

Rudi Hutterer

Fit in Biochemie

Das Prüfungstraining für Mediziner,
Chemiker und Biologen

STUDIUM



**VIEWEG+
TEUBNER**

Rudi Hutterer

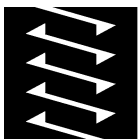
Fit in Biochemie

Rudi Hutterer

Fit in Biochemie

Das Prüfungstraining für Mediziner,
Chemiker und Biologen

STUDIUM



VIEWEG+
TEUBNER

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<<http://dnb.d-nb.de>> abrufbar.

Dr. rer. nat. Rudi Hutterer

Geboren 1966 in München. Studium der Chemie in München und Würzburg. Diplomarbeit (1993) und Promotion (1996) bei Prof. Dr. F. W. Schneider auf dem Gebiet der zeitaufgelösten Fluoreszenzspektroskopie an Modellmembransystemen. Von 1997 bis 1998 Tätigkeit als Gruppenleiter in der Einsatzstoffentwicklung Diagnostika bei der Boehringer Mannheim GmbH in Tutzing. Seit 1998 als wissenschaftlicher Angestellter und seit 2002 als Akademischer Rat am Institut für Analytische Chemie, Chemo- und Biosensorik an der Universität Regensburg verantwortlich sowohl für die Ausbildung der Medizin- und Zahnmedizinstudenten in anorganischer und organischer Chemie, als auch für Praktika und Übungen für Chemiker in Biochemie sowie Biosensorik & Screening.

1. Auflage 2010

Alle Rechte vorbehalten

© Vieweg+Teubner | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2010

Lektorat: Ulrich Sandten | Kerstin Hoffmann

Vieweg+Teubner ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.

www.viewegteubner.de



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: KünkelLopka Medienentwicklung, Heidelberg
Druck und buchbinderische Verarbeitung: STRAUSS GMBH, Mörlenbach
Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.
Printed in Germany

ISBN 978-3-8348-0727-4

Vorwort

Die klassischen Lehrbücher der Biochemie, ob von Stryer oder Lehninger et al, Horton et al. oder Voet/Voet, ob „der große Löffler“ oder das jüngst erschienene, von einem Autorenkollektiv verfasste „Biochemie und Molekularbiologie des Menschen“, alle haben eins gemeinsam: sie sind ziemlich dick. Ein weites Feld tut sich da auf, für die angehenden Mediziner in spe, wie auch für Naturwissenschaftler verschiedener Fachrichtung, die mit Biochemie als (Neben)fach in ihrem Studium konfrontiert werden.

Wie geht man's an? Das Studium der Lehrbücher ist sicherlich ein unverzichtbarer Bestandteil zur Nachbereitung von Vorlesungen und Prüfungsvorbereitung. Allein – meist führt bloßes Faktenwissen nicht zum erwünschten Erfolg, denn Prüfungen erfordern typischerweise die Lösung von Problemen, wie manch einer (oft zu spät) erkennt, wenn all das eingepackte Detailwissen nicht angewandt werden konnte.

Mit der klassischen Frage, was man denn für die Klausur tun sollte, werde ich immer wieder konfrontiert, seit ich hier in Regensburg Studenten der Medizin und Zahnmedizin auf dem Weg durch zwei Semester Chemie und die Chemiker durch Biochemie-Übungen und -Praktika begleite. Daraus entstand die Idee, eine größere Anzahl von Aufgaben, möglichst mit medizinischem Hintergrund, zusammenzustellen und dazu sehr ausführlich diskutierte Lösungen anzubieten. „Chemischer Denksport“ also, mit dem Anspruch, Gelerntes nicht nur zu reproduzieren, sondern anzuwenden. Den Anfang machte eine Aufgabensammlung zur organischen Chemie mit dem Titel „Fit in Organik“ (2006), das sich für viele Studierende als hilfreich erwies, so dass das Konzept mit „Fit in Anorganik“ (2008) beibehalten wurde, um ein Training der grundlegenden Fertigkeiten in allgemeiner und anorganischer Chemie zu ermöglichen.

Und die Biochemie? Für viele Medizinstudenten ist sie *die* große Hürde vor dem Physikum. Aber auch für alle anderen Naturwissenschaftler, insbesondere Chemiker und Biologen, sind solide Kenntnisse der Biochemie und Molekularbiologie in der Ära von Genomics bis Metabolomics, von Biotechnologie bis molekularer Medizin zunehmend unverzichtbar. Es ist dabei wie im Sport – Fitness erfordert fleißiges und v.a. aktives Training – und hierzu gehört das Lösen von Problemen. Viel zu viel wird im Studium (in der Medizin ganz voran) nur auswendig gelernt, zu wenig problemorientiertes Denken verlangt und gefördert.

Übungsaufgaben zur Biochemie also. Das Konzept wurde beibehalten; wieder sollten die Aufgaben wo angebracht auch etwas Hintergrundinformation beisteuern, sollten sehr ausführlich gehaltene Lösungsvorschläge nicht nur zur Selbstkontrolle, sondern auch zur Rekapitulation des Stoffgebiets beitragen. Das Ergebnis ist der vorliegende Band, der – der Vielfalt der Biochemie und dem beschriebenen Konzept geschuldet – einen stattlichen Umfang angenommen hat.

Kapitel 1 enthält wiederum Aufgaben vom Multiple Choice-Typus, wie sie beispielsweise im Physikum vorgelegt werden. Der zugehörige Lösungsteil diskutiert jede einzelne Antwortmöglichkeit, so dass der Studierende exakt nachvollziehen kann, warum eine einzelne Antwort richtig oder falsch ist. So werden einzelne Sachverhalte immer wieder wiederholt, prägen sich ins Gedächtnis ein und stehen für die Lösung ähnlicher Aufgaben zur Verfügung.

Die Vielfalt der Themen ließ eine stärkere Sortierung der Aufgaben mit frei zu formulierenden Antworten sinnvoll erscheinen, wobei die Übergänge natürlich fließend sind, z.B. zwischen „Biomolekülen“ in Kapitel 2 und Stoffwechselprozessen in Kapitel 4. Aufgaben zu etwas spezielleren Themengebieten (u.a. Immunologie) wurde ein eigenes Kapitel gewidmet, ebenso wie Aufgaben, die vermehrt klinische und pharmakologische Bezüge aufweisen, also „biochemische Praxis“ darstellen und daher insbesondere für Studierende der Medizin von Interesse sein sollten.

Studierende der Chemie, Biochemie, Biologie und Pharmazie wiederum finden ausreichend Beispiele mit analytisch-chemischen Inhalten und mechanistischen Fragestellungen, für die im Rahmen der Mediziner Ausbildung weniger Platz ist, die aber für das chemische Verständnis biochemischer (Reaktions-)Prozesse bedeutsam sind.

Der Einsatz von Farbe soll insbesondere das Verständnis dieser chemischen Sachverhalte erleichtern. Wie auch in „Fit in Organik“ sind elektrophile Gruppen, insbesondere Protonen und positive Ladungen blau dargestellt, nucleophile Gruppen und negative Ladungen dagegen rot, (gute) Abgangsgruppen grün. Auch Enzymnamen sind farblich in blau hervorgehoben. Auf eine Einteilung nach ungefährem Schwierigkeitsgrad wurde diesmal verzichtet, da dieser vermutlich je nach fachlichem Hintergrund z.B. von Medizinern und Chemikern in vielen Fällen recht unterschiedlich wahrgenommen werden wird.

Ich hoffe, dass es Ihnen mit diesem Buch besser gelingt, sich auf biochemische Prüfungssituationen vorzubereiten, und Sie zugleich Spass am Denken in Zusammenhängen und am Problemlösen entwickeln.

Mein Dank gilt allen Studierenden, die durch ihre Fragen und Anregungen mithelfen, die Lehre weiter zu verbessern und mich ermutigt haben, dieses Projekt in Angriff zu nehmen, Herrn Dr. Helfrid Mallow für die Überlassung einiger Aufgaben, Herrn Prof. Joachim Wegener für die Unterstützung und wertvolle Diskussionen sowie dem Vieweg+Teubner Verlag für die Realisierung.

Regensburg, im Oktober 2009

Rudi Hutterer

Inhalt

Hinweise zur Benutzung

Kapitel 1	Multiple Choice Aufgaben (1–120)	5
Kapitel 2	Biomoleküle: Aminosäuren und Proteine, Kohlenhydrate, Lipide und Membranen, Vitamine und Coenzyme (121–186).....	63
Kapitel 3	Enzymkinetik und optische Bestimmungen (187–208).....	89
Kapitel 4	Energetik und Stoffwechsel: Glucosestoffwechsel, Citratzyklus, Atmungskette, Fettstoffwechsel, Aminosäure- und Nucleotidstoffwechsel (209–322).....	99
Kapitel 5	Nucleinsäuren, Genexpression und molekularbiologische Methoden (323–387)	133
Kapitel 6	Spezielle Themenbereiche (388–438).....	155
Kapitel 7	Komplexere Aufgaben mit klinischem / pharmako- logischem Bezug (439–500).....	175
Kapitel 8	Lösungen – Multiple Choice Aufgaben	201
Kapitel 9	Lösungen – Biomoleküle: Aminosäuren und Proteine, Kohlen- hydrate, Lipide und Membranen, Vitamine und Coenzyme	301
Kapitel 10	Lösungen – Enzymkinetik und optische Bestimmungen.....	349
Kapitel 11	Lösungen – Energetik und Stoffwechsel: Glucosestoffwechsel, Citratzyklus, Atmungskette, Fettstoffwechsel, Aminosäure- und Nucleotidstoffwechsel.....	365
Kapitel 12	Lösungen – Nucleinsäuren, Genexpression und molekularbiologische Methoden	459
Kapitel 13	Lösungen – Spezielle Themenbereiche	505
Kapitel 14	Lösungen – Komplexere Aufgaben mit klinischem / pharmakologischem Bezug	545

Anhang

Sachverzeichnis

Hinweise zur Benutzung

Folgende Symbole und Farbcodes werden benutzt:

In Reaktionsgleichungen:

rot: nucleophiles Atom / Gruppe

blau: elektrophiles Atom / Gruppe

grün: gute Abgangsgruppe

Enzymnamen sind i.A. in blauer Farbe angegeben



Kennzeichnet eine Aktivierung dieses Reaktionsweges / des entsprechenden Enzyms



Kennzeichnet eine Hemmung dieses Reaktionsweges / des entsprechenden Enzyms



Erhöhung der Konzentration eines Metaboliten über den Normalwert



Erniedrigung der Konzentration eines Metaboliten unten den Normalwert

Kapitel 1

Multiple Choice Aufgaben

Aufgabe 1

Methoden zur Aufreinigung von Proteinen sind in der Biochemie unverzichtbar. Besondere praktische Bedeutung besitzen die Auftrennung von Proteinen in einem elektrischen Feld (Elektrophorese) sowie verschiedene chromatographische Techniken, wie Ionenaustausch- oder Affinitätschromatographie.

Welche der folgenden Aussagen trifft nicht zu?

- Für eine Auftrennung von Proteinen durch isoelektrische Fokussierung wird ein stabiler pH-Gradient benötigt.
- Für eine Kationenaustauschersäule eignet sich z.B. Säulenmaterial mit Carboxymethylgruppen an der Oberfläche.
- Für einen Anionenaustauscher kommen organische Reste mit Diethylaminoethylgruppen in Frage.
- Die beiden Peptide Met-Ala-Ser-Arg-Gly-Asn-Pro-His-Ser-Leu-Ser und Gly-Ile-Cys-Glu-Ala-Ser-Phe-Trp-His-Leu-Asp sollten sich durch Ionenaustauschchromatographie leicht trennen lassen.
- Fest an einen Ionenaustauscher gebundene Peptide oder Proteine können i.A. durch Erhöhung der Ionenstärke des Elutionspuffers von der Säule eluiert werden.
- Bei einer zweidimensionalen Gelelektrophorese werden ein Kationen- und ein Anionenaustauscher miteinander kombiniert.

Aufgabe 2

Die meisten Proteine unterscheiden sich in der Anzahl ihrer Aminosäuren, also in ihrer molaren Masse (ihrer Größe). Diese Unterschiede kommen ebenfalls als Grundlage für eine Trennung von Proteinen in Frage.

Welche Aussage ist richtig?

- Bei der Gelchromatographie wandern kleine Proteine wesentlich rascher als große, da sie durch die Teilchen des Gelmaterials viel weniger behindert werden.
- Die Polyacrylamid-Gelelektrophorese beruht auf einem Siebeffekt, wobei das Gelmaterial kleine Proteine rascher wandern lässt als große.
- Ein Zusatz von SDS (Natriumdodecylsulfat) bei der Polyacrylamid-Gelelektrophorese führt zu einer Spaltung der Disulfidbrücken der Proteine.

- () Die Wanderungsgeschwindigkeit der Teilchen bei einer Polyacrylamid-Gelelektrophorese ist proportional zum Logarithmus ihrer molaren Masse.
- () Der Zusatz von SDS bei der Polyacrylamid-Gelelektrophorese dient dazu, die Proteine gegen eine mögliche Denaturierung durch das Polyacrylamid zu stabilisieren.
- () Ein Nachteil der Polyacrylamid-Gelelektrophorese ist, dass die Proteine vor ihrer Trennung mit einem Farbstoff oder radioaktiv markiert werden müssen, weil sie sonst nach Durchführung der Elektrophorese nicht mehr zu detektieren sind.

Aufgabe 3

Insulin wird in den Inselzellen der Pankreas als inaktives Vorläuferprotein, das sogenannte Proinsulin, gebildet.

Welche Aussage trifft nicht zu?

- () Um Proinsulin in die aktive Form (Insulin) zu überführen, müssen zwei Peptidbindungen gespalten werden.
- () Die Disulfidbrücken im Proinsulin bleiben bei der Aktivierung zum Insulin erhalten.
- () Humaninsulin und Schweineinsulin unterscheiden sich nur an einer Aminosäure.
- () Insulin besteht aus zwei Peptidketten, die durch zwei Disulfidbrücken verknüpft sind.
- () Eine Verabreichung von Schweineinsulin an Diabetiker kommt nicht in Frage, da mit einer heftigen Immunantwort auf das körperfremde Protein zu rechnen ist.
- () Humaninsulin kann gentechnisch in Bakterien erzeugt werden.

Aufgabe 4

Von manchen Enzymen sind mehrere sogenannte Isoenzyme bekannt.

Welche der folgenden Aussagen trifft zu?

- () Isoenzyme besitzen die gleiche Aminosäuresequenz, unterscheiden sich aber in ihrer Sekundär- und Tertiärstruktur und damit auch in ihrer Aktivität.
- () Isoenzyme entstehen typischerweise durch alternatives Spleißen.
- () Der isoelektrische Punkt als charakteristische Kenngröße eines Enzyms ist innerhalb einer Gruppe von Isoenzymen identisch.
- () Eine Erhöhung der Konzentration von LDH I (Typ HHHH) im Blut kann auf einen Herzinfarkt oder eine Hämolyse hindeuten.
- () Die Quartärstruktur der Lactat-Dehydrogenase (LDH) besteht aus vier Untereinheiten, die alternativ als Typ H oder Typ M vorkommen. Daraus ergeben sich für die LDH 2^4 , also 16 verschiedene Isoenzyme.
- () Das Enzym Creatin-Kinase besitzt eine besondere Bedeutung für die Herzinfarktdiagnostik, weil es nur in einer einzigen charakteristischen Isoform vorkommt.

Aufgabe 5

Proteine weisen sehr komplexe räumliche Strukturen auf. Oft wird sie auf mehreren Strukturebenen beschrieben; man spricht dann von einer Primär-, Sekundär- und Tertiärstruktur; in manchen Fällen zusätzlich von einer Quartärstruktur.

Welche der folgenden Aussagen trifft zu?

- Bei der Primärstruktur handelt es sich um die primäre, nach außen (mittels geeigneter physikalischer Methoden) sichtbare Struktur des Proteins. Sie ändert sich demnach z.B. bei einer Denaturierung des Proteins.
- Die Ausbildung einer α -Helix ist möglich durch Ausbildung von Wasserstoffbrücken zwischen den polaren Seitenketten der Aminosäuren.
- Fehlen polare Gruppen in den Seitenketten, so wird anstelle einer α -Helix eine β -Faltblatt-Struktur ausgebildet.
- In globulären Proteinen finden sich praktisch ausschließlich α -helikale Bereiche.
- Die Ausbildung von Disulfidbrücken ist auch zwischen Cysteinresten möglich, die in der Primärstruktur weit voneinander entfernt sind.
- Zur Ausbildung einer Quartärstruktur kommt es nur, wenn mehrere Proteindomänen durch Disulfidbrücken miteinander verknüpft werden.

Aufgabe 6

Das Protein Kollagen ist in allen Geweben enthalten und stellt das häufigste menschliche Protein dar. Für zahlreiche Organe und ihre physiologische Funktion spielt eine intakte Kollagenstruktur eine essentielle Rolle.

Welche der folgenden Aussagen ist falsch?

- Die häufigste Aminosäure im Kollagen ist Glycin, das an jeder dritten Position der Kette zu finden ist.
- Die Aminosäure Prolin findet sich in Kollagen ungewöhnlich häufig im Vergleich mit anderen Proteinen.
- Bei der Kollagensynthese wird Ascorbinsäure für die Hydroxylierung bestimmter Aminosäurereste benötigt.
- Charakteristisch für das Kollagen ist das Auftreten der modifizierten Aminosäuren 4-Hydroxyprolin und 5-Hydroxylysin.
- Kollagen enthält besonders viele Cysteinreste, die durch die Ausbildung von Disulfidbrücken für die hohe Stabilität des Kollagens sorgen.
- Die native Struktur des Kollagens wird durch Wasserstoffbrücken zwischen den einzelnen Strängen stabilisiert.

Aufgabe 7

Um Hinweise auf Ähnlichkeiten in der Struktur und Funktion verschiedener Proteine zu erhalten, vergleicht man typischerweise zunächst ihre Aminosäuresequenzen. Zwei Sequenzen werden als homolog bezeichnet, wenn sie in hohem Maß übereinstimmen und sie sich aus einem gemeinsamen Gen entwickelt haben. Dagegen bezeichnet man Sequenzen, die zwar strukturell sehr ähnlich, aber evolutionär nicht verwandt sind, als analog.

Welche der folgenden Aussagen trifft nicht zu?

- () Vergleicht man die Sequenzen eines Proteins aus verschiedenen Tierspezies, so beobachtet man häufig konservative Substitutionen.
- () Bei einer nichtkonservativen Substitution wird eine Aminosäure durch eine andere mit deutlich unterschiedlicher Polarität ersetzt.
- () Eine konservative Substitution an Position 6 der β -Globinkette führt zum Hämoglobin S.
- () Die Neigung von Desoxyhämoglobin S zur Polymerisation ist durch die Substitution der polaren Aminosäure Glutaminsäure durch das unpolare Valin bedingt.
- () Das Vorhandensein von Hämoglobin S kann durch elektrophoretische Methoden nachgewiesen werden.
- () Eine Substitution der Aminosäure an Position 6 der β -Globinkette durch Asparaginsäure sollte keine klinischen Auffälligkeiten zur Folge haben.

Aufgabe 8

Aufgabe der Erythrozyten ist es, den gesamten Körper mit Sauerstoff zu versorgen; diese Aufgabe wird durch das in den Erythrozyten enthaltene Hämoglobin wahrgenommen.

Welche der folgenden Aussagen ist falsch?

- () Hämoglobin transportiert neben Sauerstoff auch Protonen.
- () Hämoglobin spielt eine wichtige Rolle bei der Konstanthaltung des pH-Werts im Blut.
- () Durch Reaktion der N-terminalen Aminosäure der β -Kette des Hämoglobins mit Glucose kann ein glykosyliertes Hämoglobin entstehen.
- () Diabetespatienten weisen erhöhte Anteile an glykosyliertem Hämoglobin auf.
- () Im Erythrozyten werden hohe Konzentrationen des Tripeptids Glutathion erzeugt.
- () Das Sauerstoffbindungsverhalten des Hämoglobins entspricht dem des Myoglobins, da beide Proteine aus den gleichen Globinketten mit der identischen Hämgruppe aufgebaut sind.

Aufgabe 9

Eine kurzfristig wirksame Möglichkeit zur Regulation der Aktivität von Enzymen bietet die limitierte Proteolyse. Dabei wird aus einem längeren Vorläuferprotein durch selektive Abspaltung einer definierten Sequenz das aktive Protein gebildet.

Welches der im Folgenden genannten Peptide bzw. Proteine wird nicht durch limitierte Proteolyse gebildet?

- Chymotrypsin
- Triacylglycerol-Lipase
- Insulin
- Caspasen
- β -Lipotropin
- Angiotensin II

Aufgabe 10

Die Enzymkinetik befasst sich mit dem Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit der katalysierten Reaktion und den vorherrschenden Reaktionsbedingungen. Oft beschränkt man sich bei der Beschreibung auf ein Modell mit nur einem Substrat und gelangt so zur Michaelis-Menten-Kinetik.

Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

- Unter der Enzymeinheit 1 Unit versteht man diejenige Enzymmenge, die in einer Sekunde genau 1 μmol Substrat umsetzt.
- Die molare Aktivität eines Enzyms (Wechselzahl) ist eine dimensionslose Größe.
- Zur Erstellung eines typischen Michaelis-Menten-Diagramms muss die Anfangsreaktionsgeschwindigkeit einer Enzymreaktion für eine Reihe definierter Substratkonzentrationen gemessen werden.
- Die Michaelis-Konstante K_M steht mit der Maximalgeschwindigkeit der Enzymreaktion in keinem direkten Zusammenhang.
- Trägt man die reziproke Reaktionsgeschwindigkeit gegen die reziproke Substratkonzentration auf, so erhält man eine typische hyperbole Sättigungskurve.
- Aus dem Abszissenabschnitt einer Lineweaver-Burk-Auftragung lässt sich die Maximalgeschwindigkeit der Enzymreaktion ablesen.

Aufgabe 11

Die Aktivität eines Enzyms kann in vielfältiger Weise durch körpereigene wie auch körperfremde Stoffe reguliert werden. Eine wichtige Rolle spielt dabei – auch innerhalb der experimentellen Biochemie – die Hemmung von Enzymen. Verschiedene Stoffwechselprozesse konnten durch die selektive Wirkung bestimmter Hemmstoffe aufgeklärt werden. Auch bei der Entwicklung neuer Medikamente versucht man sich in vielen Fällen die Hemmbarkeit eines bestimmten Enzyms zunutze zu machen.

Welche der folgenden Aussagen zu Mechanismen der Enzymhemmung trifft nicht zu?

- In entsprechend hohen Konzentrationen kann in manchen Fällen auch das Substrat als Hemmstoff wirken.
- In vielen Fällen findet man, dass der Hemmstoff eines Enzyms dem Substrat strukturell sehr ähnlich ist.
- Durch kompetitive Hemmung wird die Maximalgeschwindigkeit einer Enzymreaktion nicht wesentlich beeinflusst.
- In Anwesenheit eines Hemmstoff, der außerhalb des aktiven Zentrums an ein Enzym bindet, ist keine signifikante Änderung des K_M -Werts für das Enzym zu erwarten.
- Die Kinetik allosterischer Enzyme beschreibt man am besten nach dem klassischen Modell von Michaelis und Menten.
- Statt durch nichtkovalente Wechselwirkung mit einem Hemmstoff kann die Aktivität eines Enzyms in vielen Fällen auch durch eine kovalente Modifikation reguliert werden.

Aufgabe 12

Enzyminhibitoren in der klinischen Therapie wirken in den meisten Fällen kompetitiv. Auch bei vielen Vergiftungen kommt es zu einer kompetitiven Enzymhemmung. Von den im Folgenden aufgeführten Substanzen unterscheidet sich eine insofern, als die Hemmung auch durch einen hohen Substratüberschuss nicht beseitigt werden kann. Um welche der aufgeführten Substanzen handelt es sich?

- ACE-Hemmer (z.B. Captopril)
- Penicillin
- Allopurinol
- Kohlenmonoxid
- Methanol
- Malonat

Aufgabe 13

Viele Enzyme besitzen neben ihrem aktiven Zentrum, das zur Katalyse einer bestimmten Reaktion dient, auch Regionen, die ausschließlich zur Regulation der Enzymaktivität dienen. An diese Zentren binden sogenannte allosterische Effektoren.

Welche der folgenden Aussagen trifft zu?

- Die wirksamsten allosterischen Effektoren zeichnen sich durch hohe strukturelle Ähnlichkeit mit dem Substrat aus.
- Allosterische Effektoren vom K-Typ verändern die Kinetik, also die maximale Umsetzungsgeschwindigkeit eines Enzyms.
- Die Michaelis-Konstante ist als Enzymkenngröße prinzipiell unabhängig von der Anwesenheit von Effektoren.
- Ein wichtiger allosterischer Aktivator der Phosphofruktokinase 1 ist die Verbindung Fructose-2,6-bisphosphat.
- AMP ist ein allosterischer Inhibitor der Phosphofruktokinase 1.
- Ein allosterischer Aktivator vom K-Typ verschiebt die sigmoide Kurve, die bei der Auftragung von Anfangsgeschwindigkeit gegen Substratkonzentration erhalten wird, nach rechts.

Aufgabe 14

Hämoglobin und Myoglobin sind zwei unverzichtbare Proteine, die zahlreiche charakteristische Gemeinsamkeiten aufweisen. Welche der folgenden Eigenschaften gehört nicht dazu?

- Beide bestehen aus Untereinheiten, die miteinander über Wasserstoffbrücken und hydrophobe Wechselwirkungen in Kontakt stehen.
- Beide weisen überwiegend α -helikale Strukturanteile auf.
- Pro Globinkette können beide Proteine jeweils ein Häm-Molekül binden.
- Es existiert jeweils ein Histidinrest, der eine Bindung zum Fe^{2+} -Ion des Häms ausbilden kann.
- Die Hämgruppe wird in einer hydrophoben Tasche der Globinkette gebunden.
- Es kann jeweils ein Molekül Sauerstoff pro Hämgruppe gebunden werden.

Aufgabe 15

Hämoglobin dient bekanntlich der reversiblen Bindung von Sauerstoff.

Welche der folgenden Aussagen beschreibt die Verhältnisse bei einem Übergang von Desoxyhämoglobin in Oxyhämoglobin korrekt?