

5. Unterrichtsentwurf

Themenkomplex: Stoffwechsel

Thema: Möglichkeiten der Enzymhemmung

vorgelegt von Julia Neuse

1 Planungsgrundlagen

1.1 Curriculare Vorgaben

Die Behandlung des Themas „Möglichkeiten der Enzymhemmung“ ist in den Themenkomplex „Stoffwechsel“ einzuordnen und wird im ersten Schuljahr des dreijährigen Abiturs in dem Fach Biologie behandelt. Entsprechend des Berliner Rahmenlehrplanes ist es den Basiskonzepten „Struktur/Funktion“ und „Steuerung/Regulation“ zuzuordnen.

Für den Themenkomplex „Stoffwechsel“ stehen laut dem schulinternen Stoffverteilungsplan insgesamt 15 Unterrichtseinheiten zur Verfügung. Das Thema „Möglichkeiten der Enzymhemmung“ schließt an den Aufbau und die Struktur der Enzyme an.

1.2 Planungszusammenhang

Die SchülerInnen erarbeiten sich theoretisches Wissen über mögliche Enzymhemmungen.

| Datum | Thema | Inhalt/Schwerpunktsetzung |
|---------------------------|--|--|
| 11.12.09 | Enzyme- lebensnotwendig für zahlreiche Stoffwechselfvorgänge | Aufbau und Struktur von Enzymen Enzymaktivität- beeinflusst durch die Parameter Temperatur, pH-Wert und Substratkonzentration |
| 16.12.09 | Möglichkeiten der Enzymhemmung | 1. Teil: Erarbeitung der kompetitiven und allosterischen Enzymhemmung 2. Teil: Klausurrückgabe |
| 2 Wochen Weihnachtsferien | | |
| 08.01.10 | Kompetitive Enzymhemmung Allosterische Enzymregulation | Anwendung- am Beispiel der Methanolvergiftung Regulation der ATP- Produktion Negative Rückkopplung |

1.3 Spezielle Voraussetzungen/Besonderheiten

Ein Großteil der SchülerInnen ist sehr interessiert an biologischen Vorgängen. Sie sind bestrebt ihr theoretisches und praktisches Vorwissen zu vertiefen. Die Klasse zeigt bezüglich des Vorwissens zu Enzymen und Diagrammauswertungen eine sehr heterogene Verteilung. Durch die lehrerbestimmte Zuordnung der Partner während der Erarbeitungsphase soll versucht werden, dass zum einen schwächere von stärkeren SchülerInnen lernen. Zum anderen erhalten die schwächeren SchülerInnen Hilfekarten, um die anspruchsvollere Aufgabe zu lösen.

Da die Klasse 4094 an meinem regulären Schultag Halbjahreszeugnisse erhält, wird der Unterricht nach Absprache mit einem Kollegen am Mittwoch im 2. Block erfolgen. Dadurch ist es möglich, dass einige der Lernenden ihre Biologieunterlagen von der vorherigen Stunde vergessen haben könnten.

1.4 Aspekte individueller Kompetenzentwicklung des Lehrenden

In dieser Unterrichtseinheit soll auf ein angemessenes fachliches Niveau bezüglich der Lerngruppe geachtet werden. Weiterhin möchte ich versuchen, den SchülerInnen mehr Transparenz über die Unterrichtsstunde hinaus zu vermitteln.

2 Lerngruppe

2.1 Statistische Angaben

Die Klasse 4094 setzt sich aus 26 Lernenden, davon 10 Schülerinnen und 16 Schüler, zusammen.

Tabelle 1: Altersstruktur der Lernenden

| Alter | 16 | 17 | 18 | 19 |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| gesamt | 9 | 11 | 4 | 2 |

Tabelle 2: Herkunft der Lernenden nach der Schulform

| Schulabschluss | OG | H | O | OR |
|---------------------------|-----------|----------|----------|-----------|
| Anzahl der Schüler | 3 | 1 | 4 | 18 |

OG: Gymnasium; **H:** Hauptschule; **O:** Gesamtschule; **OR:** Realschule

2.2 Kompetenzstand/-profil

2.2.1 Sachkompetenz

Bezüglich des aktuellen Stundenthemas wissen die Lernenden, dass:

- Enzyme zu der Stoffklasse der Proteine gehören, die in einer räumlichen Struktur vorliegen.
- sich die Struktur von Enzymen durch den Einfluss der Temperatur verändern kann.
- Enzyme ein aktives Zentrum besitzen, an dem sich das Substrat bindet.
- durch die Bindung eines Substrates ein Enzym-Substrat-Komplex entsteht, aus dessen Reaktion ein Produkt und ein unverändertes Enzym hervorgehen.
- Neuraminidase ein Enzym ist, da es die Endung –ase trägt.
- Neuraminidase-Hemmer zur Bekämpfung des Schweingrippe-Virus verabreicht werden.

