

## Grundkurs Aminosäuren Proteine Peptide

### 1977/I

- 4.1 Wie lautet die allgemeine Strukturformel für Aminosäuren, die man aus Proteinen gewinnen kann?  
Wie bezeichnet man die Bindung, durch die Aminosäuren in den Proteinen miteinander verknüpft sind?  
Wodurch ist die "Primärstruktur" eines Proteins gegeben
- 4.2 Beim Kochen eines Peptids mit konzentrierter Salzsäure erhält man die Ionen
- $${}^+\text{H}_3\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH} \quad \text{CH}_3-\text{CH}(\text{NH}_3^+)-\text{COOH}$$
- im Molverhältnis 2 : 1. Die Molmasse des nicht als Ion vorliegenden Peptids wird zu 203 g bestimmt.  
Geben Sie die Sequenzen aller Peptide an, die nach diesen Angaben möglich sind. Schreiben Sie die vollständige Strukturformel eines dieser Peptide nieder.  
(Atommassen:  $m_{\text{H}} = 1 \text{ u}$ ,  $m_{\text{O}} = 16 \text{ u}$ ,  $m_{\text{C}} = 12 \text{ u}$ ,  $m_{\text{N}} = 14 \text{ u}$ )

### 1977/II

- 3.1 Aminosäuren sind relativ schwerflüchtig, in Wasser meist leicht, in unpolaren Lösungsmitteln kaum löslich und zeigen starken Dipolcharakter. Erklären Sie diese Erscheinungen aus der Molekülstruktur (mit einer Strukturformel).
- 3.2 Schreiben Sie die Strukturformeln von drei...verschiedenen im Eiweiß vorkommenden Aminosäuren und verknüpfen Sie diese zu einem Tripeptid (Strukturformelgleichung)

### 1977/VI

- 1 Beschreiben Sie die Struktur einer Aminosäure in wässriger Lösung. Erklären Sie das Verhalten der gelösten Aminosäure bei Zugabe von Lauge bzw. Säure (mit Strukturformelgleichungen).
- 2 Wie erfolgt die Verknüpfung von Aminosäuren zu Peptiden? Schreiben Sie die Strukturformel eines beliebigen Dipeptids nieder.
- 3 Beschreiben Sie die wichtigsten Baumerkmale eines Proteinmoleküls

### 1983/IV

- 1.1 Erläutern Sie unter Verwendung von Strukturformelgleichungen den Ampholytcharakter einer beliebigen  $\alpha$ -Aminocarbonsäure! 5BE
- 1.2 Definieren Sie den Begriff "Isoelektrischer Punkt" ! 2BE
- 1.3 Ein Tripeptid soll aus drei verschiedenen Aminosäuren gebildet werden. Formulieren Sie eine mögliche Strukturformelgleichung! 3BE
- 1.4 Beschreiben Sie ein Verfahren, durch das die in einem Peptid gebundenen Aminosäuren identifiziert werden können! 5BE

### 1984/III

- 2.1 Alanin (2-Aminopropansäure) hat den isoelektrischen Punkt (IEP) 6. Erläutern Sie den Begriff IEP an diesem Beispiel unter Mitverwendung einer Strukturformel! 4BE
- 2.2 Formulieren Sie mit Strukturformeln die Gleichung für die Bildung des Tripeptids Glycyl-alanyl-glycin aus den Aminosäuren! (Glycin: Aminoethansäure) 3BE
- 2.3 Erläutern Sie den Begriff "Kettenkonformation der Proteine", und stellen Sie drei Möglichkeiten der Aufrechterhaltung der Kettenkonformation durch Wiedergabe der jeweiligen Formelausschnitte dar! 6BE

### 1985/II

2. Die Analyse eines Tripeptids ergibt die Aminosäuren Asparaginsäure (2-

Aminobutandisäure), Lysin (2, 6-Diaminohexansäure) und Valin (2-Amino-3-methylbutansäure) .

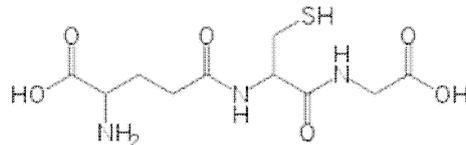
- 2.1 Formulieren Sie die Strukturformelgleichung für die Bildung eines Tripeptids aus den drei genannten Aminosäuren!
- 2.2 Die unter Nummer 2 genannten drei Aminosäuren haben folgende isoelektrische Punkte (IEP): 2,9 bzw. 6,0 bzw. 9,7. Ordnen Sie jeder Aminosäure den zutreffenden IEP zu, und begründen Sie diese Zuordnung!
- 2.3 Der pH-Wert von wäßrigen Lösungen der unter Nummer 2 genannten drei Aminosäuren wird jeweils auf 9, 7 eingestellt. Begründen Sie, in welcher Ionenform die drei Aminosäuren bei diesem pH-Wert bevorzugt vorliegen, und geben Sie die Strukturformeln dieser Ionen an!
- 2.4 Nennen Sie ein Verfahren zur Trennung von Aminosäuren, und stellen Sie das Prinzip der von Ihnen gewählten Methode dar!

#### 1986/II

- 2 Aminosäuren sind die Bausteine der Proteine.
- 2.1 Formulieren Sie anhand eines selbstgewählten Beispiels die Verknüpfung von zwei verschiedenen natürlich vorkommenden Aminosäuren zu einem Dipeptid! Benennen Sie die charakteristische Bindung! 5BE
- 2.2 Erläutern Sie unter Mitverwendung von Strukturformeln den Ampholytcharakter der 2-Aminopropansäure (Alanin)! 6BE
- 2.3 Erklären Sie die Tatsache, daß sich 2-Aminopropansäure in Ether kaum, in Wasser jedoch gut löst! 4BE

#### 1987/III

- 1 Aus Körperzellen eines Organismus wurde eine Verbindung mit folgender Strukturformel isoliert:



- 1.1 Nennen Sie die Stoffklasse, zu der diese Verbindung gehört! 2BE
- 1.2 Erläutern Sie, wie sich diese Verbindung in alkalischem Milieu im elektrischen Gleichspannungsfeld verhält! 3BE
- 1.3 Die obengenannte Verbindung wird hydrolysiert. Zeichnen Sie die Strukturformeln der Reaktionsprodukte auf, und kennzeichnen Sie alle asymmetrisch substituierten Kohlenstoffatome dieser Produkte!

#### 1988/IV

- 1 Die Aminosäuren Glycin und Alanin kommen in den meisten Eiweißkörpern als Bausteine vor.
- 1.1 Geben Sie die möglichen Strukturformeln für Aminoethansäure (Glycin) und 2-Aminopropansäure (Alanin) an! Zeigen Sie anhand dieser Strukturformeln den Zusammenhang zwischen dem Molekülbau der Verbindungen und dem Auftreten bzw. Fehlen von optischer Aktivität (der wässrigen Lösungen) dieser Substanzen auf! 4BE
- 1.2 Erklären Sie anhand entsprechender Formeln, warum sowohl Glycin als auch Alanin Feststoffe sind, während die diesen Verbindungen zugrunde liegenden Carbonsäuren flüssig sind! 7BE
- 1.3 Die beiden in Nr. 1.1 genannten Aminosäuren werden zu einem Dipeptid verknüpft! Stellen Sie die Reaktionsgleichung auf, und benennen Sie die für

Eiweißstoffe charakteristische Bindungsart zwischen den Aminosäuremolekülen! 3BE

- 1.4 Erläutern Sie unter Mitverwendung einer entsprechenden Reaktionsgleichung, wie sich dieses Dipeptid in verdünnter alkalischer Lösung (Natronlauge) beim Anlegen einer elektrischen Gleichspannung verhält! 5BE

### 1989/I

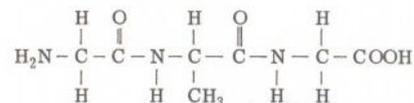
- 1 Der isoelektrische Punkt der Aminosäure Valin (2-Amino-3-methylbutansäure) beträgt 6,0.
- 1.1 Stellen Sie die Struktur der optischen Isomeren von Valin in der Fischer-Projektion dar, und benennen Sie das in den natürlichen Proteinen vorkommende Isomer! 3BE
- 1.2 Definieren Sie den Begriff "Isoelektrischer Punkt"! 2BE
- 1.3 Eine wässrige Lösung von Valin ist auf den isoelektrischen Punkt eingestellt. Der pH-Wert der Lösung wird auf den Wert 5 abgesenkt und eine Gleichspannung angelegt. Beschreiben und begründen Sie das Verhalten von Valin unter einer Strukturformelgleichung! 4BE
- 1.4 Schildern Sie anhand von Strukturformelgleichungen einen Stoffwechselvorgang, bei dem Valin in ein stickstofffreies Abbauprodukt übergeführt wird! Benennen Sie den Stoffwechselvorgang sowie die Stoffklasse, der das aus Valin entstehende Produkt angehört! 5BE

### 1990/II

- 1 Hühnereiweiß wurde mit Salzsäure hydrolysiert und aus dem Hydrolysat Alanin (2-Aminopropansäure) isoliert.
- 1.1 Zeichnen Sie die Strukturformel des Alaninmoleküls! 1BE
- 1.2 Eine wässrige Lösung von Alanin wird  
a) mit Natronlauge und  
b) mit Salzsäure versetzt. Erläutern Sie die bei a) und b) ablaufenden Reaktionen unter Mitverwendung von Strukturformelgleichungen! 6BE
- 1.3 Eine Alaninlösung ist optisch aktiv. Definieren Sie den Begriff "optische Aktivität"! Begründen Sie diese Eigenschaft des Alanins aus dem Molekülbau! 5BE
- 1.4 Geben Sie die Strukturformel und den Namen für eine optisch inaktive Aminocarbonsäure an, die zum Alanin isomer ist! 3BE

### 1991/III

- 2 Gegeben ist eine Verbindung mit folgender Strukturformel:



- 2.1 Nennen Sie die Stoffklasse, zu der die Verbindung gehört! 1BE
- 2.2 Die Verbindung wird längere Zeit mit Salzsäure gekocht. Benennen Sie die Reaktion, und geben Sie Strukturformeln und Namen der Reaktionsprodukte an! 4BE
- 2.3 Eines der unter Nummer 2.2 formulierten Produkte erweist sich als optisch aktiv.
- 2.3.1 Definieren Sie den Begriff "optische Aktivität", und beschreiben Sie ein Experiment zum Nachweis dieses Phänomens! 6BE
- 2.3.2 Nennen Sie das optisch aktive Produkt, und leiten Sie die beschriebene

- Eigenschaft aus dem Molekülbau ab! 4BE
- 3 Aminosäuren finden im Körper nicht nur zum Aufbau von Proteinen Verwendung; sie werden im Aminosäure-Stoffwechsel auch um- oder abgebaut.
- 3.1 Benennen Sie zwei Möglichkeiten dieses Aminosäure-Stoffwechsels, und formulieren Sie die zugehörigen Reaktionsgleichungen an je einem frei gewählten Beispiel! 6BE
- 3.2 Beim Abbau von Aminosäuren entsteht auch Ammoniak. Formulieren Sie die Reaktion, mit der der Körper dieses Stoffwechselgift in ein relativ ungiftiges Produkt umwandelt! Benennen Sie dieses Produkt! 3BE

#### 1991/IV

- 1 Aminosäuren und Proteine haben eine herausragende Bedeutung für Organismen.
- 1.1 Geben Sie die allgemeine Formel der natürlichen Aminosäuren an, und zeichnen Sie eine Formel, aus der die Konfiguration des L-Alanins (L-Aminopropansäure) hervorgeht! 3BE
- 1.2 Erläutern Sie unter Mitverwendung von Strukturformeln den Ampholytcharakter des Alanins! 6BE
- 1.3 Definieren Sie den Begriff "isoelektrischer Punkt"! 2BE
- 1.4 Protein-Moleküle treten in unterschiedlichen Kettenkonformationen (Sekundärstrukturen) auf. Erläutern Sie dies anhand von zwei Beispielen, und zeigen Sie, wodurch diese Strukturen stabilisiert werden! 8BE

#### 1992/III

- 1.1 Die Aminosäure Alanin (2-Aminopropansäure) schmilzt unter teilweiser Zersetzung bei 297 °C. Erklären Sie unter Mitverwendung von Strukturformeln den relativ hohen Schmelzpunkt aus der Struktur, die das Alanin im kristallinen Zustand einnimmt! 6BE
- 1.2 Erläutern Sie die Verknüpfung der Aminosäuren zu Protein-Molekülen, und zeichnen Sie einen Ausschnitt aus einem Protein-Molekül, der die Reste der Aminosäuren Glycin (Aminoethansäure) und Alanin in der Sequenz Ala-Gly-Ala enthält! 4BE
- 1.3 Legen Sie dar, auf welche Weise die höheren Strukturen der Proteine (Sekundär- und Tertiärstrukturen) stabilisiert werden! 6BE

#### 1994/III

- 4 Aminosäuren sind nicht nur Bausteine und Peptiden, sondern übernehmen auch vielfältige biologische Funktionen.
- 4.1 Erklären Sie unter Mitverwendung von Strukturformelgleichungen die Vorgänge, die sich  
a) bei Säurezugabe bzw.  
b) bei Laugenzugabe  
zu einer wässrigen Aminosäure-Lösung abspielen, deren pH-Wert dem isoelektrischen Punkt entspricht! 5 BE
- 4.2 Formulieren Sie die Synthese eines Dipeptids aus Glycin (Aminoethansäure) und Alanin (2-Aminopropansäure), und beschreiben Sie die Geometrie der Peptidgruppe! 5 BE

#### 1995/II

- 2 Die drei Verbindungen

- (A) 2,2-Dimethylbutan,  
(B) 2-Aminopropansäure (Alanin) und  
(C) 2-Pentanol (Pentan-2-ol)

weisen annähernd gleiche Molekülmassen auf.

- 2.1 Zeichnen Sie die Strukturformeln der Moleküle dieser Verbindungen! 3BE  
2.2 Die drei Verbindungen A, B und C zeigen beim Erwärmen unterschiedliches Verhalten: Eine Verbindung siedet bei 50 °C, eine andere bei 128 °C, und eine dritte schmilzt unter Zersetzung bei 295 °C. Ordnen Sie die Verbindungen den genannten Sachverhalten zu, und begründen Sie die getroffene Zuordnung! 8BE

### 1995/III

- 3 Leucin (2-Amino-4-methylpentansäure) ist ein Eiweißbaustein des Menschen.  
3.1 Erklären Sie den Begriff "isoelektrischer Punkt", und erläutern Sie unter Mitverwendung einer Formel die Molekülstruktur von Leucin am isoelektrischen Punkt! 5BE  
3.2 Zeichnen Sie die Strukturformel eines Tripeptid-Moleküls, das aus je einem Molekül Leucin, Glycin (Aminoethansäure) und Alanin (2-Aminopropansäure) gebildet wird! 3BE  
3.3 Eine wässrige Lösung von Leucin wird in getrennten Versuchen  
a) mit Natronlauge und  
b) mit Salzsäure versetzt.  
Erläutern Sie die bei a bzw. b ablaufenden Reaktionen unter Mitverwendung von Strukturformeln! 4BE

### 1996/II

- 2 Bei der Hydrolyse natürlicher Proteine entstehen überwiegend Aminocarbonsäuren gleicher Konfiguration.  
2.1 Definieren Sie den Begriff „optische Aktivität“, und erläutern Sie am Beispiel von Alanin (2-Aminopropansäure) den Zusammenhang zwischen optischer Aktivität und Molekülbau unter Mitverwendung von Fischer-Projektionsformeln! 6BE  
2.2 Geben Sie die Strukturformel von Alanin an, wie es in wässriger Lösung am isoelektrischen Punkt vorliegt!  
Beschreiben Sie unter Mitverwendung von Strukturformelgleichungen, ausgehend vom isoelektrischen Punkt, die Vorgänge in einer wässrigen Alanin-Lösung, die sich  
a) bei einer Erhöhung,  
b) bei einer Erniedrigung des pH-Werts abspielen! 5BE  
2.3 Beschreiben und begründen Sie das Verhalten der gelösten Alanin-Teilchen im elektrischen Gleichspannungsfeld  
a) am Isoelektrischen Punkt und  
b) bei einem pH-Wert, der deutlich niedriger ist als der isoelektrische Punkt! 3BE

### 1996/III

- 3 Die Primärstruktur von Peptiden und Proteinen weist eine große Variabilität auf.  
3.1 Ein Dipeptid liefert bei seiner Hydrolyse die Aminosäuren Glycin (Aminoethansäure) und Phenylalanin ( $C_6H_5-CH_2-CH(NH_2)-COOH$ ). Zeichnen Sie die Strukturformeln der aufgrund dieser Angabe möglichen Dipeptid-Moleküle! 2BE

- 3.2 Beschreiben Sie zwei Experimente zum Nachweis von Proteinen! 5BE  
3.3 Beschreiben Sie in Grundzügen unter Mitverwendung der Fachbegriffe die chemische Natur von Enzymmolekülen! 4BE

#### 1997/I

- 3 Bei der Hydrolyse eines Peptids erhält man ausschließlich 2-Amino-propansäure (Alanin) und Aminoethansäure (Glycin) im Stoffmengenverhältnis 2:1. Die molare Masse des Peptids wird zu 217 g/mol bestimmt.  
3.1 Geben Sie in der üblichen Kurzschreibweise die Sequenzen aller Peptide an, die den Angaben unter Nr. 3 entsprechen! 6BE  
3.2 Erstellen Sie die vollständige Strukturformel eines dieser Peptide! 3BE

#### 1998/IV

- Aminocarbonsäuren und Proteine sind wichtige Bau- und Betriebsstoffe der lebenden Zelle.  
2.1 Im Gegensatz zu Monocarbonsäuren sind Aminocarbonsäuren vergleichbarer Molekülmasse nichtflüchtige, kristalline Stoffe mit relativ hoher Schmelztemperatur.  
Erklären sie diese Feststellung am Beispiel des Alanins (2-Amino-propansäure) unter Mitverwendung der Strukturformeln! 6 BE  
2.2 Eine wässrige Lösung mit dem pH-Wert 7 enthält die Aminosäuren Lysin (2,6-Diaminohexansäure) und Asparaginsäure (2-Aminobutandisäure). Erläutern Sie das Verhalten der beiden Aminosäuren bei der Elektrophorese! 6 BE  
2.3 In dem Gemisch von Lysin und Asparaginsäure können sich unterschiedliche Dipeptide bilden. Geben Sie deren Strukturformeln an! 6 BE

#### 2000/I

- 2 Aminosäuren sind die Bausteine der Proteine.

Ein Tripeptid liefert bei der vollständigen Hydrolyse ausschließlich die beiden Aminosäuren Glycin (Aminoethansäure) und Valin (2-Amino-3 methyl-butansäure). Die Produkte entstehen im Stoffmengenverhältnis  $n(\text{Gly}):n(\text{Val}) = 2:1$ . Geben Sie mit Hilfe der Symbole Gly und Val die Sequenzen der möglichen Tripeptide an und zeichnen Sie die Strukturformel eines der möglichen Tripeptide! 5 BE

- 2.1 Keratine sind Eiweißstoffe aus Hornsubstanzen. Erläutern Sie an einem Beispiel die Raumstruktur eines Keratinmoleküls und deren Stabilisierung! 5 BE  
2.2 Der isoelektrische Punkt von Valin hat den Wert 5,97. Definieren Sie den Begriff "isoelektrischer Punkt"! Erläutern Sie unter Mitverwendung einer Formel die Molekülstruktur, in der Valin in einer stark sauren Lösung überwiegend vorliegt!

#### 2000/IV/4

- 4 Aminosäuren sind die Bausteine der Peptide und Proteine.  
Begründen Sie die bei Raumtemperatur unterschiedlichen Aggregatzustände von Aminoethansäure (Glycin) und einer Carbonsäure annähernd gleicher Molekülmasse! 4 BE  
Glycin liegt in einer stark angesäuerten Lösung vor. Ihr wird Lauge bis zur alkalischen Reaktion zugetropft. Formulieren Sie die ablaufenden Reaktionen mit Strukturformeln! 3 BE  
Definieren Sie den Begriff isoelektrischer Punkt (IEP)! 2 BE  
Ein Gemisch aus Asparaginsäure (2-Aminobutandisäure; IEP =2,9) und Alanin

(2-Aminopropansäure; IEP = 6,1) wird bei pH = 6,1 elektrophoretisch getrennt. Erläutern Sie die Grundlagen dieser Trennung! 3 BE  
Formulieren Sie die Strukturformel-Gleichung für die Bildung eines Dipeptids aus Alanin und Asparaginsäure! 2 BE

### 2001/IV/3

- 3 Erläutern Sie am Beispiel des Alanins (2-Aminopropansäure) unter Mitverwendung von Strukturformelgleichungen den Ampholytcharakter der Aminosäuren und definieren Sie den Begriff isoelektrischer Punkt! 6 BE

### 2002/III/1

- 21 Aminosäuren existieren auf der Erde seit mindestens drei Milliarden Jahren. Auch in Meteoriten wurden sie nachgewiesen. Von der Aminosäure Lysin (2,6-Diaminohexansäure) existieren optische Isomere, von der Aminosäure Glycin (Aminoethansäure) dagegen nicht. Begründen Sie diesen Befund unter Mitverwendung von Fischer-Projektionsformeln der genannten Aminosäuren! 6 BE  
Ein Gemisch der Aminosäuren Glycin und Lysin wird bei pH = 7 durch Elektrophorese getrennt. Erläutern Sie unter Mitverwendung einer beschrifteten Skizze das Prinzip der Elektrophorese! 5 BE  
Geben Sie unter Mitverwendung von Strukturformeln das Ergebnis der Elektrophorese des genannten Gemisches an und begründen Sie Ihre Aussagen! Isoelektrische Punkte: IEP(Glycin) = 5,97; IEP(Lysin) = 9,82 4 BE  
Beschreiben Sie einen Versuch, den man zum Nachweis von Proteinen verwendet! 3 BE  
Aminosäuren sind die Bausteine der Proteine. Geben Sie die Strukturformeln und die Namen zweier Aminosäuren an und erläutern Sie die Verknüpfung von Aminosäuren zu Proteinmolekülen unter Mitverwendung von Fachbegriffen und einer Strukturformelgleichung! 8 BE
- 1.3 Zur Zubereitung einer Fleischbrühe wird Fleisch zunächst in kaltem Wasser aufgesetzt und dann allmählich zum Kochen gebracht. Das Fleisch wird dabei zäh, die Fleischbrühe aber wohlschmeckend. Will man dagegen saftiges Suppenfleisch erhalten, muss das Fleisch sofort in kochendes Wasser eingelegt werden. Erläutern Sie diesen Sachverhalt aus chemischer Sicht und mit Hilfe der chemischen Fachsprache! 4 BE
- 1.4 Rindfleisch und Kängurufleisch lassen sich äußerlich nur schwer unterscheiden. Zur Überprüfung der Identität kann man die Elektrophorese einsetzen. Erklären Sie am Beispiel der Trennung dreier Proteine ( $P_1$ ;  $P_2$ ;  $P_3$ ) mit den isoelektrischen Punkten 5,7 ( $P_1$ ), 7,0 ( $P_2$ ) und 7,9 ( $P_3$ ) das Prinzip dieses Trennverfahrens und legen Sie dar, welche Versuchsbedingungen zu wählen sind, damit die vorgegebenen Proteine besonders klar getrennt werden können! 6 BE  
Erläutern Sie kurz das Vorgehen, um Proteinextrakte von Rindern und Kängurus unter Mitverwendung der Elektrophorese zu unterscheiden! 3 BE

### 2005/IV/1

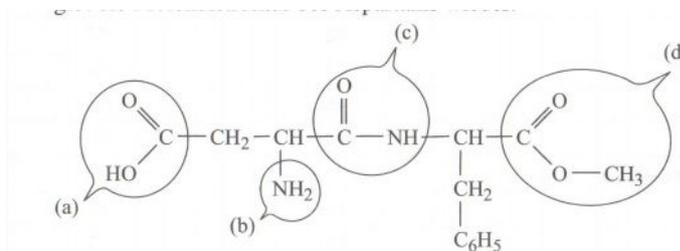
- 1 Haare sind ein charakteristisches Merkmal der Säugetiere. Sie dienen u. a. der Erhaltung des Wärmegleichgewichts, zum Schutz vor Sonne, zur Tarnung

und zur Partnerwerbung. Menschliche Haare bestehen zu mehr als 80 % aus Keratinen. Daneben enthalten sie ca. 17 % Nicht-Keratin-Proteine, 1 % Lipide, Mineralsalze sowie Spuren von Nukleinsäuren. Das Ziel der Haarpflege ist, das Haar in seiner natürlichen Schönheit zur Geltung zu bringen oder es in Form und Farbe zu verändern. Zur Formgebung von Haaren werden häufig Haarsprays eingesetzt. Zum Waschen stand bis weit in das vergangene Jahrhundert hinein außer Wasser nur Seife zur Verfügung, die jedoch in Gegenden mit hartem Wasser eine Nachbehandlung mit Zitronensaft oder Essig nötig machte. Seit den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts entwickelt die Kosmetikindustrie flüssige Shampoos mit anderen waschaktiven Substanzen, z. B. Natriumlaurylethersulfat.

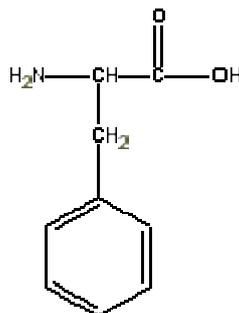
- 1.1 Zeichnen Sie einen charakteristischen Ausschnitt aus einem Proteinmolekül, der mindestens drei Monomere umfasst, und erläutern Sie unter Mitverwendung dieses Ausschnitts, wie die Raumstruktur der Keratine stabilisiert wird! 5 BE
- 1.2 Benennen Sie die charakteristische Bindung, die bei der Verknüpfung der Monomere zu Proteinmolekülen entsteht, und beschreiben Sie die geometrische Anordnung der daran beteiligten Atome! 4 BE
- 1.3 Beschreiben Sie die Durchführung zweier verschiedener Nachweisreaktionen für Proteine und die jeweiligen Beobachtungen! 5 BE

### 2006/III

Aspartam besitzt die 200-fache Süßkraft der Saccharose und wird hauptsächlich als Zuckerersatz in Diätlimonaden eingesetzt. Das folgende Formelbild gibt die Molekülstruktur des Aspartams wieder:



- 1.1 Benennen Sie die markierten Strukturmerkmale (a), (b), (c) und (d) in diesem Molekül!
- 1.2 Nach längerem Stehen oder nach Erhitzen schmecken aspartamhaltige Getränke bitter. Die Ursache des bitteren Geschmacks ist das gebildete Phenylalanin



Formulieren Sie die Strukturformelgleichung für die Bildung von Phenylalanin

aus Aspartam und geben Sie den Reaktionstyp an!

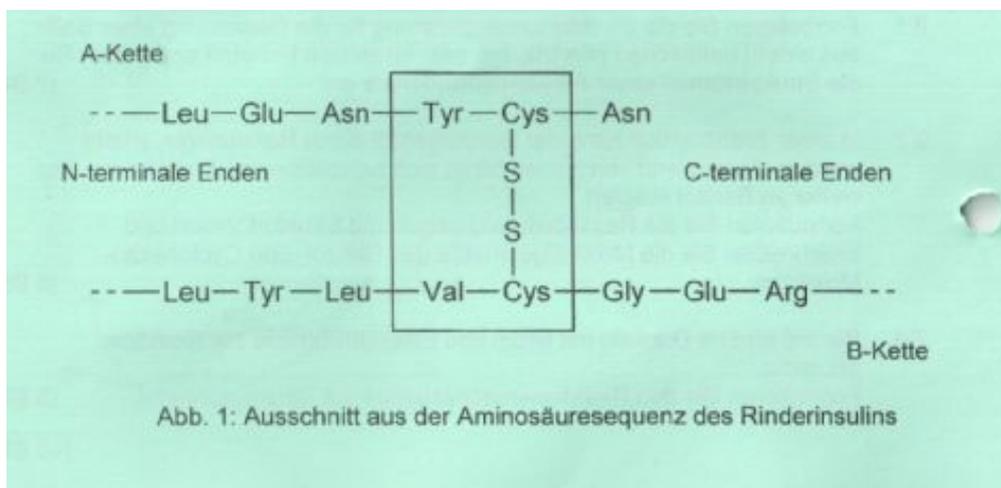
- 1.3 Erklären Sie den Begriff „Konfigurationsisomerie“! Stellen Sie das in der Natur vorherrschende Konfigurationsisomere des Phenylalanins in der Fischer-Projektion dar und benennen Sie es! 4BE
- 1.4 Im Aspartammolekül ist der Phenylalaninbaustein über das Strukturmerkmal (c) mit einem weiteren Baustein aus derselben Stoffklasse verknüpft. Nennen Sie diese Stoffklasse und beschreiben Sie unter Mitverwendung des Orbitalmodells den räumlichen Bau des Strukturmerkmals (c) und die dort vorliegenden Bindungsverhältnisse!

### 2007/A1

- 2 Casein ist das häufigste Milchprotein.
- 2.1 Nennen Sie eine Nachweisreaktion für die in der Milch enthaltenen Proteine und beschreiben Sie deren Durchführung und die dabei zu erwartende Beobachtung!
- 2.2 Im Caseinmolekül findet man folgende Aminosäuresequenz:  
... - Alanin (2-Aminopropansäure) - Lysin (2,6-Diaminohexansäure) - Glutaminsäure (2-Aminopentandisäure) - ...!
- 2.2.1 Zeichnen Sie diesen Strukturformelausschnitt des Caseinmoleküls.
- 2.2.2 Die isoelektrischen Punkte der drei genannten Aminosäuren sind:  
a) 9,8,      b) 6,0,      c) 3,2  
Ordnen Sie diese Werte den einzelnen Aminosäuren zu und begründen Sie Ihre Entscheidung knapp! 4BE
- 2.3 Ein Gemisch aus den drei Aminosäuren wird bei pH 6 einer Elektrophorese unterzogen.  
Beschreiben Sie das Ergebnis und erläutern Sie es unter Mitverwendung von Strukturformeln! 5BE
- 2.4 Bei Zugabe von Säure zu Milch flockt Casein aus.  
Erklären Sie dieses Phänomen unter Mitverwendung des Strukturformelausschnitts aus Nr. 2.2.1! 5BE

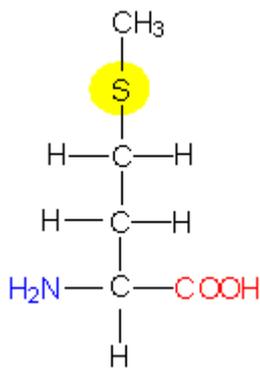
### 2008/B1

Insulin ist ein Peptidhormon, das in der Bauchspeicheldrüse produziert wird und den Blutzuckerspiegel reguliert. Das Molekül besteht aus zwei Proteinketten, die über Disulfidbrücken verknüpft sind. Bei der Bildung einer Disulfidbrücke aus den Resten zweier Cysteinmoleküle werden zwei Wasserstoffatome abgespalten.

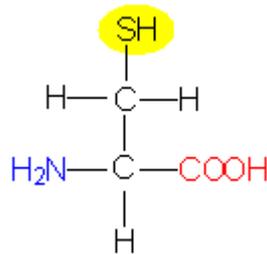


- 2.1 Stellen Sie den in Abbildung 1 eingerahmten Formelausschnitt mit

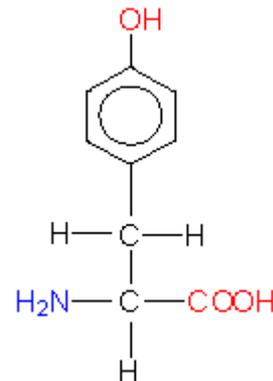
Strukturformeln dar! Beschreiben Sie unter Mitverwendung von Grenzstrukturformeln den räumlichen Bau der Peptidbindung! [10 BE]



Valin



Cystein



Tyrosin

- 2.2 Die höheren Proteinstrukturen des Insulins werden durch Disulfidbrücken und Wechselwirkungen zwischen den Aminosäureresten stabilisiert.
- 2.2.1 Erläutern Sie, welche Kräfte zwischen zwei Valinresten und welche Kräfte zwischen zwei Tyrosinresten wirken können! [6 BE]
- 2.2.2 Beschreiben Sie den Vorgang der Denaturierung eines Proteins unter selbstgewählten Bedingungen auf molekularer Ebene! [3 BE]
- 2.3 Beschreiben Sie die Durchführung und die Beobachtung einer positiv verlaufenden Nachweisreaktion für Proteine! [3 BE]

### 2008/B2

- 2 In der Antarktis können bestimmte Fische noch bei Wassertemperaturen von  $-1,85\text{ °C}$  überleben. Glykoproteine im Blut verhindern, dass das Blut gefriert
- 2.1 Bei der Hydrolyse zweier Tripeptide, die sich in ihren molaren Massen unterscheiden, entstehen jeweils nur die Aminosäuren Alanin (2-Aminopropansäure) und Serin (2-Amino-3-hydroxypropansäure). Geben Sie für beide Tripeptide je zwei mögliche Aminosäuresequenzen in der Kurzschreibweise an und zeichnen Sie für eines der Tripeptide die Strukturformel! 6BE
- 2.2 In Glykoproteinen sind Zuckerreste mit Peptiden verknüpft. Zeichnen Sie die möglichen Strukturformeln der Moleküle, in denen der Zucker Glucose mit der Seitenkette der Aminosäure Serin (2-Amino-3-hydroxypropansäure) glykosidisch verknüpft ist! [5 BE]

### 2009/C1

- Auf der Verpackung einer Keksschachtel kann man folgende Angaben lesen: 100 g des Gebäcks enthalten 4 g Proteine und 68 g Kohlenhydrate.
- 1 Proteine bestehen aus Makromolekülen mit Aminosäurebausteinen.
- 1.1 Formulieren Sie die Strukturformelgleichung für die Bildung eines Dipeptids aus Glycin (Aminoethansäure) und Asparaginsäure (2-Aminobutandisäure)! Für die Edukte sind Fischer-Projektionsformel zu zeichnen. Benennen Sie die entstandene Bindung und beschreiben Sie deren Geometrie! [8 BE]
- 1.2 In der folgenden Abbildung ist das Ergebnis einer Elektrophorese eines Aminosäuregemisches aus Glycin und Asparaginsäure zu sehen. Die

Markierungen A und B zeigen die Positionen der eingesetzten Aminosäuren am Ende der Elektrophorese.

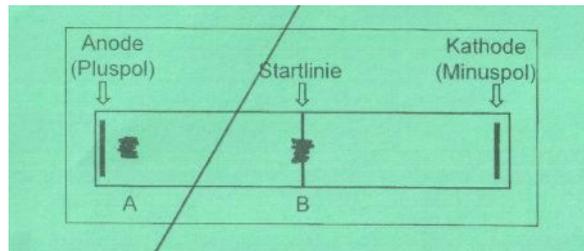


Abb. 1: Elektrophorese eines Aminosäuregemisches aus Glycin und Asparaginsäure

Bei  $\text{pH} = \text{IEP}(\text{Glycin})$ ; IEP: isoelektrischer Punkt

Erklären Sie das/Trennungsergebnis unter Einbeziehung entsprechender Strukturformeln der beiden Aminosäuren! [6 BE]

### 2010 A1

- 3 Die gentechnisch veränderte „Cyanophycinkartoffel“ liefert ein Protein, welches als Biokunststoff zukünftig synthetische Kunststoffe ersetzen könnte. Grundbausteine für das Protein Cyanophycin sind die Aminocarbonsäuren Asparaginsäure (2-Aminobutandisäure;  $\text{IEP} = 2,9$ ) und Arginin ( $\text{IEP} = 10,8$ ).

- 3.1 Gegeben sind die folgenden idealisierten Diagramme:

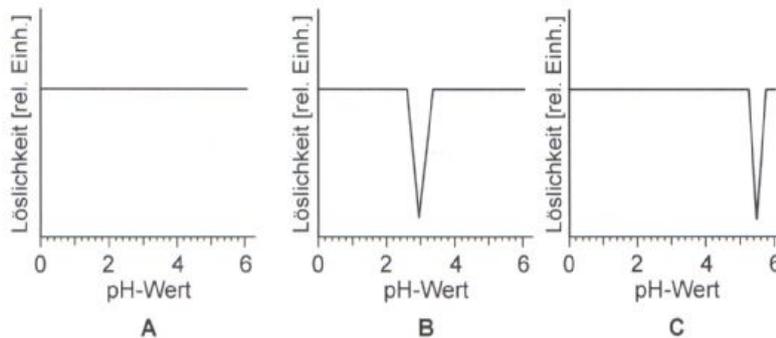


Abb. 2: Idealisierte Diagramme zur Abhängigkeit der Löslichkeit vom pH-Wert

Entscheiden Sie, welches Diagramm die Abhängigkeit der Löslichkeit der Asparaginsäure vom pH-Wert darstellt! Begründen Sie Ihre Entscheidung unter Mitverwendung einer Strukturformel der Asparaginsäure! [6 BE]

- 3.2 Ein Gemisch aus Asparaginsäure und Arginin soll getrennt werden. Erläutern Sie unter Mitverwendung einer beschrifteten Skizze der verwendeten Apparatur die elektrophoretische Trennung dieser Aminocarbonsäuren bei  $\text{pH} = 6$ ! [9 BE]

### 2010 A2

Zu den chemischen Botenstoffen gehören Neurotransmitter (Moleküle A bis D), Pheromone (Molekül E) und Hormone. Neurotransmitter dienen der Kommunikation zwischen Nervenzellen, Pheromone werden zur Verständigung zwischen

Individuen eingesetzt und Hormone übertragen Informationen innerhalb eines Individuums, z. B. zwischen verschiedenen Organen.

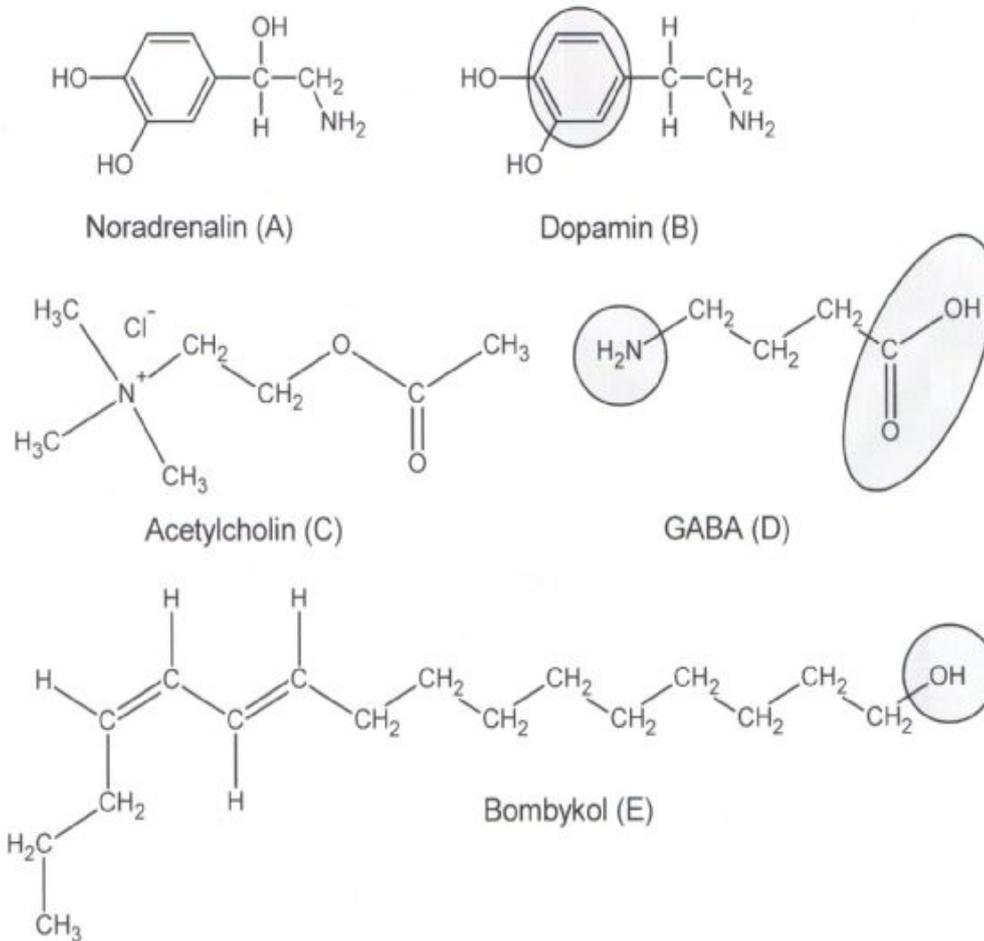


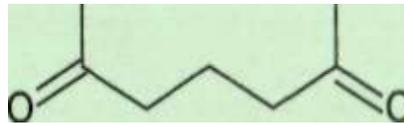
Abb.: Strukturformeln chemischer Botenstoffe

- 1 Ordnen Sie B, D und E aufgrund der markierten Molekülabschnitte bestimmten organisch-chemischen Stoffklassen zu und benennen Sie die markierten Gruppen! [5 BE]
- 2 GABA besitzt eine für niedermolekulare organische Stoffe ungewöhnlich hohe Schmelztemperatur von 203 °C. Begründen Sie diesen Befund unter Mitverwendung einer Strukturformel! [3 BE]
- 5 Noradrenalin (s. Abb.) ist nur wenig wasserlöslich, löst sich jedoch gut nach Zusatz von Säuren oder Basen. Begründen Sie dieses Verhalten unter Einbeziehung von Strukturformelausschnitten! [8 BE]
- 6 Insulin ist ein Peptidhormon, das bei der Regulation des Blutzuckerspiegels eine wesentliche Rolle spielt. Folgender Ausschnitt ist in der Aminosäuresequenz des Insulinmoleküls zu finden:  
**-Glu-Ala-Leu-**  
 Glu: 2-Aminopentandisäure  
 Leu: 2-Amino-4-methylpentansäure  
 Ala: 2-Aminopropansäure

Zeichnen Sie die Strukturformel des angegebenen Molekülausschnitts und beschreiben Sie einen Versuch zum Nachweis der Proteinnatur des Insulins! [6 BE]

### 2011/B1

- 1 Speisegelatine besteht aus Eiweiß, das aus tierischem Bindegewebe gewonnen wird. Bei der vollständigen Hydrolyse von Gelatine erhält man u. a. die Aminocarbonsäuren Alanin (2-Aminopropansäure), Leucin (2-Amino-4-methylpentansäure) und Serin (2-Amino-3-hydroxypropansäure).
  - 1.1 Zeichnen Sie einen Strukturformelausschnitt eines Proteinmoleküls, der diese drei Bausteine in der Sequenz Ser-Leu-Ala enthält, und beschreiben Sie das Verknüpfungsprinzip! Kennzeichnen Sie alle Atome, die in einer Ebene liegen! [8 BE]
  - 1.2 Bei Untersuchungen im Polarimeter zeigt sich, dass das aus Gelatine gewonnene Alanin optisch aktiv ist. Erklären Sie den Begriff „optische Aktivität“ und begründen Sie diese Eigenschaft des Alanins aus dem Molekülbau unter Mitverwendung von Fischer-Projektionsformeln! Geben Sie die Strukturformel und den Namen einer optisch inaktiven, zum Alanin isomeren Aminocarbonsäure an! [8 BE]
  - 1.3 In der Lebensmitteltechnik spielt der Einsatz von modifizierten Proteinen eine zunehmend wichtigere Rolle. Eine Modifizierung der Proteine erfolgt u. a. durch Zugabe von Pentandial. Dabei reagieren Aminogruppen und Hydroxygruppen der Aminocarbonsäure-Reste mit Pentandial.



Benennen Sie den Reaktionstyp der Reaktion von Pentandial mit einer der genannten funktionellen Gruppen und formulieren Sie den Mechanismus der Reaktion an einem selbst gewählten Beispiel! Beschreiben Sie unter Mitverwendung eines Strukturformelausschnitts, welche strukturelle Veränderung im Protein die Reaktion von Pentandial mit dem Protein bewirkt! [9 BE]

### 2011/B2

Nachwachsende Rohstoffe dienen zunehmend als Ersatz für Rohstoffe auf Erdölbasis. Zu den nachwachsenden Rohstoffen zählen u. a. Proteine und Kohlenhydrate.

- 1 Larven des Seidenspinners produzieren zur Herstellung ihres Kokons proteinhaltige Fäden. Die daraus gewonnene Faser wird als Seide bezeichnet. Wesentlicher Proteinbestandteil der Seide ist das Fibroin. Die Analyse seiner Aminosäuresequenz ergab, dass das Seidenfibroin überwiegend aus Glycin- (Aminoethansäure), Alanin- (2-Aminopropansäure) und Serinbausteinen (2-Amino-3hydroxypropansäure) aufgebaut ist, wobei sich die Sequenz -Gly-Ser-Gly-Ala-Gly-Ala- vielfach wiederholt.

- 1.1 Zeichnen Sie die Strukturformel des Tripeptids mit der Sequenz Ser-Gly-Ala! [4 BE]
- 1.2 Durch die Reaktion von Aminosäuren mit Fettsäuren und die nachfolgende Neutralisation durch Natronlauge entstehen Salze, die z.B. in Waschmitteln eingesetzt werden können. Geben Sie die Strukturformelgleichungen für die Bildung eines solchen Salzes ausgehend von Alanin und Hexadecansäure an! [5 BE]
- 1.3 Bei der vollständigen hydrolytischen Spaltung des Seidenfibroins erhält man ein Aminosäuregemisch, das durch Elektrophorese getrennt werden kann. Die folgende Abbildung zeigt schematisch einen Ausschnitt einer speziellen Elektrophoreseapparatur, bei der die Trägerschicht einen pH-Gradienten aufweist.

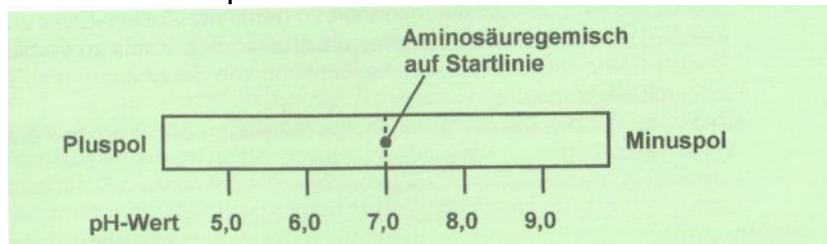


Abb. 1: Trägerschicht einer Elektrophoreseapparatur mit pH-Gradienten

Auf die Startlinie wird ein auf pH = 7 eingestelltes Aminosäuregemisch aus Glycin (IEP = 6,0), Alanin (IEP = 6,1) und Serin (IEP = 5,7) aufgetragen und eine Gleichspannung angelegt. Beschreiben und erläutern Sie das Trennergebnis unter Einbeziehung von Strukturformeln am Beispiel der Aminosäure Alanin! [8 BE]