

Abituraufgaben Enzyme

1980/III/3

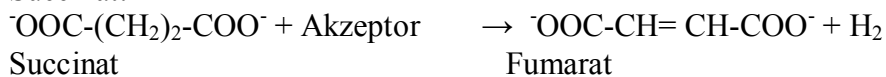
- 3.1 Die Enzyme besitzen sowohl eine "Wirkungsspezifität" als auch eine "Substratspezifität".
- 3.1.1 Was versteht man unter diesen beiden Begriffen? 2 BE
- 3.1.2 Wie ist die Wirkungsspezifität in energetischer Sicht zu verstehen? 2 BE
- 3.2.1 Skizzieren Sie ein vollständig beschriftetes Energiediagramm zum Ablauf einer enzymkatalysierten Reaktion. Zu verwendende Symbole: S = Substrat; P = Produkt; E = Enzym. 4 BE
- 3.2.2 Worauf beruht die Wirkung eines kompetitiven Inhibitors (Hemmstoffs)? 2 BE
- 3.2.3 Worauf beruht die Wirkung eines allosterischen Inhibitors? 2 BE
- 3.2.4 In einem Reaktionsgefäß A befindet sich eine Enzymlösung, in der das Enzym durch einen kompetitiven Inhibitor gehemmt ist. In einem Gefäß B liegt eine Enzymlösung vor in der ein allosterischer Inhibitor das Enzym hemmt. Der Grad der Hemmung ist in beiden Enzymlösungen gleich groß. In die Gefäße wird in langsam steigender Menge Substrat gegeben.
Wie beeinflusst die zunehmende Substratkonzentration das Reaktionsgeschehen in beiden Gefäßen? 4 BE

1982/III/3

3. Gegeben sind gleiche Stoffmengen zweier verschiedener Enzyme E₁ und E₂. Die zugehörigen Michaeliskonstanten sind $18 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ bzw. $3 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$.
Legen Sie vergleichend dar, was die beiden gegebenen Michaeliskonstanten über die zugehörigen Enzyme aussagen! 6BE

1983/IV/3

Beschreiben Sie den Kurvenverlauf, und geben Sie eine genaue Erklärung!
Das Enzym Succinatdehydrogenase katalysiert die Abspaltung von Wasserstoff aus Succinat:



- 3.1 In sieben Parallelversuchen wurde jeweils 1 cm³ einer gegebenen Succinatdehydrogenase-Lösung mit 50 cm³ Succinat-Lösung unterschiedlicher Konzentration versetzt.
Nach jeweils gleicher Versuchsdauer wurden die Konzentrationen des reduzierten Akzeptors ermittelt:
- | | | | | | | | |
|---|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| Anfangskonzentration des Succinats (in Einheiten) | 5 | 10 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 |
| Konz. des reduzierten Akzeptors (in Einheiten) | 14 | 24 | 47 | 58 | 62 | 63 | 63 |
- 3.1.1 Stellen Sie die Versuchsergebnisse graphisch dar, und Interpretieren Sie den Einfluss der Substratkonzentration auf die Enzymaktivität! 5BE
- 3.1.2. Bestimmen Sie zeichnerisch die Michaeliskonstante dieser Enzymlösung, und erklären Sie die Bedeutung der Michaeliskonstante! 2BE
- 3.2 Wird der Succinat-Lösung der unter Nummer 3.1 beschriebenen Versuchsreihe eine bestimmte Menge Malonat $\text{OOC} - \text{CH}_2 - \text{COO}^-$ zugesetzt, so ergeben die Messungen der in gleichen Zeitabständen wie bei Nummer 3.1 gebildeten Konzentrationen des reduzierten Akzeptors folgende Ergebnisse:
- | | | | | | | | |
|---|---|----|----|-----|-----|-----|-----|
| Anfangskonzentration des Succinats (in Einheiten) | 5 | 10 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 |
| Konz. des reduzierten Akzeptors (in Einheiten) | 0 | 0 | 8 | 43 | 55 | 58 | 61 |

- 3.2.1 Tragen Sie diese Versuchsergebnisse in die Graphik der Aufgabe 3.1.1 mit anderer Farbe ein! 2BE
- 3.2.2 Bestimmen Sie In der Zeichnung die Michaeliskonstante für die Kurve aus Aufgabe 3.2.1 , und vergleichen Sie diesen Wert mit dem der Michaeliskonstante aus Nummer 3.1.2! 3BE
- 3.2.3 Wie kann der Einfluss des Malonats auf die Enzymreaktion erklärt werden? 4BE

1986/II

- 3 Jeder Schritt im Stoffwechselgeschehen der Zellen wird von einem bestimmten Enzym gesteuert. So katalysieren z. B. Dehydrogenasen die Abspaltung von Wasserstoff aus einem Substrat und binden ihn.
- 3.1 Welchen organischen Stoffgruppen kann man Enzyme aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung zuordnen? Erläutern Sie die Spezifität der Enzyme! 4
- 3.2 In einer Versuchsreihe wurde jeweils 1 cm³ einer Bernsteinsäure-(Succinat-)dehydrogenase-Lösung bestimmter, jeweils gleicher Konzentration mit 50 cm³ einer Lösung eines Bernsteinsäuresalzes (Succinats) unterschiedlicher Konzentration versetzt. Nach jeweils gleicher Einwirkungsdauer wurden die Konzentrationen des reduzierten Akzeptorenzyms gemessen:

Ausgangskonzentration des Succinats	Einheiten –			
	5	10	50	100
Konzentration des reduzierten Akzeptorenzyms nach gleicher Einwirkungsdauer	14	24	47	58
	62	63	63	

- 3.2.1 Stellen Sie das Ergebnis der Versuchsreihe in einer Grafik dar, und erläutern Sie den Einfluß der Substratkonzentration auf die Enzymaktivität! 5
- 3.2.2 Bestimmen Sie zeichnerisch die Michaeliskonstante dieser Succinatdehydrogenase-Lösung, und erklären Sie die Bedeutung der Michaeliskonstante! 3

1988/IV/4.1

- 4 Der enzymatisch gesteuerte Abbau der Kohlenhydrate ist einer der wichtigsten Stoffwechselfvorgänge in unserem Körper.
- 4.1 Erklären Sie unter Mitverwendung von Skizzen den Begriff „enzymatisch gesteuert“!

4

1989/II/2

- 2 Enzymkatalysierte Prozesse sind in der Natur von großer Bedeutung.
- 2.1 Nennen Sie die Stoffgruppe, zu der die Enzyme ihrem chemischen Aufbau nach gehören!
Beschreiben Sie eine Nachweismöglichkeit für diese Stoffgruppe! 2
- 2.2 Stellen Sie die Geschwindigkeit einer enzymkatalysierten Reaktion in Abhängigkeit von der Substratkonzentration graphisch dar, und erklären Sie den Kurvenverlauf!
- 6
- 2.3 Für gleiche Stoffmengen der Alkoholdehydrogenase der Leber bzw. der Alkoholdehydrogenase einer Hefe wurden Michaeliskonstanten von $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ bzw. $1,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ bestimmt.
Geben Sie eine Definition für den Begriff „Michaeliskonstante“!

Welche Folgerungen lassen sich aus dem Vergleich der angegebenen Werte ableiten?

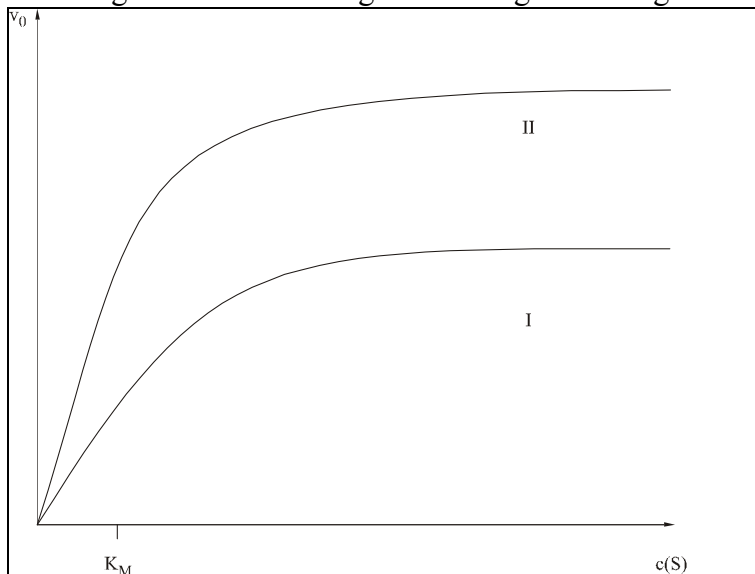
3

- 2.4 Gegenüber chiralen Verbindungen ist die Wirkung eines Enzyms vielfach auf ein Enantiomer beschränkt.
Beschreiben Sie diese Wirkung der Enzyme mit Hilfe eines einfachen Modells, und nennen Sie eine praktische Anwendung dieser Spezifität! 4

1991/III/3

- 3 Stoffwechselschritte werden durch Enzyme katalysiert; die Enzymaktivität läßt sich beeinflussen.
- 3.1 Erklären Sie kurz das Prinzip der kompetitiven und allosterischen Hemmung der Enzymaktivität! 4
- 3.2 Schildern Sie ein Experiment, mit dem man zeigen kann, ob kompetitive oder allosterische Hemmung der Enzymaktivität vorliegt, und begründen Sie Ihre Aussagen! 4
- 3.3 Die Reaktionsgeschwindigkeit der durch das Enzym Lactat-Dehydrogenase katalysierten Reaktion ist von der Konzentration des Substrats abhängig. In 2 Versuchsreihen wurden bei gleicher Temperatur und gleichem pH-Wert die Anfangsgeschwindigkeiten v_0 ermittelt.

Die Ergebnisse sind in folgendem Diagramm dargestellt:



Erklären und begründen Sie kurz, wie es zu dem unterschiedlichen Kurvenverlauf kommt! Eine Hemmung oder Aktivierung des Enzyms ist ausgeschlossen. 5

1992 II/IV

- 4 Manchen Waschmitteln werden Enzyme zum Abbau von Eiweißverschmutzung zugesetzt.
- 4.1 Beschreiben und erklären Sie die Abhängigkeit der Enzymwirkung von der Temperatur unter Mitverwendung eines beschrifteten Diagramms! 4
- 4.2 Neben der Temperatur spielt auch der pH-Wert für die Aktivität des Enzyms eine Rolle.
Erklären Sie diesen Befund unter Einbeziehung einer Modellvorstellung über die Wirkungsweise der Enzyme! 3

1993/I/3

- 3 Teststreifen für Harnzucker reagieren spezifisch auf β -D-Glucose mit Grünfärbung. Die Glucose-Moleküle werden dabei unter dem Einfluß des Enzyms Glucoseoxidase am ersten C-Atom oxidiert.
- 3.1 Erläutern Sie mit Hilfe einer Modellvorstellung die Grundlagen der Substratspezifität eines Enzyms! 4

1993/III/2

- 1.3 Harnstoff ist das Diamid der Kohlensäure. Leiten Sie aus dieser Angabe und der Summenformel die Strukturformel von Harnstoff ab! 2
- 2 Die Hydrolyse von Harnstoff zu Ammoniak und Kohlenstoffdioxid wird durch das Enzym Urease katalysiert. Urease eignet sich besonders gut für Untersuchungen zur Enzymaktivität, da die Produkte der Harnstoffspaltung mit Wasser reagieren, wobei Ionen entstehen, die eine Zunahme der elektrischen Leitfähigkeit der Lösung bedingen. In einer Versuchsreihe werden gleiche Volumina unterschiedlich konzentrierter Harnstofflösungen mit der jeweils gleichen Stoffmenge Urease vermischt. Nach jeweils gleicher Versuchsdauer wird die Leitfähigkeit jeder Lösung bestimmt und in Abhängigkeit von der Harnstoffkonzentration graphisch dargestellt. Die Kurve steigt mit zunehmender Harnstoffkonzentration zunächst an und fällt nach Erreichen eines Maximums ab.
- 2.1 Formulieren Sie die Gleichungen für die Hydrolyse von Harnstoff und die Reaktion der Produkte mit Wasser! 2
- 2.2 Erklären Sie unter Verwendung von Fachbegriffen den beschriebenen Kurvenverlauf! 5
- 2.3 Mit einer Harnstofflösung bestimmter Konzentration wird die Wirkung des Enzyms Urease in Abhängigkeit von der Temperatur ermittelt. Tragen Sie in einem Diagramm den Substratumsatz pro Zeiteinheit (Umsatzrate) gegen die Temperatur auf, und erklären Sie den Verlauf dieses Graphen! 5

1994/III/2

- 2 Der pH-Wert von Körperflüssigkeiten wird meist in einem sehr engen Bereich konstant gehalten. Abweichungen würden die Funktion lebenswichtiger Enzyme beeinträchtigen. Stellen Sie in einem Diagramm dar, wie die Enzymaktivität vom pH-Wert einer Lösung abhängt, und erläutern Sie diesen Zusammenhang! 4

1994/IV/4

- 4 Enzyme zeigen sowohl eine Wirkungs- als auch eine Substratspezifität.
- 4.1 Definieren Sie die beiden Begriffe! 3
- 4.2 Zeichnen Sie ein beschriftetes Energiediagramm zum Ablauf einer enzymkatalysierten Reaktion! Zu verwendende Symbole: E = Enzym; S = Substrat; P = Produkt. 3BE
- 4.3 In einem Reaktionsgefäß I befindet sich eine Enzymlösung, in der das Enzym kompetitiv gehemmt ist. In einem Gefäß II liegt eine Enzymlösung vor, in der das Enzym allosterisch gehemmt ist. Der Grad der Hemmung ist in beiden Enzymlösungen gleich groß. In die Lösungen wird zunehmend Substrat gegeben. Erläutern Sie den Einfluss der ansteigenden Substratkonzentration auf das Reaktionsgeschehen in den beiden Lösungen! 5BE

- 4.4 Ein Enzym kann die Oxidation der Substrate A und B katalysieren. Dabei wird bei gleicher Ausgangskonzentration der Substrate und bei gleicher Enzymkonzentration das Substrat A rascher umgesetzt als das Substrat B.
Legen Sie an diesem Beispiel den Zusammenhang zwischen Michaelis-Konstante, Substrataffinität und Umsatzgeschwindigkeit dar! 5BE

1996/III/4

- 3 Gleichgewichtsbetrachtungen sind auch in der Biochemie zur Klärung der energetischen Grundlagen unentbehrlich, obwohl sich die Stoffwechselreaktionen der Organismen keineswegs im Zustand des chemischen Gleichgewichts befinden.
- 3.1 Arbeiten Sie die Unterschiede zwischen chemischem Gleichgewicht und Fließgleichgewicht heraus! 5

1997/IV/3

- 3 Für den geregelten Ablauf des Stoffwechsels sind Enzyme als Biokatalysatoren unverzichtbar.
- 3.1 Stellen Sie unter Mitverwendung eines Diagramms den Zusammenhang zwischen Umsatzgeschwindigkeit und Substratkonzentration unter sonst konstanten Bedingungen dar (Kurve A)!
Definieren Sie die Michaelis-Konstante, und zeichnen Sie diese in das Diagramm ein!
4
- 3.2 Zeichnen Sie in das Diagramm von Nr. 3.1 die Kurve B ein, die sich ergibt, wenn die Enzymkonzentration von Anfang an doppelt so hoch ist wie bei Nr. 3.1! Die übrigen Bedingungen von Nr. 3.1 werden beibehalten.
Geben Sie an, wie sich die Veränderung der Enzymkonzentration auf die Michaelis-Konstante auswirkt! 4
- 3.3 In das bereits erstellte Diagramm ist eine Kurve C einzuzichnen, die den Einfluß einer von Anfang an zugesetzten, bestimmten Menge eines kompetitiven Hemmstoffs auf die Umsatzgeschwindigkeit des Substrats von Nr. 3.1 zeigt! Die Stoffmenge an Hemmstoff soll deutlich geringer sein als die des Substrats.
Geben Sie den Einfluß des Hemmstoffs auf die Michaelis-Konstante an, und zeichnen Sie diese in das Diagramm ein!
Die drei Kurven müssen den Aufgaben 3.1, 3.2 und 3.3 eindeutig zugeordnet werden können. 4
- 3.4 Vergleichen Sie die Auswirkungen zunehmender Substratkonzentration auf die kompetitive und auf die allosterische Hemmung einer enzymkatalysierten Reaktion!
4

1999/I/4

- 4 Ethan-1,2-diol (Ethylenglykol) wurde wegen seines süßen Geschmacks und der ethanolähnlichen Wirkung zur Verfälschung von Wein benutzt, obwohl größere Mengen dieser Verbindung toxisch wirken. Für die toxische Wirkung sind die aus Ethylenglykol enzymatisch gebildeten Stoffwechselprodukte, z. B. die Anionen der Hydroxyethansäure (Glykolat) und der Ethandisäure (Oxalat), verantwortlich. Der erste Schritt des Ethylenglykolabbaus im Körper ist die Bildung von Hydroxyethanal. Diese Reaktion wird durch die Alkoholdehydrogenase mit dem Coenzym NAD^+ katalysiert.
- 4.1 Formulieren Sie das Reaktionsschema für die Bildung von Hydroxyethanal! 2
- 4.2 Zur Therapie einer Vergiftung mit Ethylenglykol werden dem Patienten medizinisch vertretbare Mengen Ethanol verabreicht, was zur Ausscheidung des Ethylenglykols führt.
- 4.2.1 Erklären Sie die enzymkinetische Grundlage dieser Therapie unter Verwendung von Fachbegriffen! 3

- 4.2.2 Stellen Sie in einem Diagramm die Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit des biochemischen Ethylenglykol**abbaus** von der Konzentration des Ethylenglykols
- bei Abwesenheit von Ethanol und
 - nach Zufuhr einer geringen Ethanolmenge dar!
- Erklären Sie den Kurvenverlauf und den Unterschied zwischen den Kurven a und b!

1999 III/4

- 4 Während Fette technisch vielfach durch Wasserdampf bei hoher Temperatur hydrolysiert werden, erfolgt die biochemische Umsetzung in Glycerin und Fettsäuren im Organismus bereits bei Körpertemperatur.
- Erklären Sie die unterschiedlichen Temperaturerfordernisse für die technische und die biochemische Fetthydrolyse! 3
 - Stellen Sie die Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeit der biochemischen Fetthydrolyse grafisch dar und erklären Sie den Kurvenverlauf!

2000/IV/3

- 3 Eine wichtige Kenngröße eines Enzyms ist seine Michaelis-Konstante.
- Legen Sie den Zusammenhang zwischen Michaelis-Konstante, Substrataffinität des Enzyms und Reaktionsgeschwindigkeit dar! 3 BE
 - Für einen bestimmten Fall der Hemmung einer enzymkatalysierten Reaktion hat die Michaelis-Konstante des Enzyms nach Zusatz des Hemmstoffes den gleichen Wert wie für die entsprechende nicht gehemmte Reaktion. Die Enzymmenge ist bei beiden Reaktionen gleich.
 - Zeichnen Sie ein beschriftetes Diagramm, das den Verlauf der gehemmten und der nicht gehemmten Reaktion zeigt, und tragen Sie die Michaelis-Konstante ein! 4 BE
 - Schließen Sie aus den Angaben unter Nr.3.2 auf die Art der Enzymhemmung und begründen Sie Ihre Aussage! 4BE

2001//II/3

In einer ersten Versuchsreihe wurden gepufferte Harnstofflösungen (Harnstoff ist das Diamid der Kohlensäure) ansteigender Konzentration mit jeweils der gleichen Urease menge versetzt. Für jede Lösung wurde die Leitfähigkeitszunahme in dem darauf folgenden Zeitintervall gemessen und daraus die jeweilige Anfangsreaktionsgeschwindigkeit bestimmt. Eine zweite Versuchsreihe wurde in genau der gleichen Weise durchgeführt, nur wurde jeder der Harnstofflösungen eine geringe, jeweils identische Menge Guanidin zugesetzt.

Es ergaben sich folgende Anfangsreaktionsgeschwindigkeiten (RG):

c(Harnstoff); [c] = mmol / l	RG in relativen Einheiten 1. Versuchsreihe	RG in relativen Einheiten 2. Versuchsreihe
1	4,0	2,2
2	5,8	3,6
3	6,8	4,4
4	7,6	5,0
5	8,3	5,4
6	8,7	5,7

10	9,9	6,1
15	10,0	6,3
20	10,0	6,3

- 3.1 Geben, Sie an, weshalb sich die Leitfähigkeit der Harnstofflösung nach dem Zusatz von Urease verändert, und formulieren Sie die Gleichungen der Reaktionen, die für diese Leitfähigkeitszunahme verantwortlich sind! 4 BE
- 3.2 Erstellen sie, unter Verwendung der gegebenen Werte eine beschriftete Grafik und tragen Sie in dieser die Michaeliskonstanten $K_M(1)$ und $K_M(2)$ der beiden Versuchsreihen ein! 5 BE
- 3.3 Entscheiden Sie, ausgehend von den Ergebnissen der Aufgabe ob es sich bei der beobachteten Hemmung um eine kompetitive Hemmung handelt! Begründen Sie Ihre Entscheidung! 4 BE

2001/IV/2.1

Bestimmte Bakterienarten benötigen als Wuchsstoff die Folsäure, deren Biosynthese von der 4-Aminobenzoesäure $H_2N-C_6H_4-COOH$ ausgeht. Die menschlichen Körperzellen können die Folsäure dagegen nicht synthetisieren, die Aufnahme erfolgt mit der Nahrung. Durch Zufuhr von Sulfonamiden, z.B. von Sulfanilamid (4-Aminobenzolsulfonamid) $H_2N-C_6H_4-SO_2-NH_2$, kann nach einer Bakterieninfektion die Vermehrung der Bakterien im Körper eingeschränkt werden (bakteriostatische Wirkung).

Experimente haben ergeben, dass bei Zufuhr größerer Mengen von 4-Aminobenzoesäure zu Bakterienkulturen, deren Wachstum durch Sulfanilamid eingeschränkt war, die ursprüngliche Vermehrungsrate fast wieder erreicht werden konnte.

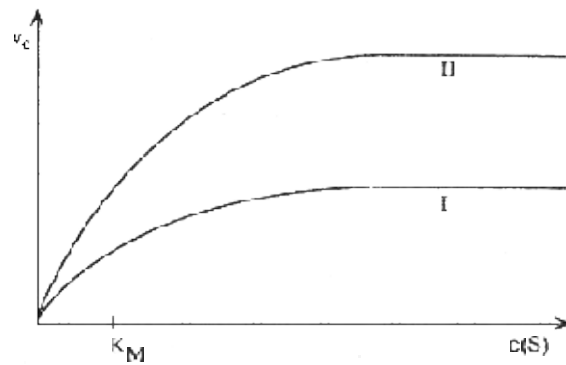
2.1

Erörtern Sie unter Verwendung von Fachbegriffen eine Modellvorstellung, wie die bakteriostatische Wirkung von Sulfonamiden zustande kommen könnte und weshalb die Sulfonamide für den Menschen verhältnismäßig harmlose Wirkstoffe sind! 7 BE

2002//II/3

Enzyme sind die Katalysatoren des Stoffwechsels.

- 3.1 Erläutern Sie mit Hilfe einer Modellvorstellung, warum das Enzym Urease zwar Harnstoff $H_2N-CO-NH_2$, nicht aber Thioharnstoff $H_2N-CS-NH_2$ spaltet! 3 BE
- 3.2 Bei der Harnstoffspaltung durch Urease entstehen unter anderem Ammonium- und Carbonat-Ionen. In einer wässrigen Harnstofflösung wird bei konstanter Temperatur die elektrische Leitfähigkeit kontinuierlich gemessen. Nach einer Minute wird Urease und nach weiteren drei Minuten ein wasserlösliches Quecksilbersalz zugefügt. Zeichnen Sie ein Diagramm, das den Verlauf der elektrischen Leitfähigkeit bis zum Zeitpunkt $t = 8$ min wiedergibt! 8 BE
- 3.3 Die Reaktionsgeschwindigkeit der durch das Enzym Urease katalysierten Hydrolysereaktion ist auch von der Konzentration des Harnstoffs abhängig. In zwei Versuchsreihen wurden bei gleicher Temperatur und gleichem pH-Wert die Anfangsgeschwindigkeiten v_0 ermittelt. Die Ergebnisse sind im folgenden Diagramm dargestellt.
Erklären und begründen Sie kurz, wie es zu dem unterschiedlichen Kurvenverlauf kommt! Eine Hemmung oder Aktivierung des Enzyms ist ausgeschlossen.

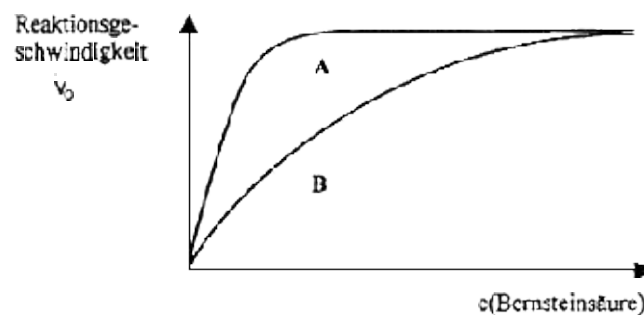


3BE

2003//I/4.2

- 3.2 In einem Experiment untersucht man die Aktivität des Enzyms Succinatdehydrogenase in Abhängigkeit von der Konzentration des Substrats Bernsteinsäure durch Bestimmung der Anfangsreaktionsgeschwindigkeiten v_0 (Kurve A). Liegt neben Bernsteinsäure Butandisäure auch noch Propandisäure (Malonsäure) im Versuchsansatz vor, so verändert sich der Kurvenverlauf (Kurve B).

Erläutern und begründen Sie den Verlauf der Kurve B im Vergleich zu Kurve A! 7BE



2005/I/3.2

- 3 Hefepilze können aus Glucose sowohl unter aeroben als auch anaeroben Bedingungen Energie freisetzen.

In einem Experiment werden Hefepilze in einer frisch bereiteten Glucoselösung suspendiert. Anschließend wird diese in ein dicht schließendes Gefäß mit Druckausgleichsmöglichkeit eingebracht. In bestimmten Zeitintervallen werden Proben entnommen und auf ihren Gehalt an Glucose und Ethanol untersucht. Dabei wird Folgendes festgestellt:

Zunächst nimmt die Glucosekonzentration nur sehr langsam ab, Ethanol ist während dieser Phase nicht nachweisbar. Nach einiger Zeit verringert sich der Glucosegehalt der Lösung sehr rasch. Ab diesem Zeitpunkt nimmt auch die Ethanolkonzentration rasch zu.

- 3.1 Erklären Sie die beschriebenen Beobachtungen unter Mitverwendung geeigneter Reaktionsgleichungen! 7 BE
- 3.2 In einem Parallelversuch wird der Ansatz mit Bleiacetat-Lösung versetzt. Erklären Sie die Auswirkung dieser Maßnahme auf den zeitlichen Verlauf des Glucosegehalts der Suspension! 3 BE

2006/II/2

2 Bei den meisten Lebewesen ist die Glykolyse der zentrale Stoffwechselweg im Energiestoffwechsel. Dabei wird im ersten Schritt Glucose zu Glucose-6-phosphat umgesetzt. Diese Reaktion kann durch zwei verschiedene Enzyme katalysiert werden. In Muskelzellen lässt sich die Hexokinase nachweisen, in Leberzellen dagegen die Glucokinase.

Nach der Umwandlung zu Fructose-6-phosphat katalysiert das Enzym Phosphofruktokinase im dritten Schritt die weitere Umsetzung zu Fructose-1,6-bisphosphat. Diese Reaktion bestimmt entscheidend die Geschwindigkeit der Glykolyse. Mit der Spaltung von Fructose-1,6-bisphosphat in die beiden C₃-Körper Glycerinaldehyd-3-phosphat und Dihydroxyacetonphosphat endet der erste Abschnitt der Glykolyse.

2.1 Formulieren Sie den ersten Schritt der Glykolyse als Strukturformelgleichung und erläutern Sie an diesem Beispiel das Prinzip der energetischen Kopplung!

Für Coenzyme ist die übliche Kurzschreibweise zu verwenden. 4 BE

2.2

Während eine hohe ATP-Konzentration die Phosphofruktokinase hemmt, wirkt eine erhöhte Adenosinmonophosphat-Konzentration sogar aktivierend.

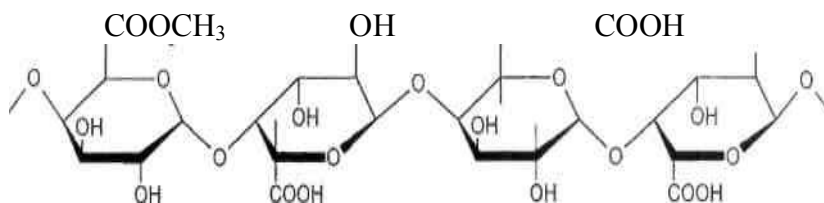
Adenosinmonophosphat (AMP) ist nach ADP ein weiteres Hydrolyseprodukt von ATP.

Erklären Sie diese Einflüsse unter Verwendung einer Modellvorstellung und legen Sie dar, welche Bedeutung diese Befunde für die Regulation des Stoffwechsels haben!

5 BE

2008 A1

Bei der Herstellung von Rotwein durch Vergären von Traubensaft entsteht neben Ethanol in geringen Mengen das giftigere Methanol. Dieser Giftstoff kann aus dem in den Zellwänden enthaltenen Pektin, das durch folgende Haworth-Projektionsformel gekennzeichnet ist, gebildet werden:



2.1 Formulieren Sie eine Reaktionsgleichung für die Bildung von Methanol aus Pektin unter dem katalytischen Einfluss der im Traubensaft enthaltenen Säuren und benennen Sie den Reaktionstyp! Die für die Reaktion nicht relevanten Molekülbestandteile können abgekürzt werden. [3 BE]

2.2 Das Enzym Alkoholdehydrogenase (ADH) katalysiert im Körper die Oxidation von Methanol zu Methanal. Die Symptome einer Methanolvergiftung werden hauptsächlich durch Methanal verursacht. Neben Methanol setzt das Enzym auch Ethanol um.

2.2.1 Erläutern Sie unter Verwendung einer Modellvorstellung das Phänomen der Substratspezifität von Enzymen! Beurteilen Sie die Substratspezifität von ADH! [6 BE]

- 2.2.2 Zur Therapie einer Methanolvergiftung wird die Ethanolkonzentration im Blut über mehrere Tage auf einem erhöhten Wert gehalten. Stellen Sie die Geschwindigkeit des Methanolabbaus durch ADH in Abhängigkeit von der Methanolkonzentration in einem beschrifteten Diagramm dar! Erläutern Sie den Einfluss der therapeutischen Ethanolgabe auf diese Geschwindigkeit unter Mitverwendung einer weiteren Kurve, die Sie in das gleiche Diagramm einzeichnen! [8 BE]

2007/C1

- 1 Die Hydrolyse von Harnstoff zu Ammoniak und Kohlenstoffdioxid wird durch das Enzym Urease katalysiert. Die Produkte reagieren mit Wasser unter Bildung von Ionen.
In zwei Versuchsreihen (A und B) werden gleiche Volumina unterschiedlich konzentrierter Harnstofflösungen jeweils mit der gleichen Stoffmenge Urease vermischt. In Versuchsreihe B wird vor der Zugabe der Urease in allen Harnstofflösungen jeweils die gleiche Menge eines Stoffes X gelöst. Das Volumen ändert sich dabei nicht. Die Leitfähigkeit der Lösungen nach jeweils 3 Minuten Reaktionszeit ist in folgenden Tabellen dargestellt:

Versuchsreihe A:

C ₀ (Harnstoff) [mmol/l]	4,0	8,0	12	16	20	24	30
Leitfähigkeit nach 3 min [mS]	4,0	7,0	9,2	10,2	10,7	11	11

Versuchsreihe B (mit Stoff X):

C ₀ (Harnstoff) [mmol/l]	4,0	10	16	22	28	36	40
Leitfähigkeit nach 3 min [mS]	2,0	5,2	7,9	9,5	10,5	11	11

- 1.1 Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für die Hydrolyse von Harnstoff ($\text{H}_2\text{N-CO-NH}_2$) und die Reaktionen der Produkte mit Wasser! [5 BE]
- 1.2.1 Stellen Sie anhand der Messergebnisse der beiden Versuchsreihen die Abhängigkeit der Urease-Aktivität von der Harnstoffkonzentration graphisch dar und ermitteln Sie aus Ihrer Darstellung die Werte der Michaelis-Konstanten $K_M(\text{A})$ und $K_M(\text{B})$! Leiten Sie aus dem Diagramm und den Werten der Michaelis-Konstanten ab, welchen Einfluss der zugesetzte Stoff X in Versuchsreihe B auf die Enzymreaktion hat und erläutern Sie die Wirkungsweise des Stoffes X mit Hilfe des Schlüssel-Schloss-Modells! [11 BE]
- 1.2.1 Erläutern Sie den Kurvenverlauf und geben sie in diesem Zusammenhang an, um welche Art von Stoff es sich bei Z handeln könnte! [8 BE]
- 1.3 In einer weiteren Versuchsreihe (C) wird die Leitfähigkeit des Versuchsansatzes kontinuierlich gemessen. Zum Zeitpunkt t_0 wird die wässrige Lösung eines Stoffes Z zugesetzt. Die Messergebnisse sind in nach folgender Graphik dargestellt:

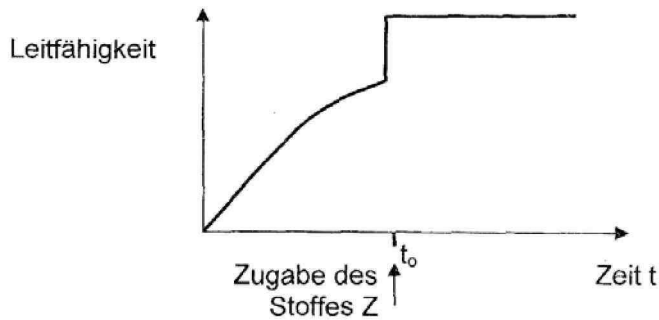


Diagramm zu Versuchsreihe C

2009/C1

Roggenmehl enthält im Vergleich zu Weizenmehl größere Mengen α -Amylase. Dieses Enzym bewirkt einen Abbau von Stärke zu Maltose, wodurch der Teig zu weich werden könnte. Im folgenden Diagramm wird die Abhängigkeit der Amylaseaktivität vom pH-Wert dargestellt.

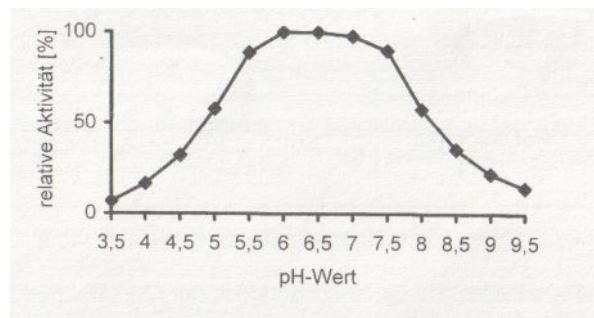


Abb. 1: Abhängigkeit der Amylase-Aktivität vom pH-Wert der Lösung (http://www.pektowin.com.pl/ger/index.php?q=amylogal_ct&menu=enzyme, aufgerufen am 19.02.2009)

Stellen Sie dar, weshalb der pH-Wert die Aktivität von Enzymen beeinflussen kann, und leiten Sie aus den gegebenen Informationen ab, welchen Vorteil der Zusatz von Sauerteig zum Roggenmehl bietet [6 BE]

2009/C2

Honig wird seit dem Altertum nicht nur als Nahrungs- und Genussmittel, sondern auch als Heilmittel verwendet. Bienen erzeugen Honig aus Nektar oder Honigtau.

1

Im Bienenstock geben die Sammelbienen den Nektar an die Stockbienen weiter. Im Honigmagen der Bienen befindet sich das Enzym Invertase, das die Spaltung der im Nektar befindlichen Saccharose katalysiert.

In Laborversuchen wird der Einfluss eines Hemmstoffes auf das Enzym Invertase untersucht. Dazu wird zunächst die Umsatzgeschwindigkeit bei verschiedenen Substratkonzentrationen ermittelt. Die Umsatzgeschwindigkeit v und die Substratkonzentration $c(S)$ werden als Kehrwerte aufgetragen, wodurch sich eine lineare Abhängigkeit ergibt. In einer weiteren Versuchsreihe wird die Umsatzgeschwindigkeit bei Zusatz des Hemmstoffes untersucht.

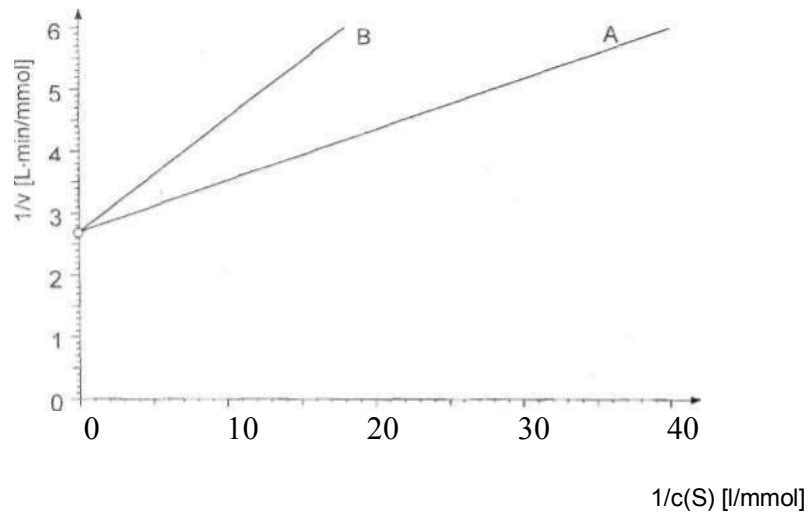


Abb.: Abhängigkeit der reziproken Enzymaktivität von der reziproken Substratkonzentration (Diagramm erstellt mit Daten aus Jens Hagen, „Chemiereaktoren“, Wiley-VCH 2004, S. 178)

1.1

Ermitteln Sie mithilfe des Diagramms die Umsatzgeschwindigkeiten v_A und v_B für $c(S) = 0,1 \text{ mmol/L}$! Ordnen Sie ausgehend von diesem Ergebnis die beiden Graphen A und B den entsprechenden Versuchsreihen zu und begründen Sie Ihre Entscheidung! [5 BE]

1.2

Erläutern Sie, an welcher Stelle des Diagramms der Kehrwert der maximalen Umsatzgeschwindigkeit der Invertase abgelesen werden kann! Leiten Sie aus Ihrem Ergebnis her, um welchen Typ von Hemmung es sich handelt [4 BE]

2011/C1

3

Sojabohnen besitzen neben einem hohen Harnsäuregehalt auch einen relativ großen Anteil an den Purinbasen Adenin und Guanin. Diese werden zur Ausscheidung über Xanthin in Urat überführt.

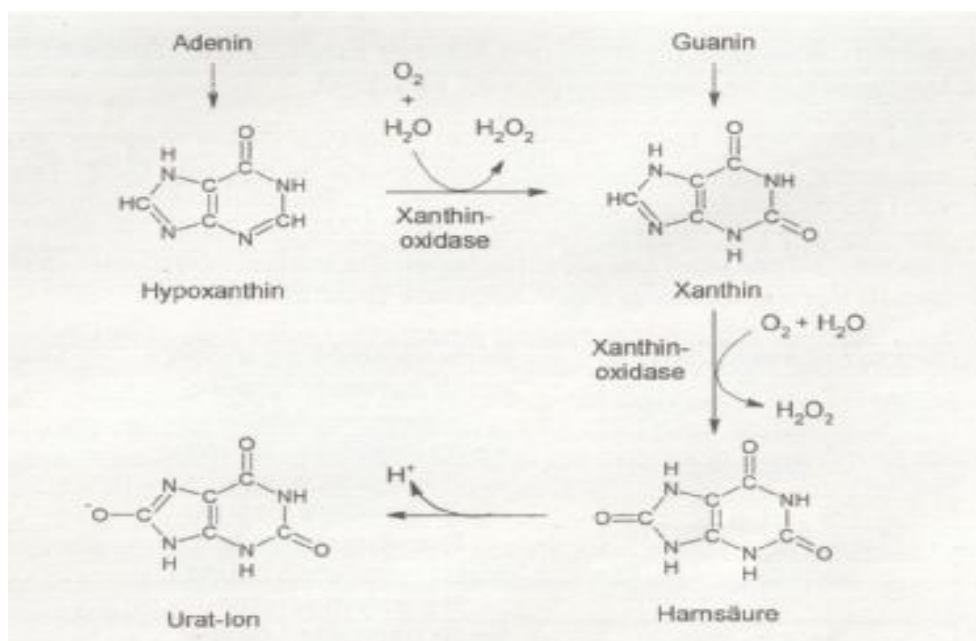


Abb. 1: Abbauweg von Adenin und Guanin²

Hohe Uratkonzentrationen im Serum verursachen Gicht, die u. a. dadurch gekennzeichnet ist, dass Gelenke und Nieren von Uratkristallen geschädigt werden. Chronische Gicht lässt sich medikamentös mit dem Wirkstoff Allopurinol behandeln. Durch dessen dosierte Anwendung wird die Bildung von Urat reduziert.

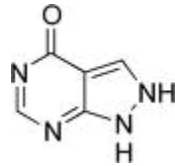


Abb. 2: Strukturformel von Allopurinol

Leiten Sie aus der Strukturformel von Allopurinol ab, welchen Einfluss die Gabe von Allopurinol auf die Michaeliskonstante der Xanthinoxidase und auf die Maximalgeschwindigkeit der enzymatischen Umsetzung hat! [5 BE]

Abbildungen und Tabellen;

2 verändert nach: L. Stryer: *Biochemie*. Spektrum-Verlag, Heidelberg 2003, 5. Aufl., S. 781

2011/C2

2.2.2 In zwei verschiedenen Versuchsreihen I und II werden bei gleicher Temperatur und gleichem pH-Wert D-Sorbit-Lösungen steigender Konzentration mit Sorbitdehydrogenase versetzt und die jeweilige Anfangsgeschwindigkeit der enzymatischen Umsetzung bestimmt. Die Ergebnisse sind in folgendem Diagramm dargestellt:

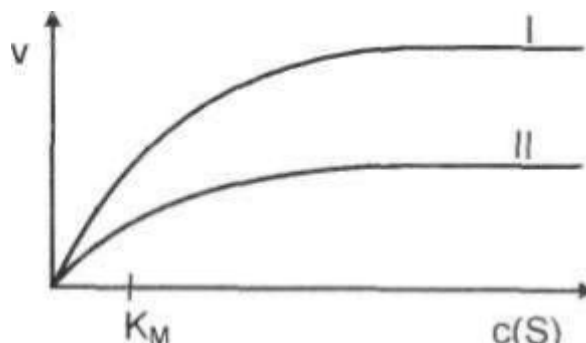


Abb.: Anfangsgeschwindigkeit in den Versuchsreihen I und II

Erläutern Sie den prinzipiellen Kurvenverlauf bei Versuchsreihe I und stellen Sie zwei begründete Hypothesen für den abweichenden Kurvenverlauf bei Versuchsreihe II auf!

[10 BE]