2.2.2 Methodenkompetenz

Bezüglich des aktuellen Stundenthemas:

- sind die Lernenden zum Teil in der Lage Diagramme zu beschreiben und zu erläutern.
- formulieren die Lernenden problemorientiert Hypothesen.
- lesen und bearbeiten die SchülerInnen problemlos in Einzelarbeit Arbeitsblätter.
- arbeiten die Lernenden meist zielorientiert mit ihrem Partner zusammen.

- präsentiert ein Teil der Lernenden selbstständig erarbeitete Ergebnisse schon gut mithilfe eigener Aufzeichnungen.

2.2.3 Sozial- und Personalkompetenz

Bezüglich des aktuellen Stundenthemas:

- sind die meisten SchülerInnen motiviert und zeigen eine hohe Lernbereitschaft bei der Erarbeitung biologischer Sachverhalte.
- arbeiten viele Lernende in Einzelarbeit schon selbstständig und konzentriert.
- halten die Lernenden während der Partnerarbeit Kommunikationsregeln ein und gehen miteinander tolerant und umsichtig um.
- bei Präsentationen vor der Klasse üben die SchülerInnen sich offen und selbstbewusst zu geben.

3 Didaktische Entscheidungen

3.1 Relevanz der Thematik

Gegenwartsbedeutung

In dem menschlichen Körper ist die Anzahl der Enzyme überwältigend. Sie spielen eine zentrale Rolle bei fast allen Stoffwechselreaktionen und katalysieren lebensnotwendige Vorgänge. Mithilfe des Themas *Möglichkeiten der Enzymhemmung* erhalten die Lernenden fundamentale Kenntnisse über die kompetitive und allosterische Hemmung, die innerhalb des Themenkomplexes „Stoffwechsel“ weiter vertieft und an ausgewählten Beispielen geübt werden. Innerhalb dessen muss den SchülerInnen die elementare Bedeutung der Enzymhemmung als Regulation bei sehr vielen Stoffwechselprozessen für Lebewesen vergegenwärtigt werden, da Enzyme durch Hemmungen nicht ständig ab- und aufgebaut werden müssen. Weiterhin wird den Lernenden die Hemmung von Enzymen als Einsatz in der Medizin präsent, wie die Behandlung der Schweingrippe, durch deren Hilfe Krankheiten wirksam und erfolgreich bekämpft werden können. Darüber hinaus ist das Thema für den anschließenden Themenkomplex „Immunbiologie“ wichtig, da Basiskenntnisse über die beiden verschiedenen Hemmungen hierfür von Nöten sind.

Zukunftsbedeutung

Die Thematik Enzymhemmung bildet die Grundlage für das anschließende Kurssystem innerhalb des beruflichen Gymnasiums. Hier werden innerhalb der Genetik, der Neurowissenschaften und der Ökologie Enzymhemmungen wieder aufgegriffen und auf verschiedene Beispiele angewandt.

Aber auch nach dem Abitur spielt die Enzymhemmung innerhalb des Chemie-, Biologie- und Medizinstudium oder auch in einem naturwissenschaftlichen Beruf stets eine zentrale Rolle, da die Steuerung der Enzyme bei zahlreichen Stoffwechselprozessen unablässig ist. Da die

Enzymhemmung ein wesentlicher Faktor ist, der die Enzymaktivität beeinflusst, ist es für die Lernenden zwingend notwendig fundamentale Inhalte darüber zu erfahren, um den gesamten Stoffwechsel der Lebewesen besser zu verstehen.

Exemplarische Bedeutung

Die Möglichkeiten der Enzymhemmung werden an der kompetitiven und allosterischen Hemmung erarbeitet. In der Literatur existieren auch Mischformen, die jedoch innerhalb des Fundamentaltbereiches außen vor gelassen werden.

