

## Enzyme

Enzyme sind Biokatalysatoren, welche die Aktivierungsenergie herabsetzen und die Reaktionszeit positiv beeinflussen. Enzyme beeinflussen jedoch nicht die Lage des Gleichgewichtes oder die Triebkraft einer Reaktion. (Linder Seite 43)

### Aufbau v. Enzymen (Linder Seite 44)

Alle Enzyme sind Proteine. Einige Enzyme haben noch niedermolekulare Nicht-Eiweißverbindungen an ihr Molekül gebunden, die bei der Katalyse mitwirken. Sind sie lose gebunden nennt man sie **Coenzym**, sind sie fest gebunden heißen sie **prosthetische** Gruppe. Das Enzymprotein heißt **Apoenzym**. Coenzym und Apoenzym bilden zusammen das funktionsfähige **Holoenzym**. Coenzyme sind z.B. NAD, ATP, Vitamine.

Enzyme können sich sowohl frei im Zellplasma bewegen, andere sind an Membranen bestimmter Zellen oder Zellorganellen gebunden. Entsprechend sind Enzyme :

- **reaktionsspezifisch (wirkungsspezifisch)** : d.h. ein Stoff kann je nach Enzym oxidiert, reduziert oder andere Umwandlungen durchmachen
- **substratspezifisch**: Enzyme können die gleiche Wirkungsweise haben, jedoch sind sie auf spezielle Substrate spezialisiert.

### Klassifikation von Enzymen:

Alle Enzyme tragen die Endung -ase

#### Klassifikation von Enzymen

Die nachfolgende Klassifikation folgt der Empfehlung der internationalen Enzym-Kommission. Angegeben sind die sechs Hauptklassen und je drei Beispiele von Unterklassen (nach Herder-Lexikon 1991, Bd. 1, S. 425, gekürzt).

**1. Oxidoreduktasen:** Sie bewirken Oxidationen und Reduktionen und wirken z. B. auf Stickstoff- oder Häm-Gruppen oder auf Wasserstoffperoxid als Aktivator.

**2. Transferasen:** Sie übertragen bestimmte Gruppen, z. B. C<sub>1</sub>-Gruppen, Aldehyd- oder Ketogruppen oder Phosphorgruppen.

**3. Hydrolasen:** Sie trennen bestimmte Bindungen, z. B. Ester-, Glycosid- oder Peptid-Bindungen, und lagern dabei Wasser an die Spaltprodukte an.

**4. Lyasen:** Sie katalysieren Additions- oder Abspaltungsreaktionen, z. B. bei C-C-, C-O- oder C-N-Bindungen.

**5. Isomerasen:** Sie katalysieren Isomerisierungsreaktionen, z. B. Cis-Trans-Isomerie, intramolekulare Oxidoreduktion oder intramolekulare Transfers.

**6. Ligasen:** Sie katalysieren bei Synthesen die Bildung von Bindungen, z. B. C-O-, C-S- oder C-N-Bindungen.

Phasen einer enzymatisch katalysierten Reaktion:

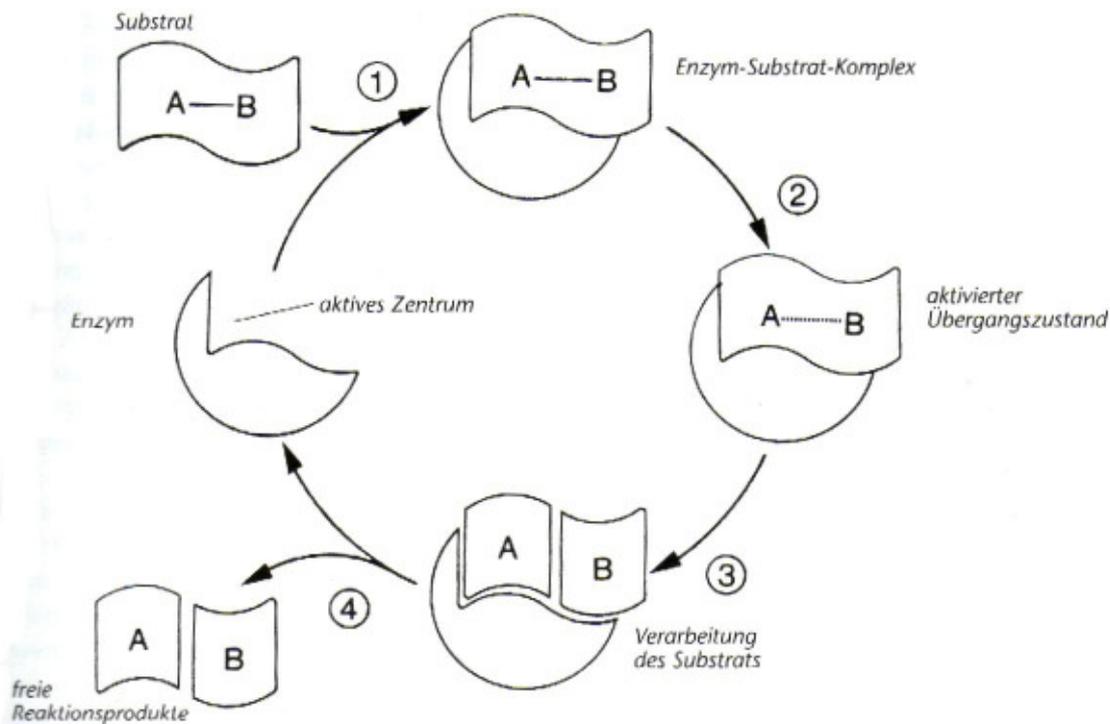


Abb. 5  
Phasen einer enzymatisch katalysierten Reaktion; Erläuterungen im Text

- 1.) Substrat und Enzym müssen zusammentreffen; das Substrat muss am aktiven Zentrum binden. Es entsteht ein Enzym-Substrat-Komplex.
- 2.) Das Substrat befindet sich in einem Zustand seiner größtmöglichen Reaktionsfähigkeit. Dieser Zustand heißt aktivierter Übergangszustand.
- 3.) Das Substrat zerfällt in zwei gleich oder zwei unterschiedliche Substanzen.
- 4.) Das Endprodukt passt nun nicht mehr ins aktive Zentrum; die Verbindung wird gelöst. Das Enzym steht nun wieder zur Verfügung.

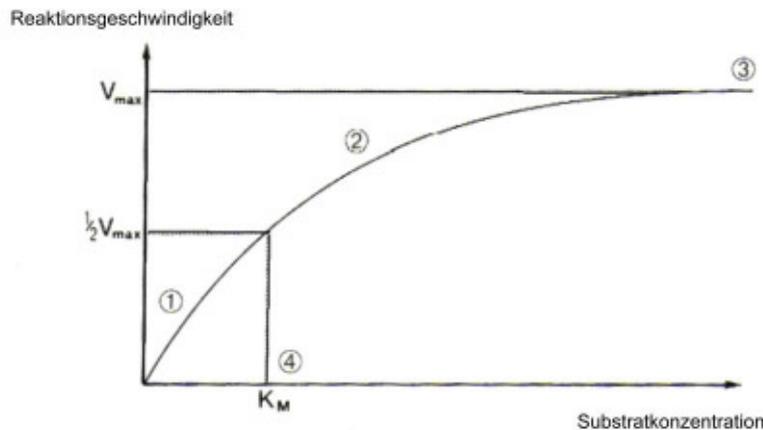
Erarbeiten kompetitive u. allosterische Hemmung im Linder nachlesen S. 45

Kompetitive Hemmung: Durch Hemmstoffmolekül (=Inhibitor z.B. Antibiotika, Sulfonamide), aber auch körpereigene Stoffe (konz.abhängig)

Nichtkompetitive Hemmung : Bindung v. Schwermetallionen (irreversibel)

Allosterische Hemmung: Hemmstoff der an einem allosterischen Zentrum bindet und dann das aktive Zentrum des Enzyms verändert. Folge es kann kein Substrat mehr binden. Allosterische Hemmstoffe können z.B. Endprodukte sein.

## Michaelis - Menten Beziehung:



- 1.) Zunächst steigt die Reaktionsgeschwindigkeit beträchtlich an, weil mit der Konzentrationszunahme des Substrates die Trefferwahrscheinlichkeit größer wird und immer mehr Enzym-Substrat-Komplexe gebildet werden.
- 2.) Bei höheren Substratkonzentrationen tritt allerdings eine Sättigung ein, weil die Zahl der freien Enzymmoleküle abgenommen, dagegen die Zahl der besetzten Enzymmoleküle zugenommen hat.
- 3.) Ab einer bestimmten Substratkonzentration sind alle Enzymmoleküle mit Substratmolekülen besetzt. Eine Steigerung der Reaktionsgeschwindigkeit durch noch mehr Substratmoleküle ist nicht mehr möglich.

Aus dem für jedes Enzym spezifischen Kurvenverlaufe kann man die Affinität jedes Enzyms zu seinem Substrat schließen. Ein Enzym, das bei einer vergleichsweise geringeren Substratmenge bereits vollausgelastet ist und mit Maximalgeschwindigkeit arbeitet besitzt eine höhere Affinität zu seinem Substrat als ein Enzym, das dafür eine hohe Substratkonzentration benötigt. Da man die max. Reaktionsgeschwindigkeit schlecht bestimmen kann arbeitet man mit der halbmaximalen Geschwindigkeit  $K_M$ . Dieser wert ist spezifisch und heißt Michaelis Konstante.

**Klassifikation von Enzymen:**

Alle Enzyme tragen die Endung -ase

**Klassifikation von Enzymen**

Die nachfolgende Klassifikation folgt der Empfehlung der internationalen Enzym-Kommission. Angegeben sind die sechs Hauptklassen und je drei Beispiele von Unterklassen (nach Herder-Lexikon 1991, Bd. 1, S. 425, gekürzt).

- 1. Oxidoreduktasen:** Sie bewirken Oxidationen und Reduktionen und wirken z. B. auf Stickstoff- oder Häm-Gruppen oder auf Wasserstoffperoxid als Aktivator.
- 2. Transferasen:** Sie übertragen bestimmte Gruppen, z. B. C<sub>1</sub>-Gruppen, Aldehyd- oder Ketogruppen oder Phosphorgruppen.
- 3. Hydrolasen:** Sie trennen bestimmte Bindungen, z. B. Ester-, Glycosid- oder Peptid-Bindungen, und lagern dabei Wasser an die Spaltprodukte an.
- 4. Lyasen:** Sie katalysieren Additions- oder Abspaltungsreaktionen, z. B. bei C-C-, C-O- oder C-N-Bindungen.
- 5. Isomerasen:** Sie katalysieren Isomerisierungsreaktionen, z. B. Cis-Trans-Isomerie, intramolekulare Oxidoreduktion oder intramolekulare Transfers.
- 6. Ligasen:** Sie katalysieren bei Synthesen die Bildung von Bindungen, z. B. C-O-, C-S- oder C-N-Bindungen.

Phasen einer enzymatisch katalysierten Reaktion:

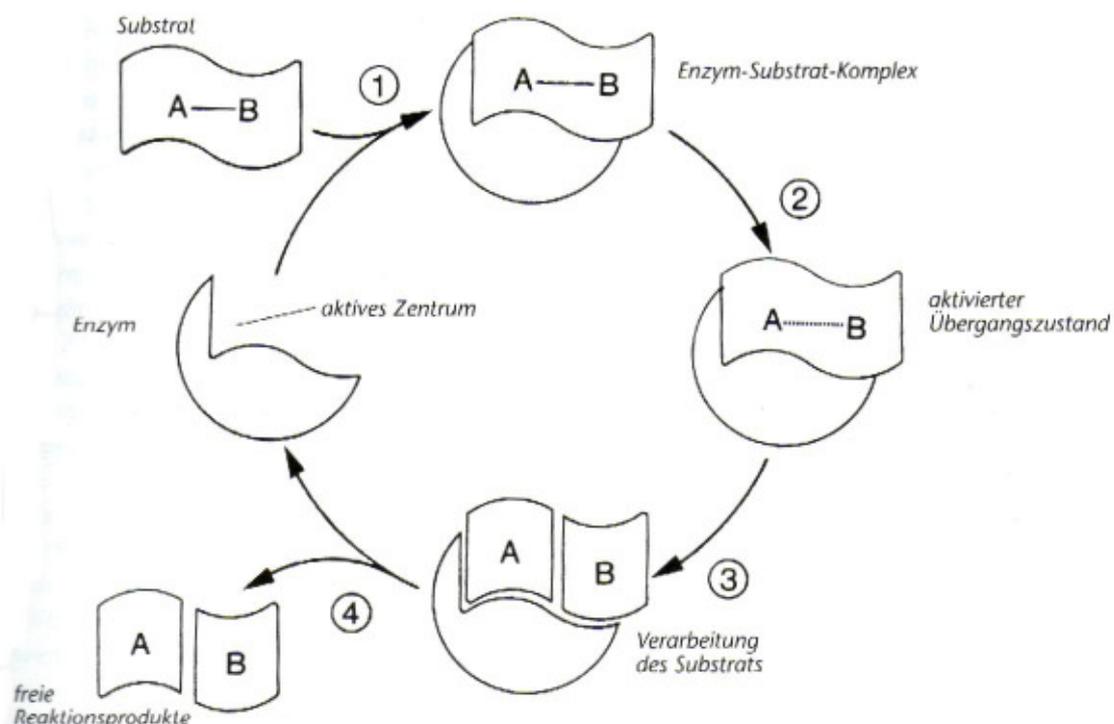


Abb. 5  
Phasen einer enzymatisch katalysierten Reaktion; Erläuterungen im Text

Michaelis - Menten Beziehung:

