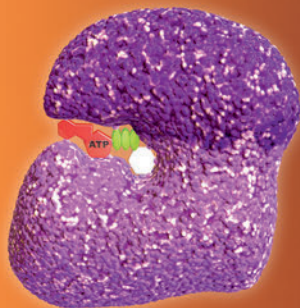


Enzyme



Sekundarstufe II

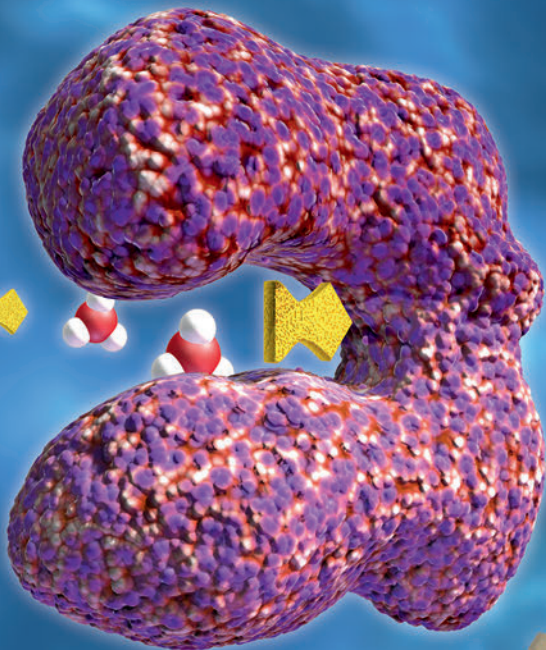
Online-
Lernumgebung



Test
Center

auf www.gida.de

Filme  Software



Biologie



Inhalt und Einsatz im Unterricht

"Enzyme"

(Biologie Sek. II)

Dieses Film-Lernpaket behandelt das Unterrichtsthema „Enzyme“ für die Sekundarstufe II.

Im Hauptmenü finden Sie insgesamt 5 Filme:

Das Enzym – ein Biokatalysator	6:10 min
Feinbau und Funktion eines Enzyms	4:30 min
Substrat- und Wirkungsspezifität	6:20 min
Enzymgruppen	6:50 min
Hemmung und Regulation der Enzyme	8:10 min
(+ Grafikmenü mit 10 Farbgrafiken)	

Sehr anschauliche 3D-Computeranimationen verdeutlichen Aufbau, Funktion und wesentliche Eigenschaften von Enzymen. An vielen Beispielen werden spezifische Katalysatorfunktionen verschiedener Enzymgruppen vorgestellt, ebenso verschiedene Formen der Hemmung und Regulation der Enzymaktivität. Die Schüler lernen dabei alle wesentlichen Begriffe und Zusammenhänge rund um das Thema „Enzyme“ kennen.

Die Inhalte der Filme sind altersstufen- und lehrplangerecht aufbereitet. Die Filme verzichten auf eine Rahmenhandlung, bereiten aber den Unterrichtsstoff für Jugendliche durch 3D-Animationen optisch sehr attraktiv auf.

Didaktisch bauen die Filme aufeinander auf, so dass sich ein Unterrichtseinsatz in der o.g. Reihenfolge empfiehlt.

Ergänzend zu den o.g. 5 Filmen stehen Ihnen zur Verfügung:

- **10 Farbgrafiken**, die das Unterrichtsgespräch illustrieren (in den Grafik-Menüs)
- **10 ausdrucksfähige PDF-Arbeitsblätter**, jeweils in Schüler- und Lehrerfassung

Im GIDA-Testcenter (auf www.gida.de) finden Sie auch zu diesem Film-Lernpaket interaktive und selbstauswertende Tests zur Bearbeitung am PC. Diese Tests können Sie online bearbeiten oder auch lokal auf Ihren Rechner downloaden, abspeichern und offline bearbeiten, ausdrucken etc.

Begleitmaterial (PDF) auf DVD

Über den „Windows-Explorer“ Ihres Windows-Betriebssystems können Sie die Dateistruktur einsehen. Sie finden dort u.a. den Ordner „DVD-ROM“. In diesem Ordner befindet sich u.a. die Datei

index.html

Wenn Sie diese Datei doppelklicken, öffnet Ihr Standard-Browser mit einem Menü, das Ihnen noch einmal alle Filme und auch das gesamte Begleitmaterial zur Auswahl anbietet (PDF-Dateien von Arbeitsblättern, Grafiken und Begleitheft, Internetlink zum GIDA-TEST-CENTER etc.).

Durch einfaches Anklicken der gewünschten Begleitmaterial-Datei öffnet sich automatisch der Adobe Reader mit dem entsprechenden Inhalt (sofern Sie den Adobe Reader auf Ihrem Rechner installiert haben).

Die Arbeitsblätter ermöglichen Lernerfolgskontrollen bezüglich der Kerninhalte der Filme. Einige Arbeitsblätter sind am PC elektronisch ausfüllbar, soweit die Arbeitsblattstruktur und die Aufgabenstellung dies erlauben. Über die Druckfunktion des Adobe Reader können Sie auch einzelne oder alle Arbeitsblätter für Ihren Unterricht vervielfältigen.

Fachberatung bei der inhaltlichen Konzeption und Gestaltung:

Frau Erika Doenhardt-Klein, Studiendirektorin
(Biologie, Chemie und Physik, Lehrbefähigung Sek. I + II)

Inhaltsverzeichnis

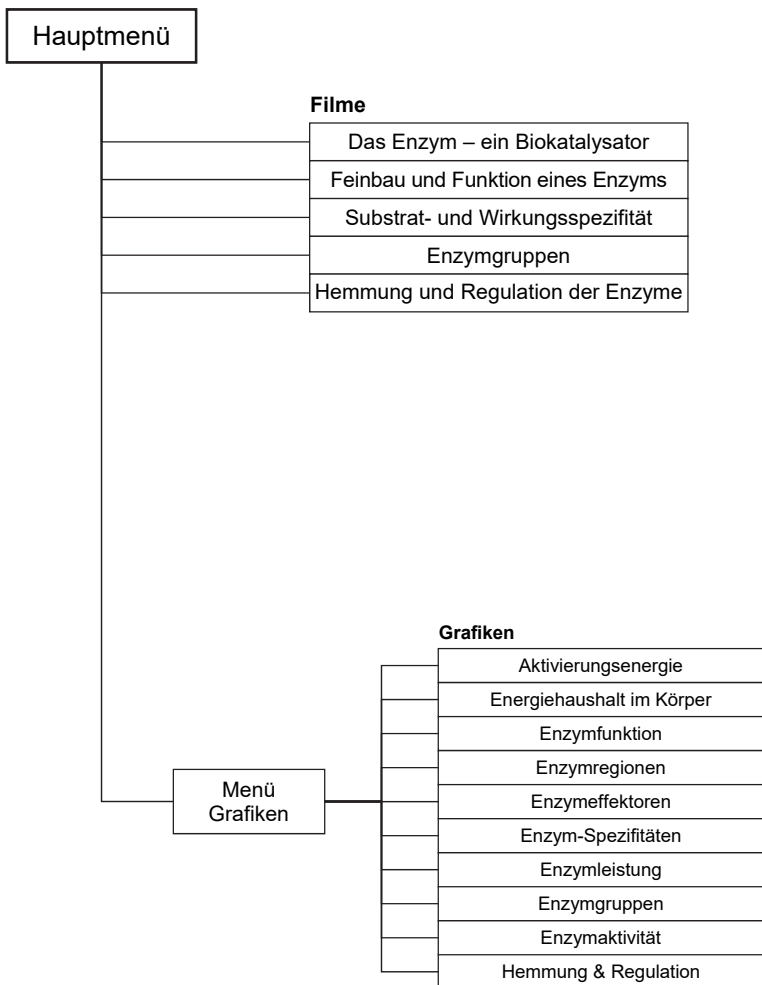
Seite:

Inhalt – Strukturdiagramm 4

Die Filme

Das Enzym – ein Biokatalysator	5
Feinbau und Funktion eines Enzyms	8
Substrat- und Wirkungsspezifität	10
Enzymgruppen	13
Hemmung und Regulation der Enzyme	17

Inhalt – Strukturdiagramm



Das Enzym – ein Biokatalysator

Laufzeit: 6:10 min, 2025

Lernziele:

- Die Funktion eines Enzyms als Biokatalysator kennenlernen und verstehen.
- Die energetische Verknüpfung „exergonischer“ und „endergonischer“ Stoffwechselprozesse über Enzyme erkennen und verstehen.

Inhalt:

Der Film stellt generell die „Molekülfamilie“ der Enzyme als Biokatalysatoren vor, die eine unentbehrliche Rolle in allen Stoffwechselprozessen spielen.

Zunächst arbeitet der Film mithilfe eines Versuchs die grundlegende Funktion eines Katalysators heraus: Zucker (Saccharose) soll angezündet werden. Er beginnt jedoch erst zu brennen, nachdem etwas Asche zugegeben wurde.



Die Erklärung: Asche wirkt in dieser Reaktion als Katalysator. Katalysatoren haben die Eigenschaft, die benötigte Aktivierungsenergie für eine Reaktion herabzusetzen. Manche Katalysatoren verändern sich dabei kurzfristig, alle liegen aber am Ende der Reaktion wieder in ihrer ursprünglichen Form vor.

Dann leitet der Film mit einer 3D-Computeranimation zu den Enzymen über, die als Biokatalysatoren im Stoffwechsel aller lebenden Organismen aktiv sind.

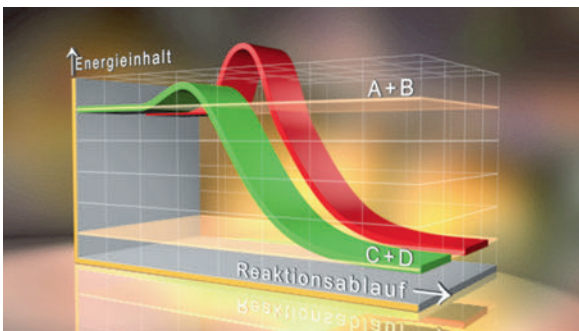


Damit die verschiedenen Stoffwechselprozesse in einer Zelle gleichzeitig ablaufen können, sind Zellen durch Membranen in viele Reaktionsräume unterteilt. Man nennt das „Kompartimentierung“.

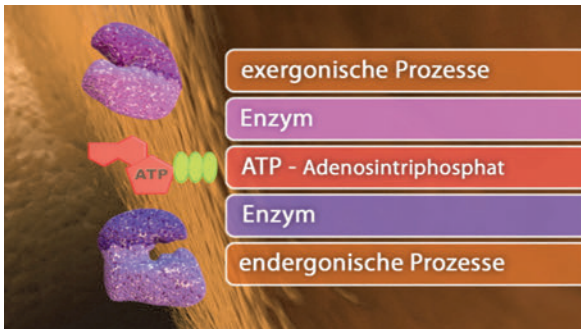


Im weiteren Verlauf stellt der Film die zentrale Aufgabe der Enzyme heraus: Sie senken die Aktivierungsenergie für Stoffwechselprozesse auf das Niveau normaler Körpertemperatur herab.

Ohne die katalytische Enzymwirkung würden viele Stoffwechselprozesse im Organismus bei dieser Temperatur viel zu langsam oder überhaupt nicht ablaufen. Höhere Temperaturen könnten die Reaktionen zwar beschleunigen, würden aber den Organismus in kurzer Zeit zerstören.

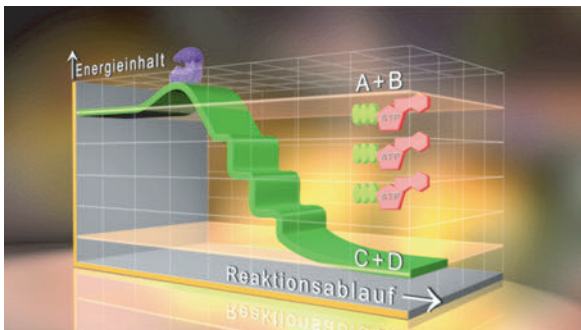


Ein Enzym senkt die Aktivierungsenergie, die oft nötig ist, um energieliefernde Reaktionen in Gang zu setzen. Solche Reaktionen nennt man auch exergonische Reaktionen bzw. Prozesse. Die freigesetzte Energie benötigen Zellen, um endergonische (energieverzehrende) Prozesse zu unterhalten. An solchen Energieübertragungs-Schritten sind Enzyme stets entscheidend beteiligt. Der Film erläutert das kurz am Beispiel des Energieträgers „ATP“.



Anschließend stellt der Film den Unterschied zwischen Enzymen und Ribozymen heraus: Enzyme sind Proteine, die aus tausenden hintereinander geketteter Aminosäuren bestehen. Ribozyme bestehen aus Ribonukleinsäure und besitzen eine ähnliche, katalysierende Wirkung wie Enzyme. Ihr Wirkungsort sind die Ribosomen im Cytoplasma.

Zum Schluss zeigt der Film eine vereinfachte Reaktionsenergie-Verlaufskurve der Glukose-Dissimilation. Unzählige Enzyme wirken an dem komplexen Reaktionsprozess mit, der in vielen Stufen Energie freisetzt, die dann in ATP gespeichert wird.



Feinbau und Funktion eines Enzyms

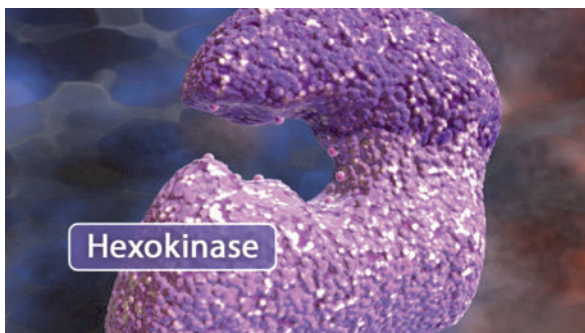
Laufzeit: 4:30 min, 2025

Lernziele:

- Den prinzipiellen Aufbau eines Enzyms am Beispiel der „Hexokinase“ kennenlernen.
- Spezifische Funktionen eines Enzyms nachvollziehen können.

Inhalt:

Der Film erläutert am Beispiel des Enzyms Hexokinase den Aufbau und die wesentlichen Funktionen von Enzymen.

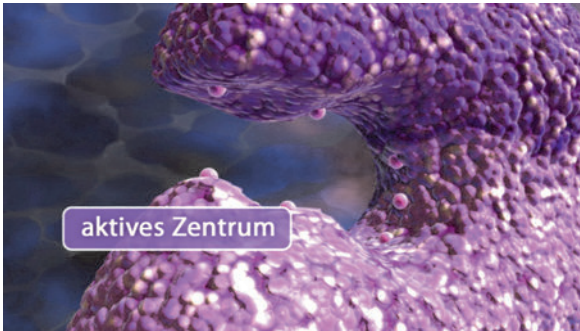


Zunächst macht der Film einige Angaben zur allgemeinen Nomenklatur: Enzym-Namen enden immer auf -ase. Sie sind unterteilt in verschiedene Enzymgruppen. Das Beispiel-Enzym „Hexokinase“ gehört zur Gruppe der sogenannten „Kinasen“. Aufwändige 3D-Computeranimationen veranschaulichen dann den prinzipiellen Aufbau eines Enzyms.

Enzyme sind Proteine, sie bestehen aus Aminosäureketten. Die individuelle Sequenz der Aminosäuren gibt jedem Enzym seine sehr spezifische Form.



Jedes Enzym besitzt ein sogenanntes „aktives Zentrum“ mit einer sehr spezifischen Raumstruktur. Nur ein ganz bestimmtes Substrat kann an das aktive Zentrum binden. Enzym, Substrat (und eventuell weitere Reaktionspartner) bilden zusammen den Enzym-Substrat-Komplex.



Im weiteren Filmverlauf wird das „allosterische Zentrum“ vorgestellt. Dabei handelt es sich um eine zweite „Andockstelle“, über die viele Enzyme verfügen. Spezielle Stoffe können sich dort festsetzen und die Gesamtstruktur des Enzyms verändern.



Einen an dieser Stelle gebundenen Stoff nennt man Effektor. Ein Effektor aktiviert oder inaktiviert das Enzym zur chemischen Stoffumsetzung (Katalyse). Je nach Wirkung bezeichnet man den Effektor dann als Aktivator oder Inhibitor.

Substrat- und Wirkungsspezifität

Laufzeit: 6:20 min, 2025

Lernziele:

- Die Enzym-Eigenschaften „substratspezifisch“ und „wirkungsspezifisch“ kennenlernen und verstehen.
- Spezifische Merkmale der verschiedenen Blutzelltypen erkennen.

Inhalt:

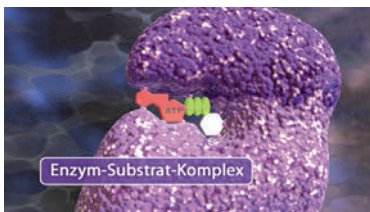
Der Film erläutert am Beispiel der Hexokinase die Bedeutung der Enzym-Eigenschaften „substratspezifisch“ und „wirkungsspezifisch“.

Der Begriff „substratspezifisch“ beschreibt die Tatsache, dass Enzym und Substrat stets wie „Schlüssel und Schloss“ zueinander passen. In das aktive Zentrum der Hexokinase passt z.B. nur Glukose (oder sehr ähnliche Moleküle).



Ein ATP-Molekül wird neben dem Glukose-Molekül in das aktive Zentrum der Hexokinase eingebettet.

Die spezielle räumliche Anordnung der am Enzym gebundenen Moleküle ermöglicht einen optimalen Ablauf der Phosphorylierungsreaktion.



Eine 3D-Computeranimation zeigt, wie das aktive Zentrum eines Enzyms bei Einbettung eines Substrats reagiert: Es verändert minimal seine Form, um sich optimal an das Substrat- und das ATP-Molekül anzupassen. Diesen Vorgang nennt man „induced fit“ (Substrat-induzierte-Anpassung).

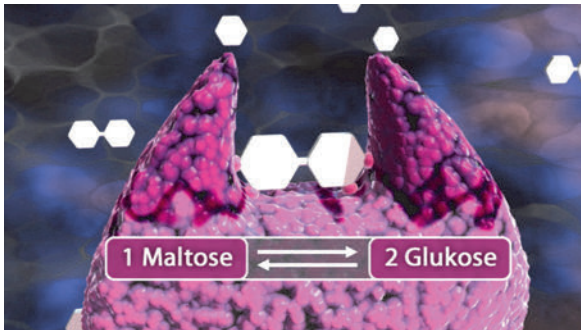


Zwischenfazit des Films: Enzyme arbeiten sehr substratspezifisch. Hexokinase kann z.B. nur Glukose umsetzen. Ist ein Substrat auch nur geringfügig anders aufgebaut, kann das Enzym es nicht verarbeiten.

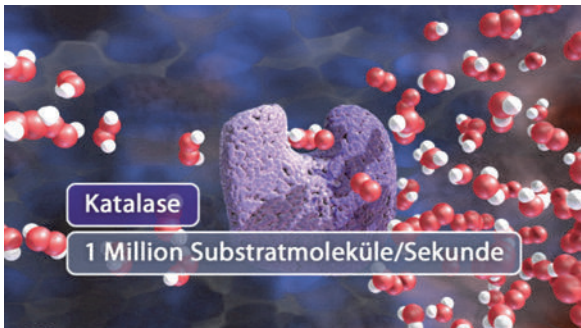
Im weiteren Verlauf erläutert der Film an verschiedenen Beispielen die hohe Wirkungsspezifität eines Enzyms. Hexokinase z.B. kann Glukose (mithilfe von ATP) nur zu Glukose-6-phosphat umsetzen. Glukoseoxidase dagegen verarbeitet Glukose nur zu Glukonsäure.



Des Weiteren macht der Film am Beispiel des Enzyms Maltase deutlich, dass Enzyme stets sowohl die Hin- als auch die Rückreaktion eines chemischen Gleichgewichts katalysieren. Maltase kann Maltose sowohl aufbauen als auch abbauen, je nach der Stoffkonzentration im Gewebe bzw. im Organ.



Zum Schluss wird die „Wechselzahl“ als Wert für die Umsetzungsleistung von Substratmolekülen pro Sekunde definiert und an einigen Beispielen erläutert.



Enzymgruppen

Laufzeit: 6:50 min, 2025

Lernziele:

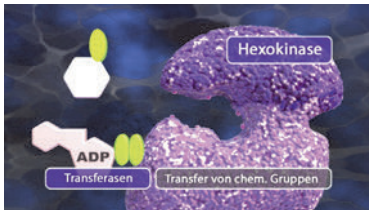
- Einige Enzymgruppen und ihre spezifischen Funktionen kennenlernen.
- Das Umsetzungsoptimum von Enzymen in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen verstehen.

Inhalt:

Der Film stellt sechs wichtige Enzymgruppen vor. Aufwändige 3D-Computeranimationen zeigen Vertreter dieser Gruppen und demonstrieren beispielhaft spezifische Enzymfunktionen.

Das Enzym Maltase gehört zur Gruppe der Hydrolasen.

Enzyme dieser Gruppe können Substrate unter Einbindung von Wasser spalten.

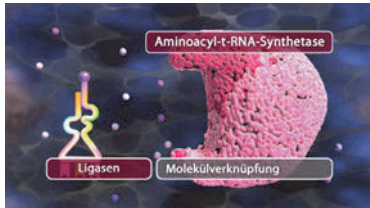
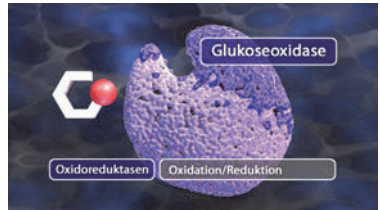


Transferasen können chemische Gruppen von einem Molekül auf ein anderes übertragen.

Ein Vertreter dieser Gruppe ist das schon bekannte Enzym Hexokinase, das eine Phosphatgruppe von Adenosintriphosphat auf Glukose überträgt.

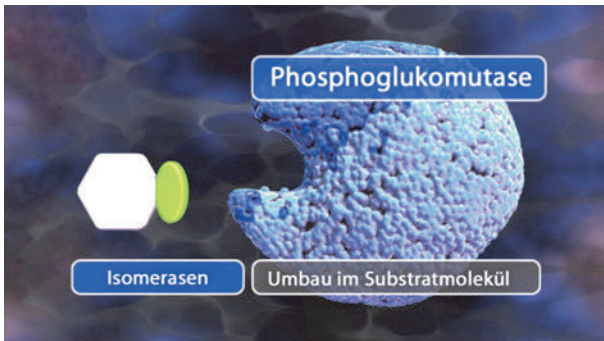
Die Enzymgruppe der Oxidoreduktasen wirkt oxidierend oder reduzierend auf ihre Substrate.

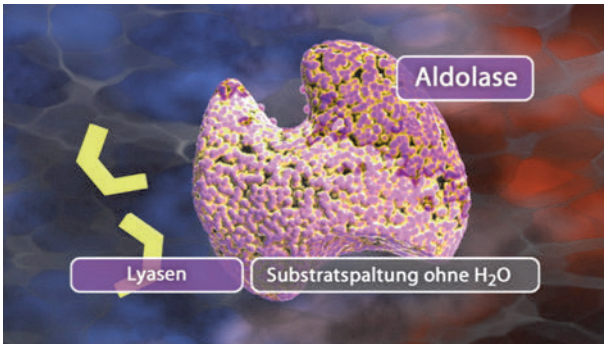
Glukoseoxidase z.B. fügt ein Sauerstoffatom an das C1-Atom und oxidiert damit Glukose zu Glukonsäure.



Ligasen können einzelne Substratmoleküle zu Doppel-molekülen oder längeren Ketten verbinden. Das Enzym Aminoacyl-t-RNA-Synthetase verbindet unter Einsatz von ATP freie Aminosäuren mit Transfer-RNA-Molekülen. So können die Aminosäuren zu den Ribosomen transportiert und dort zu Proteinen verknüpft werden.

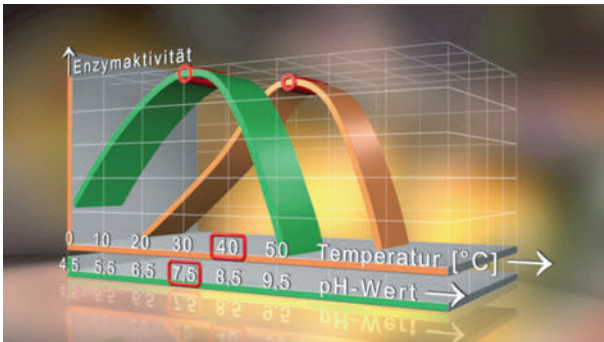
Als Vertreter der Isomerasen stellt der Film die Phosphoglukomutase vor, die die Reaktion von Glukose-6-Phosphat zu Glukose-1-Phosphat katalysiert. Isomerasen ändern den Aufbau der Substratmoleküle, ohne ihre atomare Zusammensetzung zu verändern. Sie bilden also Isomere.





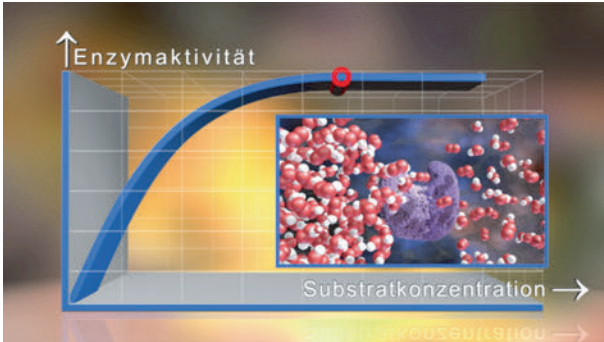
Lyasen spalten Substratmoleküle, ohne die Anzahl der Atome zu verändern. Als Beispiel führt der Film die Aldolase an, die das C6-Molekül der Fruktose in zwei C3-Moleküle spaltet. Im Unterschied zu den Hydrolasen binden Lyasen keine Wassermoleküle ein.

Im weiteren Verlauf des Films geht es um das Umsetzungsoptimum, das jedes Enzym bei optimalen Arbeitsbedingungen leisten kann. Die Umsetzungseistung hängt von drei Parametern ab: Temperatur, pH-Wert und Substrat-Konzentration. Zwei 3D-Computeranimationen verdeutlichen am Beispiel der Katalase die Abhängigkeit der Enzymaktivität und diesen Umgebungsparametern.



Änderungen der Temperatur oder des pH-Wertes, nach oben ebenso wie nach unten, würden die Enzymaktivität beeinträchtigen.

Die Substrat-Konzentration im Zellkompartiment bestimmt natürlich auch mit darüber, wieviele Substrate ein Enzym umgesetzt. Ist die Konzentration gering, können auch nur wenige Substrate umgesetzt werden. Ab einer gewissen Maximalkonzentration bewirkt eine weitere Substratzugabe keine höhere Umsetzung mehr.



Hemmung und Regulation der Enzyme

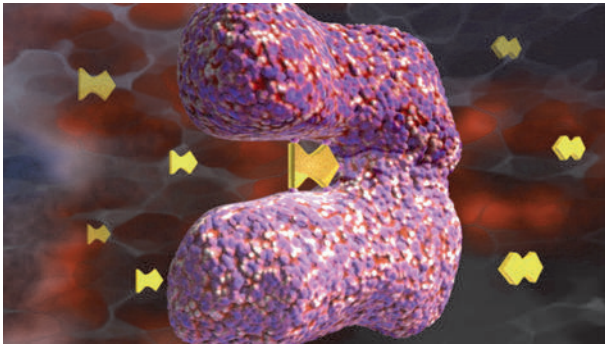
Laufzeit: 8:10 min, 2025

Lernziele:

- „Unspezifische“ und „spezifische“ Hemmungen kennenlernen.
- Die Funktion von Effektoren (Aktivator und Inhibitor) verstehen.
- Das Prinzip der negativen Rückkopplung nachvollziehen können.

Inhalt:

Der Film veranschaulicht am Beispiel eines „Phantasie“-Enzyms, auf welche Art und Weise die Enzymumgebung oder bestimmte Stoffe die Enzymaktivität negativ beeinflussen können. Man unterscheidet zwischen „unspezifischer“ und „spezifischer“ Hemmung.



Der Film führt zunächst Beispiele für unspezifische Hemmungen an. Sie beeinflussen die Katalyse-Funktion eines Enzyms durch Veränderung der Molekülstruktur. Unspezifische Hemmungen können bei Zerstörung der Molekülstruktur irreversibel, bei kurzzeitiger Umformung reversibel sein.



Das Enzym kann z.B. durch zu hohe Temperaturen strukturell verändert werden (Denaturierung).

Eine deutliche Änderung des pH-Wertes kann die Polarität im Bereich der Bindungsstellen ändern. Substrate können dann nicht mehr gebunden werden.



Der Film nennt anschließend Beispiele für spezifische Hemmungen. Diese setzen an der spezifischen Form des Enzyms und seines aktiven Zentrums an.



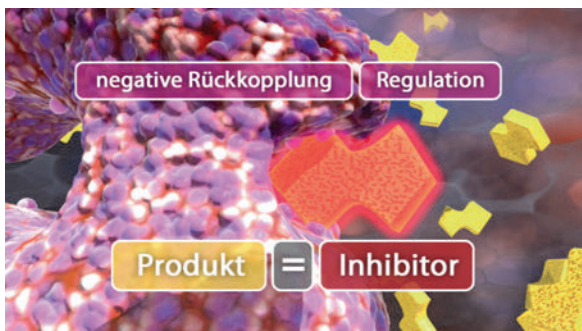
Manche Stoffe ähneln einem Substrat so sehr, dass sie sich im aktiven Zentrum des Enzyms festsetzen und damit eine Substratbindung blockieren können. Solche Stoffe nennt man kompetitive Inhibitoren: Der Inhibitor steht in direkter Konkurrenz zum Substrat. Die Ausprägung der Hemmung ist konzentrationsabhängig und meist reversibel.

Im weiteren Verlauf geht der Film näher auf das allosterische Zentrum ein – eine zweite Andockstelle, über die manche Enzyme verfügen. Dort können sogenannte Effektoren anbinden. Effektoren sind Stoffe, die das Enzym verformen und auf diese Weise aktivieren oder deaktivieren. Sie können so die Enzymtätigkeit regulieren.



Wird ein Enzym durch einen Effektor aktiviert, dann bezeichnet man ihn als Aktivator. Wird das Enzym durch den Effektor deaktiviert, dann wirkt er als Inhibitor.

Am Beispiel der Hormonproduktion erläutert der Film die Regulation der Enzymaktivität. Sind genug Hormonmoleküle vorhanden, dann setzen sie sich als Inhibitoren in das allosterische Zentrum des Enzyms und stoppen so ihre eigene Produktion. Dieses Prinzip nennt man auch „negative Rückkopplung“. Mit dieser Funktion können sich im Organismus komplexe Regelkreissysteme selbsttätig steuern.





GIDA Gesellschaft für Information
und Darstellung mbH
Feld 25
51519 Odenthal

Tel. +49-(0)2174-7846-0
Fax +49-(0)2174-7846-25
info@gida.de
www.gida.de

- Das Enzym – ein Biokatalysator
- Feinbau und Funktion eines Enzyms
- Substrat- und Wirkungsspezifität
- Enzymgruppen
- Hemmung und Regulation der Enzyme