3.2 Didaktische Reduktion und inhaltliche Strukturierung

Horizontale Reduktion

Innerhalb des Themas „Möglichkeiten der Enzymhemmung“ gibt es viele Wege den Biologieunterricht zu gestalten. Die kompetitive und allosterische Hemmung bilden dabei die Grundvoraussetzung, da sie auf unterschiedliche Weise das Enzym hemmen. In der Fachliteratur wird zusätzlich von Mischformen gesprochen, die jedoch in dem Fundamentaltbereich der gymnasialen Oberstufe keine Bedeutung haben. Für die Aneignung grundlegender Fachkenntnisse innerhalb des Themas Enzymhemmung reicht es für die Lernenden aus, sich ausschließlich mit den beiden oben genannten Möglichkeiten auseinanderzusetzen. Weiterhin wird die Enzymhemmung (kompetitiv/allosterisch) in reversibel und irreversibel unterschieden, dies wird jedoch erst in folgenden Stunden durch exemplarische Übungen vertieft. Innerhalb der allosterischen Hemmung kann der Effektor aktivierend oder inaktivierend für die Reaktion des Enzyms sein. Aufgrund der besseren Gegenüberstellung und der zeitgleichen Erarbeitungsphase wird in dieser Unterrichtseinheit auf die aktivierende Wirkung verzichtet und nachfolgend behandelt. Die Lernenden werden dafür abschließend eine Übersicht der Enzymregulation erstellen.

Vertikale Reduktion

Die Lernenden erhalten neben einem kurzen Informationstext für die Erarbeitung der kompetitiven und allosterischen Enzymhemmung modellhafte Abbildungen. Durch die Visualisierung wird gewährleistet, dass alle SchülerInnen den Reaktionsverlauf besser nachvollziehen können. Weiterhin wurden für beide Enzymhemmungen sehr ähnliche Abbildungen verwendet, was bei einem gegenseitigen Austausch der nicht selbst erarbeiteten Hemmung zu einer besseren Wiedererkennung der Modelle führt. Darüber hinaus wird gänzlich auf biochemische Moleküle und Darstellungen der Strukturveränderung der Proteine verzichtet. Auch wenn die Lernenden wissen, dass Enzyme Proteine sind, die aus Aminosäuren bestehen, ist dies in dieser Stunde nicht für den

Erkenntnisgewinn der Unterscheidung der kompetitiven und allosterischen Enzymhemmung von Belang.

Inhaltliche Strukturierung

Zunächst sollen die Lernenden den Kurvenverlauf der relativen Reaktionsgeschwindigkeit des Enzyms in Abhängigkeit der Substratkonzentration beschreiben und erklären. Danach sollen die Lernenden das Problem erkennen, dass die relative Reaktionsgeschwindigkeit des Enzyms bei gleich bleibender Substratkonzentration zum einen schwach (= kompetitiv) und zum anderen stark (= allosterisch) vermindert ist. Wenn das Problem erkannt ist, formulieren die SchülerInnen Hypothesen, warum sich die relative Reaktionsgeschwindigkeit vermindert haben könnte. Um ihre Hypothesen am Ende der Stunde überprüfen zu können, sollen sich die Lernenden vertiefende Informationen zu der kompetitiven und allosterischen Enzymhemmung erarbeiten. Weiterhin müssen sich die SchülerInnen Begründungen zu den verminderten relativen Reaktionsgeschwindigkeiten des Enzyms überlegen.

3.3 Didaktisches Konzept

Als didaktisches Konzept dient das problemorientierte Lernen. Das Ziel der Stunde ist der naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinn der kompetitiven und allosterischen Enzymhemmung durch die zu Beginn erkenntliche Problematik der verschiedenen Kurvenverläufe der Folie 1. Für eine bessere Visualisierung der Kurven der Einstiegsfolie, habe ich zwei verschiedene Farben gewählt.

Die Vorgehensweise erfolgt dabei hypothetisch-deduktiv, da die Lernenden zunächst Hypothesen zu den verschieden farbigen Kurvenverläufen formulieren, warum die relative Reaktionsgeschwindigkeit des Enzyms zum einen stark (grün Kurve = allosterisch) und zum anderen (rote Kurve = kompetitiv) vermindert bei gleich bleibender Substratkonzentration ist.

Nachdem die Lernenden dazu Hypothesen formuliert haben, die an der Tafel für eine bessere Transparenz des Unterrichtszieles festgehalten werden, erarbeiten sie sich zunächst in Einzelarbeit jeweils zu einer möglichen Enzymhemmung grundlegende Kenntnisse mithilfe von Arbeitsblättern.

Anschließend tauschen sich die SchülerInnen mit ihrem Partner aus, da beide möglichen Enzymhemmungen auf ihren Arbeitsblättern erarbeitet werden sollen. Die Partner werden von mir vor der Stunde bestimmt, da die Lernenden bezüglich der fachlichen Erschließung teilweise sehr heterogen sind. In der Partnerarbeit ist es besonders wichtig, dass die Lernenden zielorientiert miteinander arbeiten, weil sie ihre Ergebnisse zum einen anschließend vor der Klasse präsentieren werden und zum anderen jeder, die nicht selbstständig erarbeitete Enzymhemmung des Partners

erklärt. Die Zusammenarbeit fordert daher untereinander eine hohe Kooperation und Teamfähigkeit, da sie gemeinsam den im Einstieg dargestellten Kurvenverläufen die richtige Hemmung zuordnen sollen und diese auch begründen müssen. Hiefür sind von mir Hilfekarten angedacht, die zwar keinen biologischen Bezug aufweisen, aber den Lernenden die Begründung und Zuordnung bei Schwierigkeiten erleichtern.

Nach der Präsentation der Ergebnisse werden die Lernenden in einem Lehrer-Schüler-Gespräch aufgefordert, die zu Beginn formulierten Hypothesen zu überprüfen und gegebenenfalls näher aufgrund des erlernten Wissens zu erläutern. Die Zusatzfrage für die schnelleren SchülerInnen wird anschließend ausgewertet, da diese verdeutlichen soll, was die Lernenden bereits kennen gelernt haben und gleichzeitig transparent machen soll, weshalb es wichtig für sie ist, grundlegende Kenntnisse zu dem Aufbau und der Funktion von Enzymen zu erhalten.

3.4 Längerfristig angestrebter Kompetenzzuwachs

Ziel des Themenkomplexes „Stoffwechsel“:

Die SchülerInnen eignen sich fundamentale Kenntnisse über die wichtigsten Stoffwechselfvorgänge in der Zelle an. Sie wenden dabei ihr aus der Zellbiologie bekanntes Wissen auf die einzelnen Stoffwechselprozesse in den Zellorganellen an.

3.5 Kompetenzentwicklung im aktuellen Lehrvorhaben mit Indikatoren

Ziel des Stundenthemas „Möglichkeiten der Enzymhemmung“:

Die SchülerInnen erarbeiten sich grundlegende Kenntnisse über die kompetitive und allosterische Enzymhemmung. Sie erkennen, dass Enzyme auf zwei unterschiedliche Weisen gehemmt werden. Die Lernenden erkennen zum einen, dass bei der kompetitiven Hemmung ein sehr ähnlicher Stoff, der Inhibitor (Hemmstoff) am aktiven Zentrum des Enzyms bindet und somit kein Produkt aus der Reaktion hervorgeht. Zum anderen erfassen sie, dass sich bei der allosterischen Hemmung ein Effektor (hier der Hemmstoff) an die allosterische Position des Enzyms setzt und es dadurch zu einer Strukturveränderung (des Enzyms) kommt. Daraus schlussfolgern die Lernenden, dass auch hier kein Produkt gebildet werden kann. Zuletzt lernen die SchülerInnen, dass Enzymhemmungen bei der Bekämpfung von Krankheiten angewandt werden.

| | | | | |
|--|----------|---|---------|------------------------------------|
| <u>Präsentation</u> | 10.15-10 | S. stellen kompetitive und allosterische Enzymhemmung vor | SV | OHF I/II Overhead- Projektor |
| <u>Sicherung</u> | .30 | und geben Begründungen für die farbigen Kurven an L. bittet Plenum gegebenenfalls zu ergänzen | SSG/LSG | |
| <u>Überprüfung der Hypothesen</u> | | L. fordert S. auf, die zu Beginn aufgestellten Hypothesen zu überprüfen S. überprüfen Hypothesen | LSG | |
| <i>Transparenz</i> | | L. bespricht Zusatzaufgabe → (Enzyme sind lebensnotwendig + spielen bei vielen Stoffwechselprozessen sehr große Rolle → Ausblick für die nächsten UE) | | |

Legende: AB = Arbeitsblatt, EA = Einzelarbeit, L = Lehrer, LSG = Lehrer-Schüler-Gespräch, OHF = Folie, PA = Partnerarbeit, PÜ = Phasenüberleitung, RG = Reaktionsgeschwindigkeit, S = SchülerInnen, SA = Schüleraktivierung; SV = Schülervortrag, TB = Tafelbild

4 Medien

4.1 Unterrichtsmedien

| Medien | Didaktische Funktion |
|--|---|
| <i>OHF I</i> : Einstiegsfolie → Darstellung verschiedener Kurvenverläufe der Reaktionsgeschwindigkeit eines Enzyms in Abhängigkeit der Substratkonzentration | Aktivierung von Vorwissen, Motivation; Problematisierung Präsentation |
| <i>Tafelbild</i> : Möglichkeiten der Enzymhemmung | Transparenz: Stundenthema |
| <i>AB I/II</i> : Kompetitive Enzymhemmung/ Allosterische Enzymhemmung | Erarbeitung |
| <i>OHF II</i> : Abbildungen der Reaktionen der kompetitiven/allosterischen Enzymhemmung | Präsentation Sicherung |

4.2 Literatur

Bücher:

Prof. Weber, U.: Biologie Oberstufe Gesamtband, 1. Auflage, 10. Druck 2008/06, Cornelsen Verlag Berlin 2001, Berlin

Andere Literaturquellen:

Materialien vom bscw-Server

Internet:

<http://www.u-helmich.de/bio/stw/biokatalyse/katalyse05.html>

http://www.berlin.de/imperia/md/content/senbildung/schulorganisation/lehrplaene/sek2_biologie.pdf?start&ts=1245159490

5 Anhang

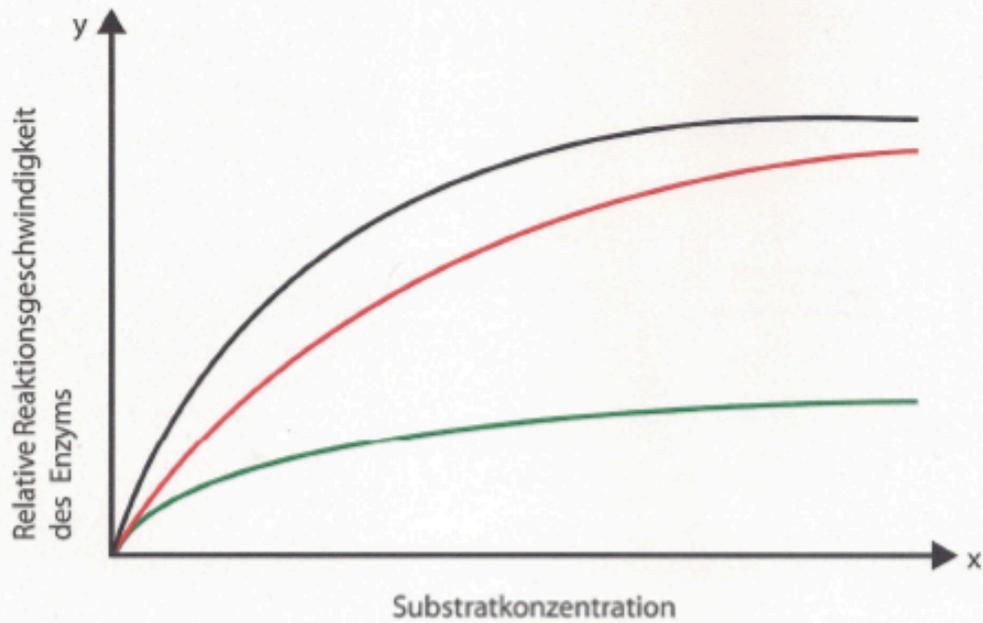
OHF I: Einstiegsfolie → Darstellung verschiedener Kurvenverläufe der Reaktionsgeschwindigkeit eines Enzyms in Abhängigkeit der Substratkonzentration

Antizipiertes Tafelbild: Möglichkeiten der Enzymhemmung

AB I/II: Kompetitive Enzymhemmung/ Allosterische Enzymhemmung

OHF II: Abbildungen der Reaktionen der kompetitiven/allosterischen Enzymhemmung

OHF I



Tafelbild (TB)

Möglichkeiten der Enzymhemmung

Hypothesen: - Enzyme werden zerstört
 - Enzym wird blockiert (aktives Zentrum)
 - Strukturveränderung des Enzyms

Hilfekarten

Hilfekarte für die Begründung der grünen Kurve: b
 In einer Bäckerei arbeiten fünf Mitarbeiter. Drei von ihnen haben sich jedoch die Hände im Backofen schwer verbrannt und können somit nicht mehr arbeiten.

Hilfekarte für die Begründung der roten Kurve: a
 In einer Bäckerei arbeiten fünf Mitarbeiter. Jeder von ihnen hat einen festen Arbeitsbereich. An diesem Tag kommt jedoch die Putzhilfe früher und die fünf Mitarbeiter können in ihrem Arbeitsbereich nicht mehr ihre volle Leistung erbringen.

Aufgaben: (Zeitvorgabe: 20 min)

1. Lesen Sie sich zunächst den Text zur „kompetitiven Hemmung“ in **Einzelarbeit** durch und beschriften Sie die Nummern der Abbildung 1 mit korrekten Begriffen und dem Reaktionsverlauf (4,5).
2. Tauschen Sie sich mit Ihrem **Partner** über „Ihre“ Enzymhemmung aus und machen Sie sich Notizen auf Ihrem Arbeitsblatt (Punkt 2) zu der anderen möglichen Enzymhemmung.
3. Ordnen Sie in **Partnerarbeit** den beiden Kurvenverläufen in Abbildung 2, die erarbeiteten Enzymhemmungen zu. Formulieren Sie dazu Begründungen.
4. Bereiten Sie sich **gemeinsam** mit Ihrem Partner auf eine Kurzpräsentation der Ergebnisse vor. Beachten Sie, dass Sie die Enzymhemmung Ihres Partners erklären sollen. Das Zufallsprinzip entscheidet.
Zusatzaufgabe für die Schnellen: Überlegen Sie, bei welchen Stoffwechselprozessen Sie Enzyme bereits kennen gelernt haben.

1. Kompetitive Hemmung

Stoffwechselprozesse sind untrennbar mit enzymatischen Reaktionen verknüpft und somit von der Aktivität der Enzyme abhängig.

Stoffe, die dem Substrat eines Enzyms sehr ähneln, können an das aktive Zentrum binden ohne umgesetzt zu werden. Ist ein derartiger Hemmstoff (Inhibitor) in höherer Konzentration vorhanden als das eigentliche Substrat, kommt die ursprüngliche Reaktion zum Erliegen, da fast nur noch der Hemmstoff an das Enzymmolekül gebunden ist. Bei genügend hoher Substratkonzentration wird dagegen der Hemmstoff vom Substrat verdrängt, das Substrat kann umgesetzt werden. Eine Hemmung, bei der Substrat und Inhibitor in Wettbewerb um die aktiven Zentren treten, wird *kompetitive* (engl. *competition* = *Wettbewerb*) Hemmung genannt.

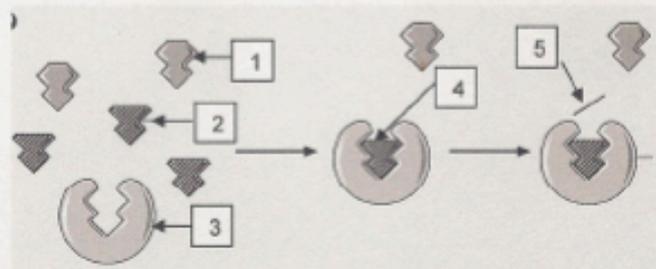
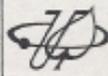


Abbildung 1: Kompetitive Hemmung¹

1. **Substrat**
2. **Hemmstoff/Inhibitor**
3. **Enzym mit aktiven Zentrum**
4. **aktives Zentrum blockiert**
5. **Substrat kann nicht umgesetzt werden → kompetitive Hemmung**

¹ Quelle: verändert nach Prof. Weber, U.: Biologie Oberstufe Gesamtband, 1. Auflage, 10. Druck 2008/06



2. Allosterische Hemmung

- Effektoren (Hemmstoffe) lagern sich an allosterische Zentrum an, nicht an aktive Stelle des Enzyms
- Enzym besitzt zwei Bindungsstellen, eine für das Substrat und eine für den Effektor
- durch Anlagerung des Effektors wird Strukturveränderung am aktiven Zentrum hervorgerufen
→ dadurch Verhinderung der Bindung des Substrats am Enzym und dessen Umsetzung
- Enzym ist inaktiviert

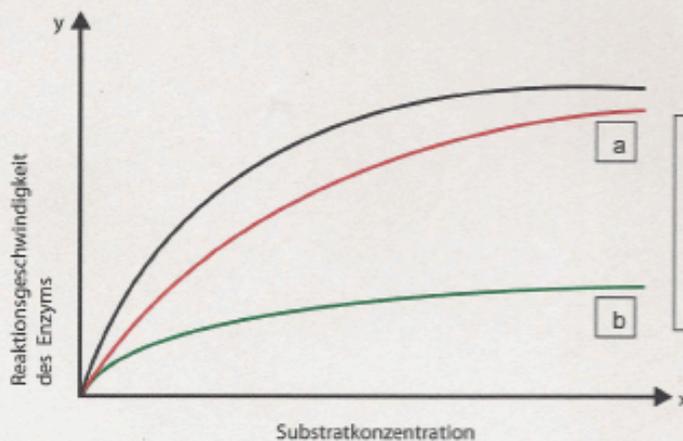


Abbildung 2:
Darstellung verschiedener
Kurvenverläufe der
Reaktionsgeschwindigkeit
eines Enzyms in
Abhängigkeit der
Substratkonzentration

3. Begründungen

a = kompetitive Hemmung → Hemmstoff ist dem Substrat sehr ähnlich, bindet an aktives Zentrum des Enzyms und bringt urspr. Reaktion zum Erliegen

- da jedoch ein Wettbewerb zwischen Substrat und Hemmstoff herrscht, wenn Substratkonzentration hoch ist wird die Reaktionsgeschwindigkeit des Enzyms nicht so stark vermindert

b = allosterische Hemmung → Effektor bindet am allosterischen Zentrum vom Enzym und bewirkt dadurch eine Inaktivierung des Enzyms → Reaktionsgeschwindigkeit des Enzyms wird dadurch stark vermindert bei gleich bleibender Substratkonzentration

Zusatzaufgabe

- z. B. bei der Verdauung, in der Medizin (z. B. Bekämpfung von Krankheiten → Schweinegrippe)

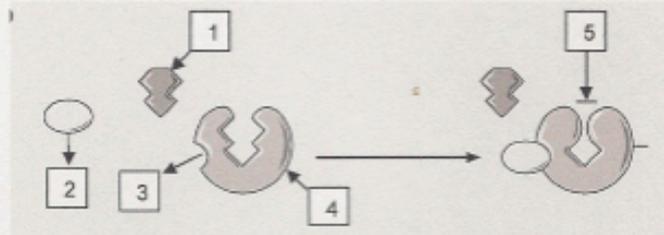
Aufgaben: (Zeitvorgabe: 20 min)

1. Lesen Sie sich zunächst den Text zur „allosterischen Hemmung“ in **Einzelarbeit** durch und beschriften Sie die Nummern der Abbildung 1 mit korrekten Begriffen und den Reaktionsverlauf (Nr. 5).
2. Tauschen Sie sich mit Ihrem **Partner** über „Ihre“ Enzymhemmung aus und machen Sie sich Notizen auf Ihrem Arbeitsblatt (Punkt 2.) zu der anderen möglichen Enzymhemmung.
3. Ordnen Sie in **Partnerarbeit** den beiden Kurvenverläufen in Abbildung 2, die erarbeiteten Enzymhemmungen zu. Formulieren Sie dazu Begründungen.
4. Bereiten Sie sich gemeinsam mit Ihrem Partner auf eine Kurzpräsentation der Ergebnisse vor. Beachten Sie, dass Sie die Enzymhemmung Ihres Partners erklären sollen. Das Zufallsprinzip entscheidet.
Zusatzaufgabe für die Schnellen: Überlegen Sie, bei welchen Stoffwechselprozessen Sie Enzyme bereits kennen gelernt haben.

1. Allosterische Hemmung

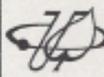
Stoffwechselprozesse sind untrennbar mit enzymatischen Reaktionen verknüpft und somit von der Aktivität der Enzyme abhängig.

Bei der allosterischen Hemmung lagern sich Effektoren (Hemmstoffe) nicht an die aktive Stelle, sondern an eine andere Position (*allosterisches Zentrum*) des Enzyms an. Das Enzym besitzt somit zwei Bindungsstellen, eine für das Substrat und eine für den Effektor. Durch die Anlagerung des Effektors wird eine Strukturänderung am aktiven Zentrum hervorgerufen. Dadurch wird die Bindung des Substrats am Enzym und damit seine Umsetzung verhindert. Das Enzym ist somit inaktiv.


 Abbildung 1: Allosterische Hemmung¹

1. **Substrat**
2. **Effektor**
3. **allosterische Zentrum**
4. **Enzym mit aktiven Zentrum/funktionsfähiges Enzym**
5. **Substrat kann nicht umgesetzt werden/**

¹ Quelle: verändert nach Prof. Weber, U.: Biologie Oberstufe Gesamtband, 1. Auflage, 10. Druck 2008/06



2. Kompetitive Hemmung

- Stoff (Hemmstoff) ähnelt dem Substrat eines Enzyms sehr, kann an aktive Zentrum des Enzyms binden ohne umgesetzt zu werden
- ist Hemmstoff in höherer Konzentration als das eigentliche Substrat vorhanden, kommt ursprüngliche Reaktion zum Erliegen → da fast nur noch der Hemmstoff an das Enzymmolekül gebunden ist
- bei genügend hoher Substratkonzentration wird dagegen der Hemmstoff vom Substrat verdrängt, das Substrat kann umgesetzt werden.
- Hemmung wird *kompetitive Hemmung* genannt

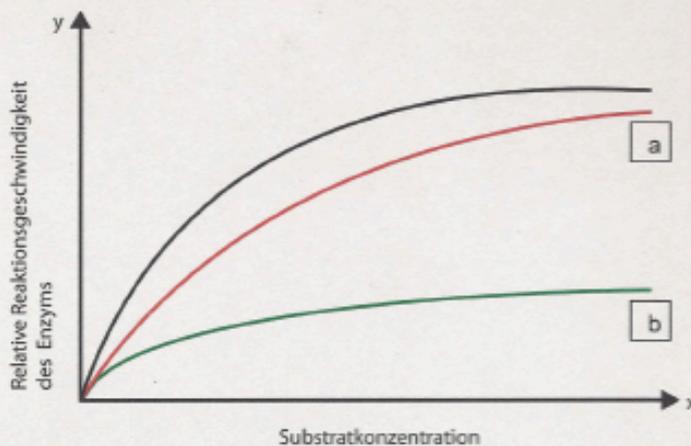


Abbildung 2:
Darstellung verschiedener
Kurvenverläufe der
Reaktionsgeschwindigkeit
eines Enzyms in
Abhängigkeit der
Substratkonzentration

3. Begründungen

a = kompetitive Hemmung → Hemmstoff ist dem Substrat sehr ähnlich, bindet an aktives Zentrum des Enzyms und bringt urspr. Reaktion zum Erliegen
- da jedoch ein Wettbewerb zwischen Substrat und Hemmstoff herrscht, wenn Substratkonzentration hoch ist wird die Reaktionsgeschwindigkeit des Enzyms nicht so stark vermindert

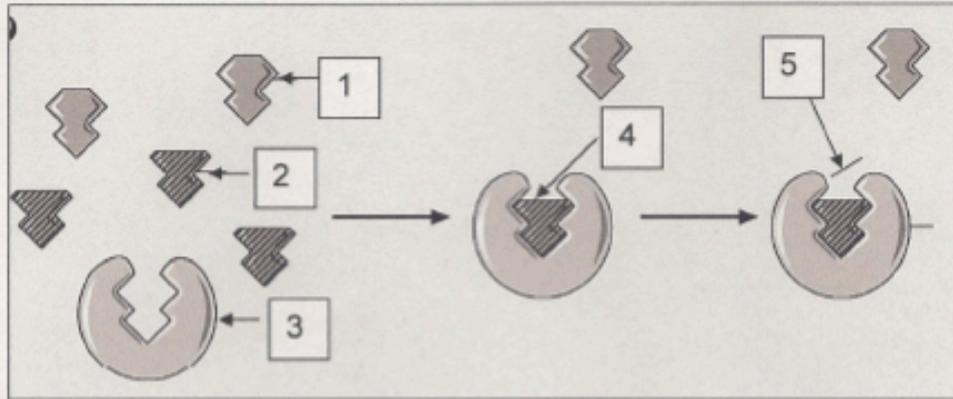
b = allosterische Hemmung → Effektor bindet an der allosterischen Position vom Enzym und bewirkt dadurch eine Inaktivierung des Enzyms → Reaktionsgeschwindigkeit des Enzyms wird dadurch stark vermindert bei gleich bleibender Substratkonzentration

Zusatzaufgabe

- z. B. bei der Verdauung, in der Medizin (z. B. Bekämpfung von Krankheiten → Schweinegrippe)

OHF II → Abbildungen der Reaktionen der kompetitiven und allosterischen Enzymhemmung

Hemmung 1:



Hemmung 2:

