

Liebe Klasse Ea,

da wir uns vor den Osterferien nicht mehr sehen, gibt es nun auch für Biologie Material.

Das Arbeitsblatt, was wir in der letzten Stunde begonnen hatten, beendet ihr bitte. Für den Fall, dass jemand es verlor hat, ist es auf der nächsten Seite noch einmal abgebildet. Für die Bearbeitung benötigt ihr die sich daran anschließenden Buchseiten. Diese bitte lesen und die Aufgaben 2 und 3 komplett bearbeiten. Als Abschluss gibt es ein Arbeitsblatt zum Thema Methanolvergiftung. Dort könnt ihr euer neues Wissen nochmal anwenden und lernt auch, warum man keinen Alkohol von unbekannter Quelle trinken sollte. (Obwohl ihr ja sowieso alle **niemals** Alkohol trinkt...*hust hust*).

Wer möchte, kann mithilfe des FWU-Films zum Thema Enzyme (hatten wir schon zum Teil gesehen) noch einmal wiederholen bzw. sich die neuen Inhalte noch einmal anders präsentieren lassen (Film, AB, Grafik usw.).

Dazu befindet sich der QR-Code und die PIN auf der letzten Seite. Ich schicke nächste Woche nochmal einen aktualisierten Code herum, denn dieser ist immer nur eine Woche gültig.

Bei Fragen usw. bitte eine Mail an albrecht.wiebke@web.de schicken.

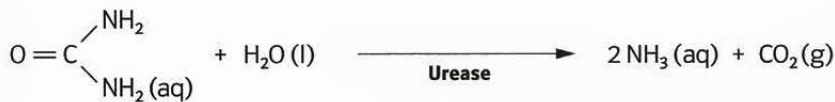
Die Bearbeitung der Aufgaben 2 und 3 der Buchseiten schickt mir bitte **jede/r** zu (schriftlich, jede/r in **eigenen** Worten).

Viele Grüße von eurer Biologielehrerin Frau Albrecht



4.6 Enzymaktivität kann visuell verfolgt werden

Urease ist eine Hydrolase, die Harnstoff mithilfe von Wasser spaltet. Diese Reaktion lässt sich visuell beobachten, wenn man dem Reaktionsansatz Phenolphthalein zusetzt, da die entstehenden Hydroxid-Ionen eine Pinkfärbung hervorrufen. Dies macht die Urease zu einem geeigneten Enzym für Versuche zur Enzymaktivität (→ 4.3).



1 Harnstoffspaltung durch Urease

In der Tabelle (→ Abb. 3) sind die Beobachtungen einer Versuchsreihe dargestellt, in der die Eigenschaften und die Wirkungsweise des Enzyms Urease untersucht wurden. Hierzu wurden 1% ige Lösungen von Harnstoff und Thioharnstoff hergestellt und unter verschiedenen Bedingungen mit Phenolphthalein untersucht.



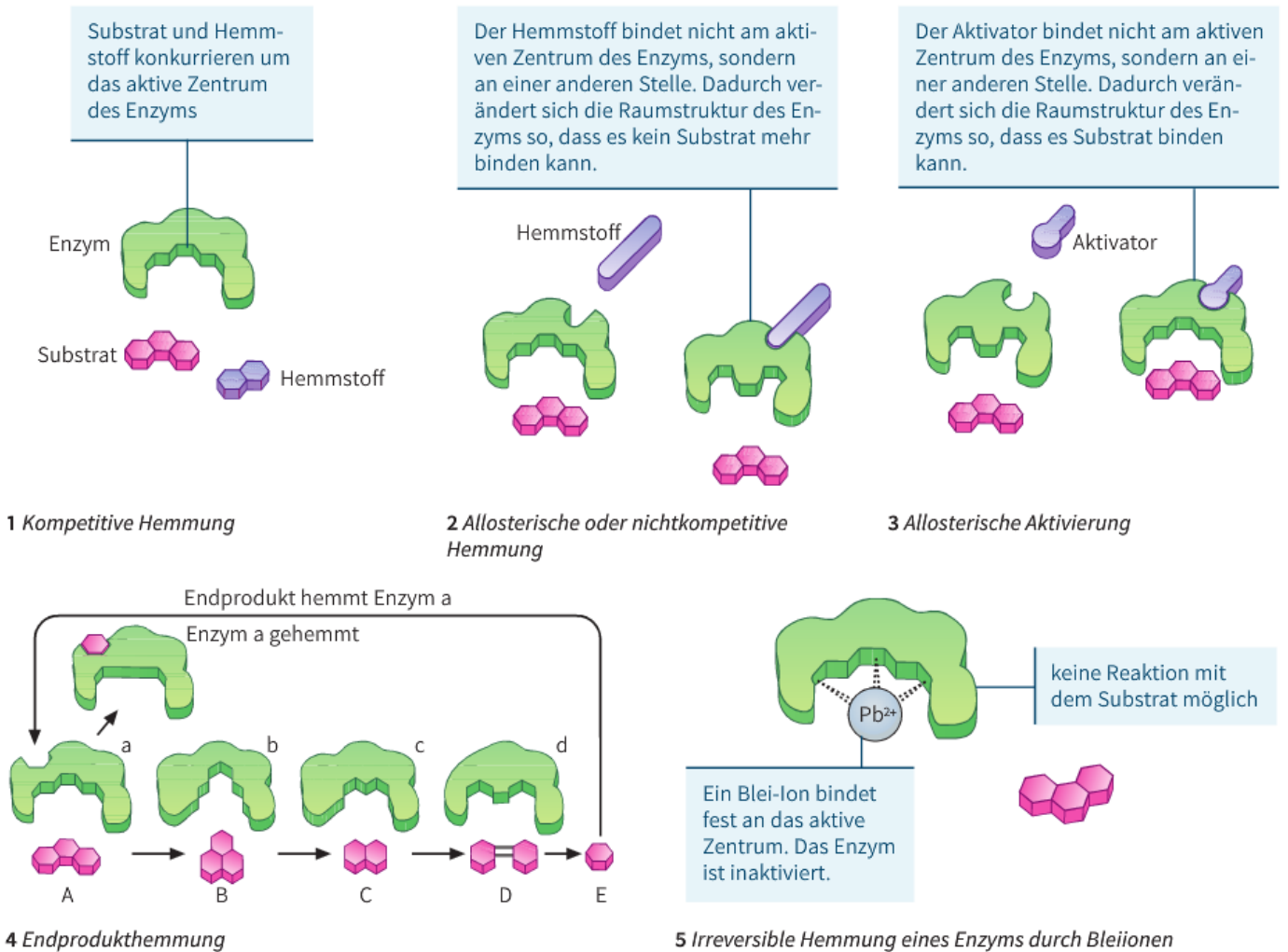
2 Strukturformeln von Harnstoff und Thioharnstoff

Versuchsansatz	Lösung	Enzym: Urease	Temperatur	Indikator	Bleisalz-lösung	Beobachtung
1	Harnstoff-lösung	-	35°C	Phenolphthalein	-	-
2	Harnstoff-lösung	+	35°C	Phenolphthalein	-	Pinkfärbung
3	Harnstoff-lösung	+	70°C	Phenolphthalein	-	-
4	Harnstoff-lösung	+	35°C	Phenolphthalein	+	-
5	Harnstoff-lösung	+	10°C	Phenolphthalein	-	Beginnende Pinkfärbung nach längerer Zeit
6	Harnstoff-lösung	+	10°C	Phenolphthalein	+	-
7	Thioharnstoff-lösung	+	35°C	Phenolphthalein	-	-

3 Die Wirkungsweise von Urease kann mithilfe des Indikators Phenolphthalein untersucht werden.

- 1 Beschreiben Sie die Versuchsreihe in Abb. 3 zur Untersuchung der Wirkungsweise von Urease.
- 2 Formulieren Sie die Fragestellungen, die mithilfe der Versuchsansätze 2–7 beantwortet werden können.
- 3 Erläutern Sie die Notwendigkeit von Versuchsansatz 1 und überprüfen Sie, welcher der sieben Versuchsansätze kein aussagekräftiges Ergebnis liefern kann.
- 4 Deuten Sie die Versuchsbeobachtungen aus Abb. 3.

6.7 Hemmung und Aktivierung der Enzymaktivität



Die Geschwindigkeiten, mit denen Enzymreaktionen ablaufen, können auf verschiedene Weise beeinflusst werden. Hemmstoffe, so genannte **Inhibitoren**, behindern die Enzymfunktion, sodass die entsprechenden Reaktionen langsamer ablaufen. Von einer **kompetitiven Hemmung** spricht man, wenn der Hemmstoff und das Substrat um das aktive Zentrum des Enzyms konkurrieren (Abb. 1). Voraussetzung für diesen Hemmtyp ist, dass sich die Strukturen von Substrat und Hemmstoff ähneln. Wie schnell das Enzym dann noch arbeiten kann, hängt vom Konzentrationsverhältnis von Substrat und Hemmstoff ab.

Andere Hemmstoffe binden an anderer Stelle als das Substrat am Enzym und verursachen dadurch eine veränderte Raumstruktur des aktiven Zentrums. Das Enzym kann das Substrat dadurch nicht mehr binden und wird gehemmt. Diesen Hemmtyp bezeichnet man als **nichtkompetitive** oder **allosterische Hemmung**

(Abb. 2). Er dient im Stoffwechselgeschehen häufig der Regulation der Enzymaktivität. Vorhandene Endprodukte können gleichzeitig Hemmstoffe sein. Sind viele Produkte vorhanden, hemmen diese ein Enzym des Syntheseweges und unterbinden damit ihre weitere Bildung (Abb. 4). Dadurch wird eine Überproduktion verhindert. Diesen Zusammenhang bezeichnet man als **negative Rückkopplung**. Sowohl kompetitive als auch nichtkompetitive Hemmstoffe können sich wieder vom Enzym lösen. Deshalb spricht man in beiden Fällen von reversibler Enzymhemmung.

Einige Hemmstoffe wie bestimmte Schwermetallionen binden jedoch so fest an Enzyme, dass sie diese dauerhaft inaktivieren (Abb. 5). Bei dieser irreversiblen Hemmung spricht man von einer Vergiftung der Enzyme. Andere Stoffe verändern bei ihrer Bindung das aktive Zentrum des Enzyms so, dass es aktiviert wird (Abb. 3). Diese Stoffe nennt man Aktivatoren.



6 Modellvorstellung zur Enzymhemmung



b

1. Ein Modell zur Veranschaulichung der Enzymhemmung.

Die Supermarktkasse soll als Modell für ein Enzym aufgefasst werden (Abb. 6). Erläutern Sie, inwiefern das dargestellte Modell geeignet ist, die Verhältnisse bei einer kompetitiven und allosterischen Hemmung modellhaft zutreffend darzustellen.

2. Wirkung der unterschiedlichen Hemmtypen auf die Enzymreaktion.

a) Beurteilen Sie jeweils, ob die folgenden Aussagen für eine kompetitive oder allosterische Hemmung zutreffen.

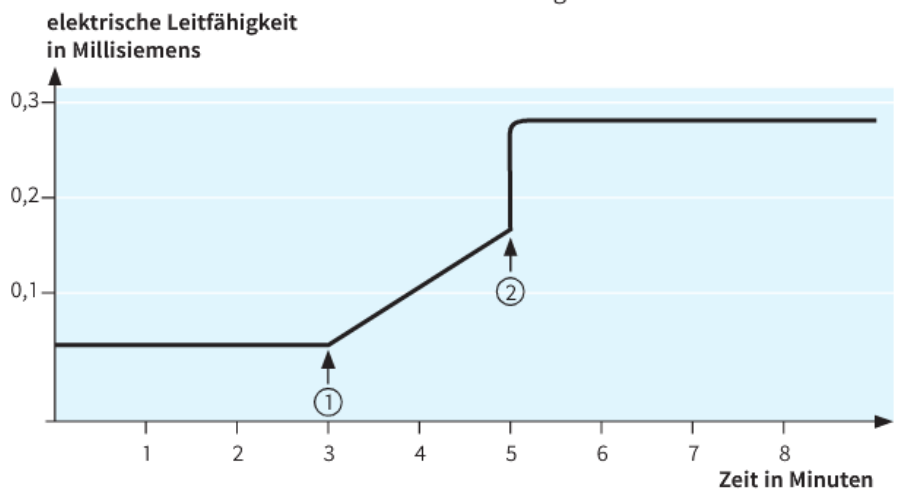
- Wenn die Substratkonzentration viel höher ist als die Hemmstoffkonzentration, wird annähernd die Maximalgeschwindigkeit der Enzymreaktion erreicht.
- Bei Anwesenheit des Hemmstoffes bleibt der K_M -Wert unverändert.
- Auch bei hohen Substratkonzentrationen wird bei Anwesenheit des Hemmstoffes keine Maximalgeschwindigkeit erreicht.

b) Für die Ermittlung der Kurven, die in Abb. 7 dargestellt sind, wurden zwei unterschiedliche Hemmstoffe eingesetzt. Beide Hemmstoffe lagen

in gleichen Konzentrationen vor. Ordnen Sie den Kurven a und b in Abb. 7 den allosterischen und kompetitiven Hemmtyp begründet zu.

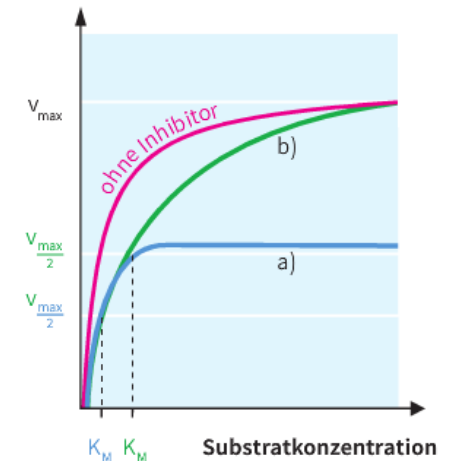
3. Die Wirkung von Silbernitrat auf das Enzym Urease.

Das Enzym Urease ist in der Lage Harnstoff ($H_2N-CO-NH_2$) zu spalten. Dabei entstehen unter anderem Ammonium- und Carbonat-Ionen. Bei einem Experiment wird die elektrische Leitfähigkeit einer Harnstofflösung kontinuierlich gemessen (Abb. 8). Zum Zeitpunkt 1 wird eine Spatelspitze Urease



8 Leitfähigkeitskurve der Harnstofflösung

Reaktionsgeschwindigkeit



7 Unterschiedliche Hemmtypen

zugegeben. Zum Zeitpunkt 2 werden einige Tropfen Silbernitratlösung zugegeben.

a) Beschreiben und deuten Sie das Versuchsergebnis (Abb. 8).

b) Skizzieren Sie das Aussehen der Kurve, wenn zum Zeitpunkt 1 Silbernitrat und zum Zeitpunkt 2 Urease zugegeben worden wäre.

c) Thioharnstoff ($H_2N-CS-NH_2$) ähnelt in der Molekülstruktur stark dem Harnstoff. Erläutern Sie mögliche Auswirkungen auf das Versuchsergebnis, wenn der Harnstofflösung zum Zeitpunkt 1 zusätzlich etwas Thioharnstoff zugesetzt würde.

Anmerkung: Silbernitrat ist ein Salz, das in wässriger Lösung zu Silber-Ionen und Nitrat-Ionen zerfällt.

Therapie einer Methanolvergiftung

17. Mai 2010, 21:23 Uhr

Trinkgelage in der Türkei: Schüler starb an Methanolvergiftung

Giftiger Laborbefund: Der nach einem Alkoholexzess in der Türkei verstorbene Schüler aus Lübeck hatte zwei Promille Methanol im Blut.

Der Schock saß tief: Vor knapp einer Woche starb in der Türkei ein 21 Jahre alter Schüler nach einem Trinkgelage auf Klassenfahrt. Nach der Obduktion seines Leichnams [...] steht nun eindeutig fest: Eine Methanolvergiftung hat seinen Tod verursacht. [...]. Die Rechtsmedizin des Universitätsklinikums war in Amtshilfe für die Lübecker Staatsanwaltschaft tätig geworden. Der junge Mann hatte zwei Promille hochtoxisches Methanol im Blut. Bereits 0,2 Promille Methanol können tödlich sein, betonte ein Sprecher der Behörde. Der Jugendliche gehörte zu einer Schülergruppe des Berufsbildungswerkes Lübeck, die auf Klassenfahrt im türkischen Ferienort Kemer waren. Sieben von ihnen hatten trotz eines Verbots des Lehrers hochprozentigen Schnaps auf einem Markt gekauft und ihn im Hotel getrunken.

Der 21-Jährige war daraufhin in seinem Hotelzimmer an der türkischen Mittelmeerküste gestorben. Zwei weitere junge Männer liegen seither im Koma. Vier junge Leute sind auf dem Weg der Besserung und sollen bald aus dem Krankenhaus entlassen werden. Die Eltern einer beteiligten Schülerin haben in der Türkei bereits Anzeige wegen Verdachts der gefährlichen Körperverletzung erstattet. Die Anzeige richtet sich gegen eine oder mehrere unbekannte Personen. [...]

Quelle: <http://www.sueddeutsche.de/panorama/trinkgelage-in-der-tuerkei-schueler-starb-an-methanolvergiftung-1.404177>

In den vergangenen Jahren ist es vorgekommen, dass Menschen, die gepanschte alkoholische Getränke getrunken haben, an den Folgen verstorben sind. Der gepanschte Alkohol enthielt größere Mengen des Alkohols Methanol. Der normale Trinkalkohol ist Ethanol. Ethanol wird im Körper durch das Enzym Alkoholdehydrogenase zu Ethanal oxidiert. In einem zweiten Schritt oxidiert das Enzym Aldehyddehydrogenase Ethanal zu Ethansäure. Durch weitere Enzyme wird Ethansäure in Kohlenstoffdioxid und Wasser umgewandelt.

Methanol wird von den gleichen Enzymen zu Methanal und Methansäure abgebaut, allerdings deutlich langsamer. Die Abbauprodukte des Methanols sind viel schädlicher als die des Ethanols. In höheren Dosen führt die Methansäure unter anderem zu einer gefährlichen Übersäuerung des Körpers. Dadurch werden Organe und Nervenzellen geschädigt. Vergiftete können erblinden oder an Atemlähmung sterben. Geringere Mengen Methansäure werden langsam ausgeschieden.

Als Therapie bei einer akuten Methanolvergiftung kann eine „Alkoholtherapie“ angewandt werden. Dabei werden dem Patienten unter kontrollierten Bedingungen höhere Dosen des Trinkalkohols Ethanol verabreicht.

In einer Versuchsreihe wurde der Abbau des Methanols durch das Enzym Alkoholdehydrogenase mit und ohne Einfluss von Ethanol untersucht. Dabei erhielt man die folgenden Ergebnisse:

Methanol-konzentration [mmol/l]	Reaktionsgeschwindigkeit Methanolabbau [$\mu\text{mol/l} \cdot \text{pro Minute}$]	Reaktionsgeschwindigkeit mit 5 $\mu\text{mol/L}$ Ethanol [$\mu\text{mol/l pro Minute}$]
0,25	15,0	7,0
0,5	23,5	16,7
1,0	32,2	25,3
1,5	36,9	30,5
2,5	41,8	37,0
3,5	44,0	40,0
5,0	44,5	42,0

A Methanolabbau durch das Enzym Alkoholdehydrogenase mit und ohne Einfluss von Ethanol

Aufgaben:

- 1. Erstellen** Sie ein Reaktionsschema zum schrittweisen Abbau von Methanol im Körper. Orientieren Sie sich dabei an dem bereits bekannten Schema zum Abbau von Ethanol. *Anmerkung: An dem Abbau von Methanol ist das Coenzym NAD^+ ebenfalls beteiligt.* [Coenzyme sind organische Moleküle, die während der enzymatischen Reaktion Wasserstoffatome oder chemische Gruppen auf das Substrat übertragen oder entfernen]
- 2. Stellen** Sie die Ergebnisse der Tabelle in geeigneter Weise grafisch dar.
- 3. Erläutern** Sie den Einfluss des Ethanols auf den Methanolabbau.
- 4. Erläutern** Sie, warum sich akute Methanolvergiftungen mit Gabe von Ethanol behandeln lassen

Enzyme – FWU-Film

QR-Code:



PIN: 2470

Link:

<https://www.fwu-mediathek.de/qr?code=fdd6e8401407b42345f80a3f8acfe79c2351f80c2713bcd00e6947cc4a6792f0&template=plain>