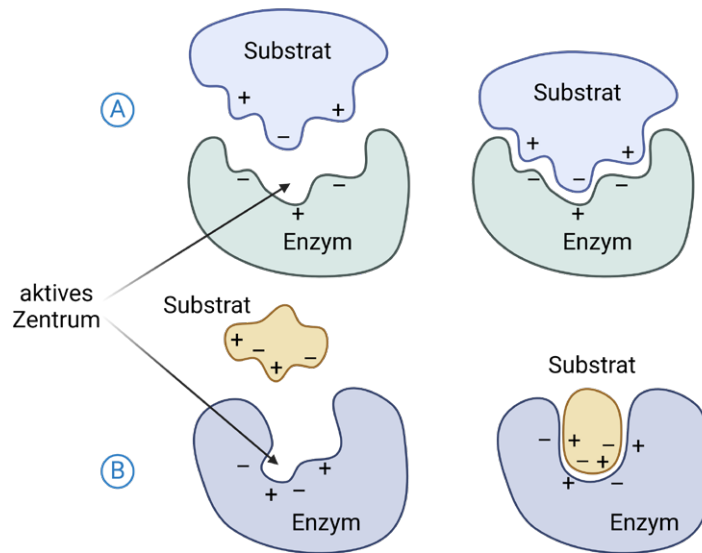
© RAABE

4. **Beschreiben** Sie, was man unter einer Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur eines Proteins versteht, indem Sie Tabelle 1 vervollständigen.

# M 4 Enzyme sind substrat- und wirkungsspezifisch

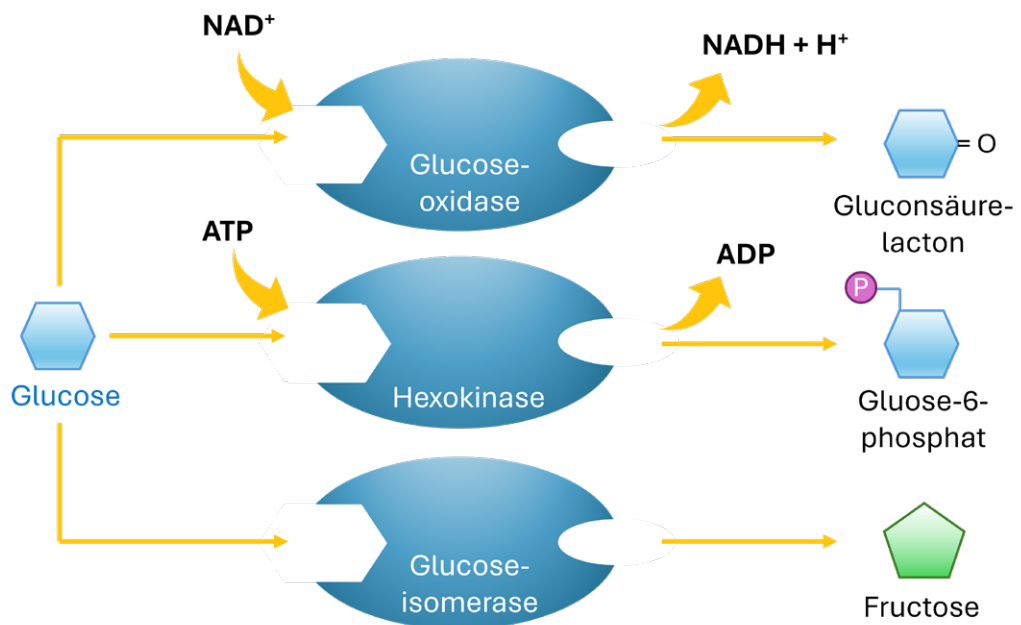
## Aufgaben

1. Erklären Sie die beiden Modellvorstellungen und geben Sie an, welches Modell die katalytische Wirkung von Enzymen besser erklärt.



erstellt mit <https://www.biorender.com/>

2. Erklären Sie die Wirkungsspezifität von Enzymen anhand der folgenden Abbildung und deren Bedeutung im Stoffwechsel.



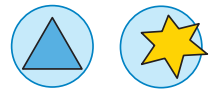
© RAABE



3. Ergänzen Sie die Tabelle und beschreiben Sie die vereinfacht dargestellten Funktionen der jeweiligen Enzymklassen.

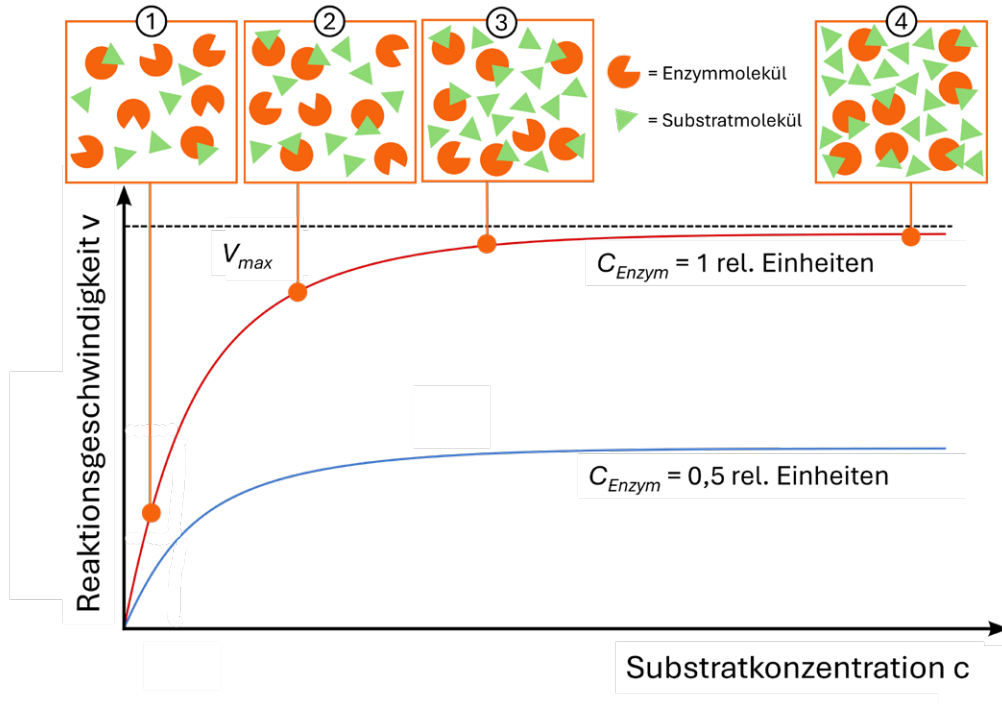
# Die Geschwindigkeit enzymatischer Reaktionen

M 7



## Aufgaben

- Bestimmen Sie in der folgenden Abbildung grafisch die  $K_m$ -Werte und erläutern Sie das Zustandekommen der Kurve anhand der Modellvorstellungen auf Teilchenebene. Begründen Sie die unterschiedliche Lage beider Kurven.



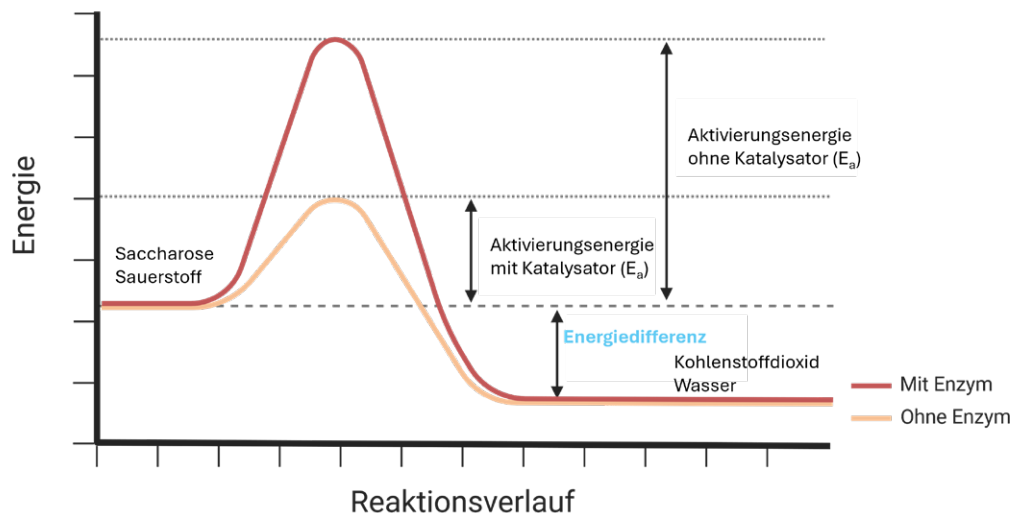
Wikimedia Commons/gemeinfrei (mod.)

- Ordnen Sie in der folgenden Tabelle die Enzyme beginnend mit der geringsten (gekennzeichnet mit 1) bis zur höchsten Substrataffinität (gekennzeichnet mit 11) und begründen Sie Ihre Aussage.

Nr.	Enzym	Substrat	$K_m$
	Katalase	Wasserstoffperoxid ( $H_2O_2$ )	0,025
	Glucokinase	Glucose und ATP	0,01
	Hexokinase	Glucose und ATP	0,00001
	Lactase	Lactose und $H_2O$	0,004
	Acetylcholinesterase	Acetylcholin	0,000095
	Carboanhydrase	Hydrogencarbonat-Ion und $H^+$	0,026
	Urease	Harnstoff und $H_2O$	0,025
	Alkoholdehydrogenase 1	Ethanol und $NAD^+$	0,0042
	Alkoholdehydrogenase 2	Ethanol und $NAD^+$	0,00005
	Alkoholdehydrogenase 3	Ethanol und $NAD^+$	0,001
	Alkoholdehydrogenase 4	Ethanol und $NAD^+$	0,034

## Lösungen (M 2)

- Das Diagramm zeigt auf der x-Achse den Reaktionsverlauf einer biochemischen Reaktion und auf der y-Achse die Energie. Es sind zwei Kurven dargestellt, zum einen der Reaktionsverlauf mit und zum anderen derjenige ohne Enzym. Deutlich wird in beiden Fällen, dass die Reaktion nur abläuft, wenn ein bestimmter Energiebetrag, die Aktivierungsenergie, zugeführt wird. In Anwesenheit eines Enzyms ist diese jedoch deutlich abgesenkt. Der freiwerdende Energiebetrag ist jedoch in beiden Fällen derselbe.
- Ohne Asche: Der Zuckerwürfel schmilzt und karamellisiert. Bei längerer Erhitzung verkohlt der Zucker, d. h., er wird zu Kohlenstoff und Wasser zersetzt.  
Mit Asche: Der Zuckerwürfel beginnt zu brennen. Die Asche wirkt als Katalysator für die Reaktion von Saccharose mit Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid und Wasser. Sie senkt die Aktivierungsenergie, sodass die Reaktion startet. Ohne Katalysator ist die Aktivierungsenergie zu hoch, sodass sich die Saccharose eher zersetzt als zu verbrennen.  
Diagramm: Individuelle Lösung, eine mögliche Lösung könnte so aussehen:



erstellt mit <https://www.biorender.com/>

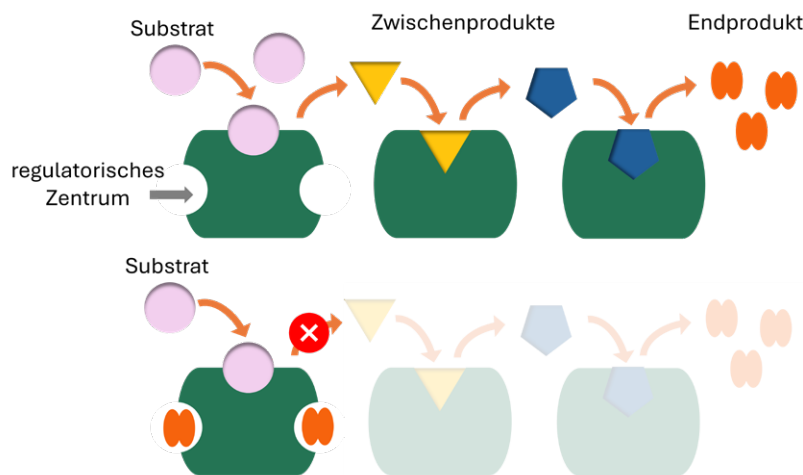
- Dargestellt ist ein Fahrradfahrer auf einem Berg. Er kann entweder über den Berg fahren, oder einen Tunnel nutzen, um auf die andere Seite zu kommen. Die Bewegung des Menschen über den Berg entspricht dem Reaktionsverlauf. Die Reaktion (Bewegung) ist prinzipiell auch ohne Enzym (Tür im Tunnel) möglich, allerdings verläuft sie langsam (langer, anstrengender Weg über den Berg). Schneller und leichter ist die Reaktion möglich, wenn ein Enzym sie vermittelt, entsprechend zum kürzeren Weg des Menschen durch den Tunnel. Der zunächst nötige Aufstieg ist beim Weg durch den Tunnel viel geringer als über den Berg, was die durch Enzyme verringerte Aktivierungsenergie für Reaktionen verdeutlicht. Die Modelldarstellung verdeutlicht, dass ein Enzym einen alternativen Reaktionsweg ermöglicht. Das Modell soll reale Abläufe bei einer enzymkatalysierten Reaktion verdeutlichen. Der Weg über den Berg setzt zuerst einen hohen Anstieg voraus. Dieser Aspekt berücksichtigt die hohe Aktivierungsenergie bei der unkatalysierten Reaktion. Der Weg durch den Tunnel ist bei geöffneter Tür möglich. Der passende Türöffner ist ein Modell für das Enzym. Dieses ermöglicht einen alternativen Reaktionsweg mit geringerer Aktivierungsenergie. Dadurch verkürzt sich auch der Weg, um auf die andere Bergseite zu gelangen. Das Modell ist geeignet, die genannten Aspekte zu veranschaulichen.

2. Mögliche Lösung:

Kompetitive Hemmung	Nicht kompetitive (= allosterische) Hemmung
Inhibitor ähnelt in der chemischen Struktur dem Substrat.	Inhibitor ähnelt nicht in der chemischen Struktur dem Substrat.
Inhibitor bindet am aktiven Zentrum, wird aber nicht umgesetzt.	Inhibitor bindet außerhalb des aktiven Zentrums am allosterischen Zentrum.
Hemmender Einfluss wird mit steigender Substratkonzentration geringer.	Hemmender Einfluss wird mit steigender Substratkonzentration nicht geringer.
$v_{max}$ wird erreicht, allerdings erst bei höherer Substratkonzentration als bei un gehemmter Reaktion, dadurch steigt auch der $K_m$ -Wert.	$v_{max}$ wird nicht erreicht, der $K_m$ -Wert bleibt gleich.

3. Substratinduktion: Im oberen Teil der Abbildung ist deutlich zu erkennen, dass bei geringer Substratkonzentration nur wenig Zwischenprodukt- und Endproduktmoleküle entstehen. Bei hohen Substratkonzentrationen binden Substratmoleküle außer an das aktive Zentrum auch an das regulatorische Zentrum des Enzymmoleküls. Dadurch verändert sich die räumliche Struktur des Enzymmoleküls, sodass dieses besser Substratmoleküle binden kann. Die Reaktionsgeschwindigkeit der gesamten Stoffwechselkette steigt und es werden mehr Endproduktmoleküle gebildet.

Modell der Endprodukthemmung: Bei hoher Endproduktkonzentration binden Produktmoleküle an das entsprechende regulatorische Zentrum für negative Effektoren. Infolgedessen nimmt die Geschwindigkeit, mit der Produktmoleküle gebildet werden ab, weil Substratmoleküle schlechter im aktiven Zentrum gebunden werden. Auf diese Weise wird eine Überproduktion an Produktmolekülen verhindert.



© RAABE

Die der Blutzuckerregulation gehört zum Typ der Endprodukthemmung. Das Produkt der Phosphorylase a, die Glucose, hemmt bei hoher Konzentration als allosterischer Inhibitor den Abbau von Glykogen. Dadurch wird eine weitere Erhöhung des Blutzuckerspiegels vermieden.



# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Enzyme und Stoffwechsel*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)

