

Fragenkatalog – Biochemie

1. Thema: Aminosäuren (AS) und Proteine

1. Welcher Zusammenhang besteht zwischen Proteinen, AS und Harnstoff?

Regelkreis:

- Proteine werden während der Proteinbiosynthese aus AS aufgebaut
- Verdauung und intrazelluläre Proteolyse: Proteine werden zu AS abgebaut

Abbau von Aminosäuren:

- Abbau der Kohlenstoffskelette
- Entfernung des Stickstoffs aus $\text{NH}_3 \rightarrow$ Harnstoffbiosynthese

2. Wie ist eine AS aufgebaut?

Kohlenwasserstoffe, mindestens eine Aminogruppe und mindestens eine Carboxylgruppe

3. Was bedeutet „Proteinogen“?

Bezeichnet die 20 AS, die in der DNA codiert sind und bei Proteinbiosynthese eingebaut werden. Werden von transfer-RNAs erkannt.

4. Was ist ein Protein?

Biologische Makromoleküle, aufgebaut aus den 20 proteinogenen AS, mind. 100 AS

5. Was ist der Unterschied zwischen Alpha-, Beta- und Gamme-AS? Welche kommen in Proteinen und im Stoffwechsel vor?

Bezeichnet, an welchem Kohlenstoffatom, die Aminogruppe und der Rest hängen
 $\rightarrow$ Alpha-C-Atom liegt am nächsten an höchstoxidierte Gruppe (Carboxylgruppe)

Proteinogen: Nur Alpha; *Stoffwechsel:* Alle 3 AS

6. Liegen AS geladen vor?

Bei pH7: Zwitterion $\rightarrow$ Ladung innermolekular ausgeglichen: insgesamt ungeladen
 $\rightarrow$ Carboxylgruppe: deprotoniert, Aminogruppe: protoniert

7. Was gibt der pKs-Wert an?

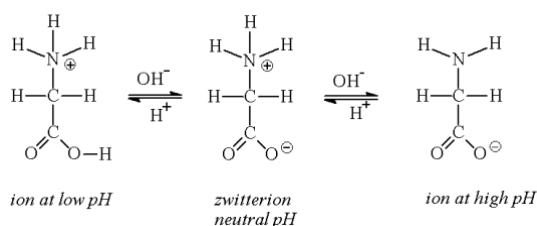
pKs: negativ dekadische logarithmische Säurekonstante

pH=pKs-Wert: protonierte und deprotonierte Form liegen in gleicher Konzentration vor

8. Wieso bildet sich ein Zwitterion?

Unterschiedliche pKs-Werte der Reste: Carboxylgruppe pKs = 2, Aminogruppe pKs = 9

$\rightarrow$ bei neutralem pH-Wert liegen protonierte und deprotonierte Form in gleicher Konzentration vor



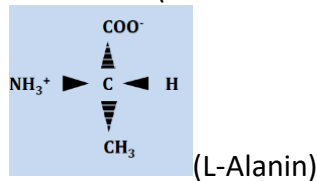
9. Wie wird der pH-Wert berechnet?

Henderson-Hasselblach-Gleichung

$$K_a = \frac{[A^-][H^+]}{[HA]} \rightarrow pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

10. Was ist eine L-Aminosäure?

Anordnung der Atome im Raum: An Alpha-C-Atom binden vier verschiedene Gruppen Kohlenstoffkette, oben das höchstoxidierteste C-Atom → L-Aminosäure: Aminogruppe steht Links (rechts: D-AS, Enantiomerie (Form von Stereoisomerie))



11. Kann man alle AS in D- und L-Form unterscheiden?

Nein: Bei Glycin können die 2 H-Atome am C-Alpha-Atom getauscht werden

12. Welche Formen kommen im Protein vor? Wieso ist das wichtig?

Nur L-AS → Enzyme sind Typgebunden (nur L- oder D-Form)

13. Welche chemischen und physikalischen Unterschiede haben die L- und D-AS?

Polarisieren das Licht in unterschiedliche Richtungen (D- heißt nicht automatisch rechtsdrehend!), unterschiedliche physiologische Wirkung

14. Was versteht man unter Stereoselektivität?

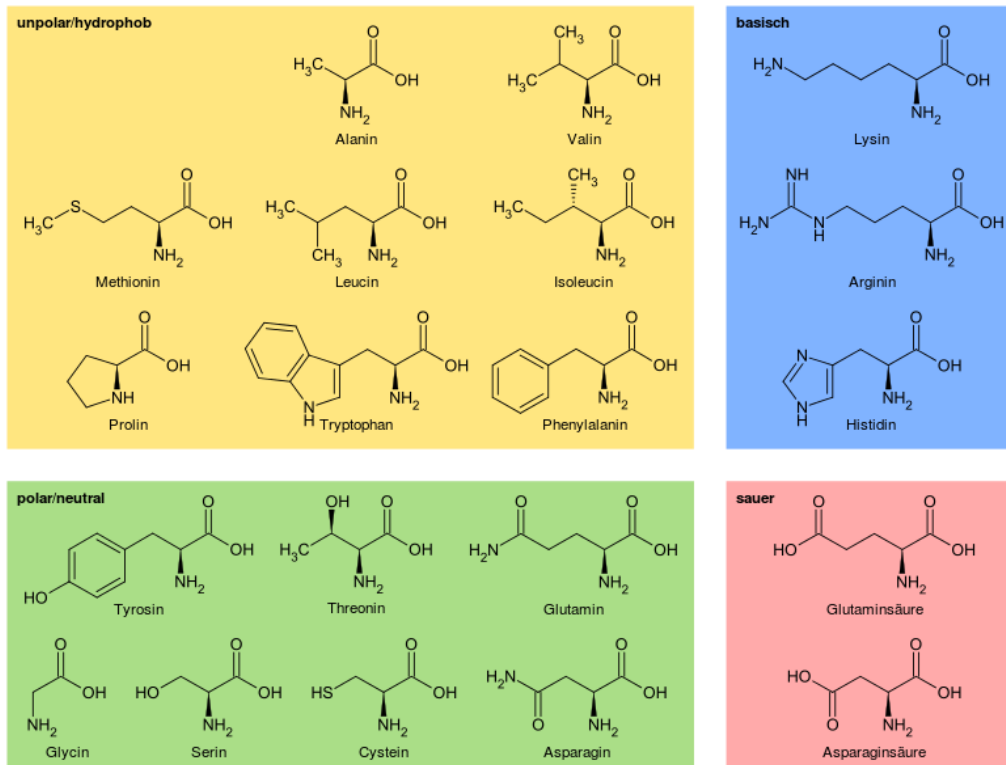
Der Reaktionsweg mit der niedrigsten Aktivierungsenergie wird bevorzugt durchlaufen
→ eine Stereoisomer wird bevorzugt gebildet

15. Nach welchen 4 Kriterien lassen sich AS einteilen?

- 1) Proteinogen – nicht proteinogen
- 2) Chemische und physikalische Eigenschaften der Seitenketten
- 3) Essentiell – nicht essentiell
- 4) Abbau des Kohlenstoffskeletts: Glucogen – ketogen

16. In welche 4 Gruppen lassen sich die 20 proteinogenen AS einteilen?

- 1) unpolare/hydrophob: Alanin, Valin, Methionin, Leucin, Isoleucin, Prolin, Tryptophan, Phenylalanin
- 2) polar/neutral: Tyrosin, Threonin, Glutamin, Glycin, Serin, Cystein, Asparagin
- 3) basisch: Lysin, Arginin, Histidin
- 4) sauer: Glutaminsäure, Asparaginsäure



17. Welche relevanten physikalischen Unterschiede bestehen zwischen den AS?

- 1) Bindungen (kovalent, -SS-)
- 2) ionische Wechselwirkung (Säure/Base)
- 3) Ausbildung von Wasserstoffbrücken
- 4) Polarität (hydrophober Effekt)
- 5) sterische Hinderung (Sperrigkeit der Seitenketten)
- 6) Flexibilität der Konformation
- 7) Aromatizität

18. Was bedeutet „essentiell“?

AS muss mit pflanzlicher Nahrung aufgenommen werden

19. Welche AS sind essentiell?

Phenomenale Isolde trübt mitunter Leutnant Valentins lüsterne Träume!

Phenylalanin, Isoleucin, Tryptophan, Methionin, Leucin, Valin, Lysin (Lüsin), Threonin

20. Was bedeutet „glucogen“ und „ketogen“?

Glucogen: aus AS kann Glucose hergestellt werden

Ketogen: aus AS kann Ketonkörper hergestellt werden

→ rein ketogen nur Leucin und Lysin

21. Wie entsteht eine Peptidbindung und welche Eigenschaften besitzt sie?

Wasserabspaltung von Carboxylgruppe von AS1 und Aminogruppe von AS2

→ Mesomeriestabilisiert, partieller Doppelbindungscharakter, planar



22. Welche Funktionen erfüllen Proteine?

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| 1) Struktur | (Kollagen, Keratin, Tubulin...) |
| 2) Zellbewegung | (Aktin/Myosin, Kinesin/Dynein) |
| 3) Transport von Metaboliten | (Hämoglobin, Transferrin) |
| 4) Ionenpumpen | (osmotische Homöostase, Erregbarkeit) |
| 5) Enzyme | (Katalyse) |
| 6) Rezeptoren | (Erkennung von Signalstoffen) |
| 7) Antikörper | (Abwehr von Infektionen) |
| 8) Hormone | (Steuerung von Vorgängen im Körper) |
| 9) <i>Auto-fluoreszierend</i> | <i>(in Quallen)</i> |
| 10) <i>Reservestoff</i> | |
| 11) <i>Toxine</i> | |

23. Welche Membranproteine kann man unterscheiden?

Extrazellulär (sezerniert), cytosolisch, membranassoziiert (peripher), integral

24. Erläutere die Strukturebenen von Proteinen.

- | | |
|----------------------|---|
| 1) Primärstruktur: | Sequenz der AS (Aminoende links, Carboxylende rechts) |
| 2) Sekundärstruktur: | Raumstruktur: Alpha-Helix, Beta-Faltblatt, <i>Beta-Turns</i>
Entsteht durch H-Brücken |
| 3) Tertiärstruktur: | übergeordnete dreidimensionale Faltung, meist zusammengesetzt aus mehreren Sekundärstrukturen |
| 4) Quartärstruktur: | Aufbau eines Proteins aus Untereinheiten |

25. Was wird durch die Primärstruktur bestimmt?

Dreidimensionale Faltung und Funktion

26. Wie ist die Alpha-Helix aufgebaut?

3,6 AS pro Windung (so eng, dass keine Substanzen durchpassen), Rechtsdrehung (außer bei Kollagen), Seitenketten nach außen gerichtet, H-Brücke zwischen NH-Gruppe und viertnächster Aminosäure

27. Wie ist die Beta-Faltblatt-Struktur aufgebaut?

- Parallel: AS auf Strang 1 bildet H-Brücke mit zwei verschiedenen AS auf Strang 2
- antiparallel: direkte H-Brückenbindung benachbarter Stränge

28. Wie kommt es zu Schleifen (turns)?

Oft bei Glycin und Prolin (allg.: kleine Seitenketten):

CO-Gruppe bildet H-Brücke mit NH-Gruppe der dritten folgenden AS (1 Schleife = 4 AS)

29. Welche Bindungen geben dem Protein Stabilität? Wo wirken sie und wie stark sind sie?

- | | | |
|-------------------------|---------------------------------------|--------------|
| 1) Kovalente Bindung | Primär Struktur | - 400 kJ/mol |
| 2) –SS– | Tertiär/Quartär | - 400 kJ/mol |
| 3) H-Brücken | Sekundär/Quartär, polare Seitenketten | - 40 kJ/mol |
| 4) Van-der-Waals-Kräfte | unpolare Seitenketten | - 10 kJ/mol |
| 5) Hydrophile WW | hydrophobe Seitenketten | - 4 kJ/mol |
| 6) Ionische WW | Sauren und basischen Seitenketten | - 4 kJ/mol |

30. Was passiert bei fehlerhafter Faltung der Proteine?

- 1) Funktionslos: werden degradiert, korrekt gefaltete Proteine übernehmen Funktion
- 2) loss-of-physiological function Krankheit
- 3) gain-of-funktion Krankheiten
- 3) Prionenkrankheit: katalysieren Umfaltung korrekt gefalteter Proteine

31. Welche loss-of-physiological function Krankheiten gibt es?

Zystennieren, Mukoviszidose, Phenylketonurie, lysosomale Speicherkrankheiten, erblicher Brustkrebs

32. Welche gain-of-function Krankheiten gibt es?

Alzheimer, Chorea Huntington, Katarakt, Sichelzellanämie

33. Welche Prionen Krankheiten gibt es?

Kuru-Krankheit, Creutzfeldt-Jakob-Krankheit, BSE („Rinderwahn“), Scrapie (bei Schafen)

34. Was ist ein Oligomer?

Protein mit gleichen oder ähnlichen Untereinheiten (Dimer, Trimer, ... Polymer)

35. Wozu führt die Denaturierung von Proteinen?

Zerstörung der nativen Raumstruktur durch physikalische oder chemische Agenzien (Stoff, der bei Berührung zu bestimmter Reaktion führt) → Verlust der Funktion

36. Wozu führen reversible und irreversible Denaturierung?

Reversibel: Isolierung von Proteinen

Irreversibel: Entfernung von Proteinen (z.B. Enteiweißung von Serumproben)

37. Wie kann ein Protein denaturiert werden?

Reversibel:

Quartärstruktur: Aufbrechen der Schwefelbindungen durch Reduktionsmittel

Irreversibel:

1) Primärstruktur: HCl + 100°C + Proteasen → 24 Stunden aufgebrochen

2) Tertiärstruktur: Säure/Basen + steigende Temperatur → Abnahme des hydrophoben Effekts

2. Thema: Enzyme

38. Was ist ein Enzym?

Biokatalysatoren: beschleunigen biologischen Prozess, ohne selbst verändert zu werden
→ meistens Proteine (fast alle Nicht-Struktur-Proteine sind Enzyme), aber auch RNA (Ribozyme, zusammen mit Proteinen: Ribonucleoproteine)

39. Warum werden Enzyme gebraucht?

- 1) Reaktionsgeschwindigkeit ist abhängig von der Temperatur → ohne Enzyme würden sie mit kaum messbarer Geschwindigkeit ablaufen, deshalb wird Aktivierungsenergie benötigt
- 2) können Energieformen ineinander umwandeln

40. Wie hat sich das Enzym von vor zu nach der Reaktion verändert?

Gar nicht: geht unverändert aus der Reaktion hervor (wird nicht verbraucht)

41. In welche Richtung wirkt das Enzym?

Beschleunigt sowohl Hin-, als auch Rückreaktion → Enzyme verändern das GG nicht!

42. Welche Aussage lässt sich über Enzyme bzgl. der Kinetik und Thermodynamik treffen?

Enzyme ändern die Kinetik, aber nicht die Thermodynamik der Reaktion

43. Definiere System und Umgebung.

System: Materie innerhalb eines definierten Bereichs
 1) offen: Austausch von Teilchen und Energie (Zelle, Organismus...)
 2) geschlossen: nur Austausch von Energie (Druckkochtopf)
Umgebung: Materie im übrigen Universum

44. Was sagen die ersten beiden Hauptsätze der Thermodynamik aus?

- 1.) Die Gesamtenergie (Wärme und potentielle Energie) eines Systems und seiner Umgebung ist konstant.
- 2.) Die Gesamtentropie eines Systems und seiner Umgebung nimmt bei spontan ablaufenden Reaktionen stets zu.

45. Was gibt die Entropie (S) an?

Maß, für Unordnung eines Systems

46. Was gibt die Enthalpie (H) an?

„Wärmeinhalt eines thermodynamischen Systems“: innere Energie $U + p \cdot V$

47. Wie berechnet man die Änderung der freien Energie und was sagt sie aus?

$$\Delta G = \Delta H_{\text{system}} - T \Delta S_{\text{system}} \quad (\text{auch Freie Enthalpie genannt})$$

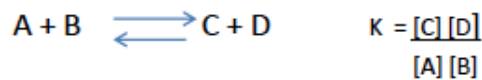
$\Delta G < 0$: spontane Reaktion, exotherm

$\Delta G = 0$: System im GG

$\Delta G > 0$: keine spontane Reaktion, endotherm

→ Information über Spontanität einer Reaktion, nicht über Geschwindigkeit

48. Wie berechnet sich die Gleichgewichtskonstante einer Reaktion?



49. Welcher Zusammenhang besteht zwischen Freier Energie und Gleichgewichtskonstante?

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln K$$

ΔG° = Freie Standardenergie für Standardbedingungen: 1 M; 25 °C

50. Wie ermöglicht ein Enzym es, dass die Aktivierungsenergie bei Körpertemperatur erreicht wird?

Stabilisieren den Übergangszustand einer Reaktion, sodass diese in mehrere Teilreaktionen zerlegt wird. Die Aktivierungsenergie kann dann auf die einzelnen Zwischenschritte verteilt werden.

51. Welche Struktur ist für die Funktion eines Enzyms wichtig?

Aktives Zentrum: dreidimensionale Einheit, die von vielen Gruppen aus verschiedenen Abschnitten der linearen Sequenzen gebildet wird, lokalisiert in Bindungstasche

52. Wie wird die Bindungsspezifität erreicht?

Durch definierte Anordnung der Atome im aktiven Zentrum

1. Modell: Schlüssel-Schloss-Prinzip

2. Modell: Induced fit

(Konformationsänderung bei Annäherung von Enzym und Ligand, Erweiterung des 1. Modells)

53. Welche Strategien der Enzymkatalyse gibt es?

1) Räumliche Annäherung

2) Kovalente Katalyse

(Reaktive Gruppen bringen Substrat in instabilen Übergangszustand)

3) Multienzymkomplexe

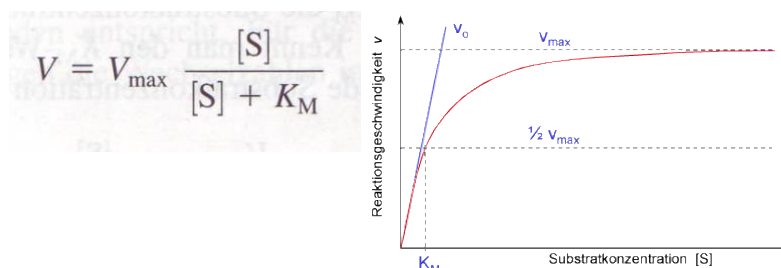
4) Cofaktoren

54. Was sagt das Michaelis-Menten-Modell aus?

Wie effektiv ein Enzym arbeitet

→ Enzyme können über kinetische Eigenschaften charakterisiert werden

→ Zusammenhang zwischen Katalysegeschwindigkeit und Substratkonzentration



(K_M : Michaelis-Konstante, wichtige Kenngröße für Enzyme)

55. Wie lässt sich die Michaelis-Konstante bestimmen?

Durch reziproken Auftrag ($1/[S]$ und $1/V$) → Steigung: K_M/V_{max}

56. Was bedeutet der K_M -Wert praktisch?

Substratkonzentration, bei der halbmaximale Geschwindigkeit erreicht wird

→ Maß, für Affinität eines Enzyms zu seinem Substrat

Kleiner Wert – hohe Affinität

Großer Wert – geringe Affinität

57. Wann tritt eine Hemmung von Enzymen auf?

1) Feedback-Hemmung: Endprodukt hemmt Enzym, welches für Produktion zuständig ist (Regulation und Kontrolle der Aktivität)

2) Medikamente/Gifte

58. Welche Hemmtypen unterscheidet man

1) Kompetitiv: Besetzung der eigentlichen Bindungsstelle (aktives Zentrum)

2) Nichtkompetitiv: Inhibitoren lagern sich an allosterischem Zentrum an
→ Substrat kann sich nicht mehr lösen
(keine Konformationsänderung)

3) Allosterisch: Inhibitoren lagern sich an allosterischem Zentrum an
→ Konformationsänderung am aktiven Zentrum
→ Substrat kann nicht binden

59. In welche Enzymklassen und Subklassen können Enzyme eingeteilt werden?

Otto trifft Heute Lydia In Liverpool

1. Oxidoreduktasen

Dehydrogenasen: Übertragen Elektronen im Verbund mit Protonen (Oxidation durch Abspaltung von H^+)

Oxygenase (Oxidation durch Einbau von Sauerstoff)

Oxidasen

2. Transferasen

Aminotransferasen (Übertragung der Aminogruppe von Aminosäure auf Alpha-Ketosäure)

Kinasen (Übertragung Phosphatreste von ATP)

Acetyl-/Methyltransferasen

3. Hydrolasen

Peptidasen/Proteasen, Esterasen, Glykosidasen, Nukleasen, ATPasen

4. Lyasen / Synthasen

Hydratasen und Dehydratasen, Decarboxylasen

5. Isomerasen

Epimerase, Racemasen

6. Ligasen / Synthetasen

Carboxlasen

60. Welchen Wirkmechanismus haben die Enzymklassen? Nenne je ein Beispiel.

1. Oxidoreduktasen - Elektronentransfer
Lactatdehydrogenase (Pyruvat $\leftrightarrow$ Lactat)
2. Transferasen - Transfer chemischer Gruppen
Alanin-Aminotransferase/ Glutamat-Pyruvat-Transaminase
(Glutamat + Pyruvat $\leftrightarrow$ Alpha-Ketoglutarat + Alanin)
3. Hydrolasen - Hydrolyse
Chymotrypsin (Enzym aus Pankreas)
4. Lyasen / Synthasen - Hinzufügen/Abspalten von Gruppen an Doppelbindungen
Fumarase (Fumarat + Wasser $\leftrightarrow$ L-Malate)
5. Isomerasen - Gruppentransfer innerhalb von Molekülen
Epimerase (D-Glucose $\leftrightarrow$ D-Galaktose)
6. Ligasen/Synthetasen - Bildung von C-C-, C-O-, C-S-, C-N-Bindungen unter ATP
Pyruvatcarboxylase (Pyruvat + $\text{HCO}_3^- \rightarrow$ Oxaloacetat)

61. Wie lassen sich Enzyme quantifizieren?

Über Aktivität: Einheit ist Unit [U oder mU]

→ 1 U: Enzymmenge, die 1 mikro- mol Substrat pro Minute unter Standardbedingungen umsetzt

62. Was gibt die spezifische Aktivität an?

Aktivität bezieht sich auf Proteinmenge: mU/mg

(Aktivität: Angabe bezieht sich auf Volumen: mU/ml)

3. Thema: Kohlenhydrate (Saccaride)

63. Wie lautet die ursprüngliche Definition der Kohlenhydrate?

Summenformel: $C_nH_{2n}O_n$ bzw. $C_n(H_2O)_n$

64. Wie lautet die heutige Definition für Kohlenhydrate?

Polyhydroxyaldehyde/-ketone → Aldehyd- oder Ketogruppe + mind. 2 Hydroxylgruppen



65. Wieso ist Glycoaldehyd kein Kohlenhydrat?

Nur eine Hydroxylgruppe

66. Was sind Derivate?

Stoffe, die anstelle eines H-Atoms oder einer funktionellen Gruppe ein anderes Atom oder eine andere Gruppe besitzen → starke Eigenschaftsänderung

67. Welche Funktionen haben Kohlenhydrate? Nenne Beispiele.

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1) Brennstoffe und Energiespeicher | (Glucose, Saccharose, Glykogen) |
| 2) Strukturelemente | (Cellulose) |
| 3) Bausteine in DNA und RNA | (Ribose, Desoxyribose) |
| 4) Bestandteil von Glykoproteinen und Glykolipiden | (Blutgruppensubstanzen, Glykophorin) |
| 5) Zell-Zell-Erkennung an Zelloberflächen | (Befruchtung) |

68. Wie lassen sich Kohlenhydrate einteilen?

Aufgrund ihrer Komplexität: Monosaccharid, Disaccharide, Polysaccharide

69. Wie lassen sich Monosaccharide unterteilen?

- | | |
|------------------------------|---------------------------------|
| a) Nach Anzahl der C-Atome | (Triosen, Tetrosen, Pentosen..) |
| b) Nach funktioneller Gruppe | (Aldosen, Ketosen) |

70. Was ist der Unterschied zwischen Enantiomeren?

- 1) Wie bei Proteinen: drehen linear polarisiertes Licht in unterschiedliche Richtung
- 2) nur eine Form kann mit Enzym wechselwirken (andere Form häufig toxisch)

71. Wie kann die Lichtdrehung analysiert werden?

Mit Hilfe eines Polarimeters

72. Welcher Unterschied besteht speziell bei der L- und D-Milchsäure?

L(+) Milchsäure: Rechtsdrehend, wird vom Organismus verstoffwechselt
D(-) Milchsäure: Linksdrehend, wird im Blut angereichert und begünstigt Azidose

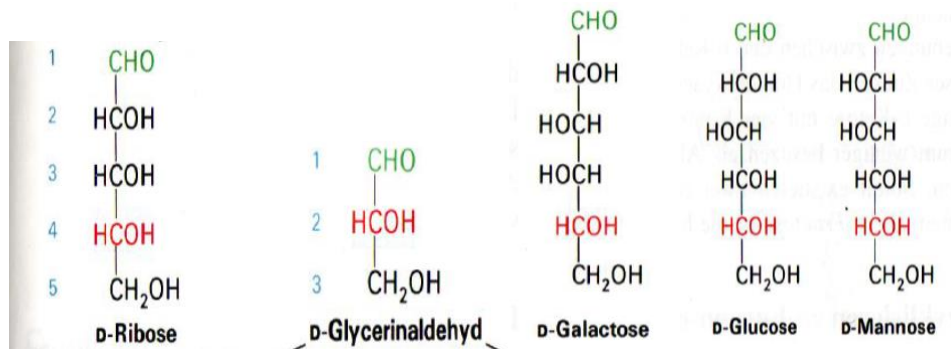
73. Was versteht man unter einem racemischen Gemisch?

Gemisch, welches durch chemische Synthese (z.B. bei Medikamenten) entsteht und beide enantiomere Formen eines Wirkstoffes enthält

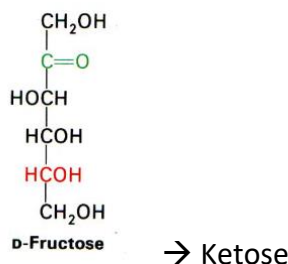
74. Wodurch werden Kohlenhydrate einer sterischen Reihe zugeordnet?

Durch das unterste asymmetrisches C-Atom (rot gekennzeichnet).

75. Wie sehen folgende Kohlenhydrate aus: Ribose, Glycerinaldehyd, Galactose, Glucose, Mannose? Wie bezeichnet man diese?
Aldosen (hier: in D-Form)



76. Wie sieht D-Fructose aus und zu welcher Gruppe gehört es?



77. Was bilden Aldosen und Ketone in wässriger Lösung?

Aldosen → Halbacetale, Ketone → Halbketale

78. Was ist ein Halbacetal und wie bildet es sich bei Zucker?

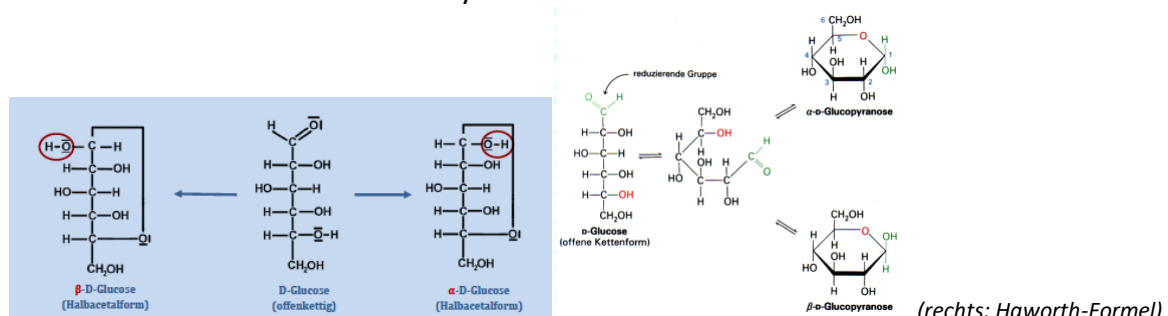
Chemische Verbindung, die eine Hydroxylgruppe (-OH) und eine Alkoxy- oder Aryloxygruppe (-OR) enthält (kann cyclisch und nicht-cyclisch vorliegen)

Bildung (im wässriger Lösung!): Nucleophile Addition

- 1) Ein Elektronenpaar der Doppelbindung in der Aldehydgruppe geht an das Sauerstoffatom, sodass eine Polarisation entsteht (O-Atom (-), C-Atom (+))
- 2) Das freie Elektronenpaar des Sauerstoffs am untersten C-Atom greift den positiv polarisierten Kohlenstoff nucleophil an.
- 3) Cyclischer Halbacetal mit Chiralitätszentrum ist entstanden

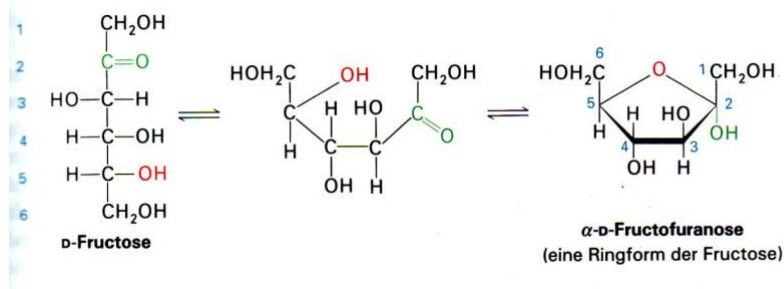
79. Was sind Anomere?

Da Carbonylfunktion planar ist, kann Angriff des Sauerstoffes von beiden Seiten erfolgen und es entstehen 2 verschiedene cyclische Halbacetale → Anomere



80. Was sind Halbketale und wie entstehen sie?

Halbacetale, die aus Ketosen entstehen (Reaktion von Keton und Alkohol)



81. Wie entstehen komplexe Kohlenhydrate?

Kondensationsreaktionen (Aldolkondensation) einzelner Zuckermoleküle unter Ausbildung einer glycosidischen Bindung und Abspaltung von Wasser

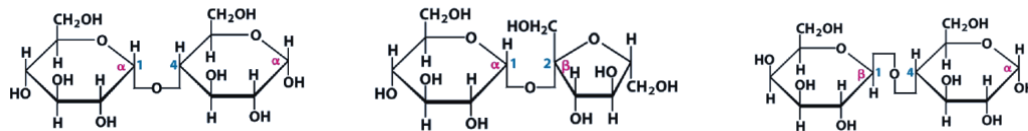
82. Was ist ein Glycosid?

Vollacetal eines Zuckers: Struktur R-O-Z (Glycosidische Bindung zwischen Alkohol (R-OH) und Zucker (Z))

83. Welche wichtigen Disaccharide gibt es und aus was bilden sie sich?

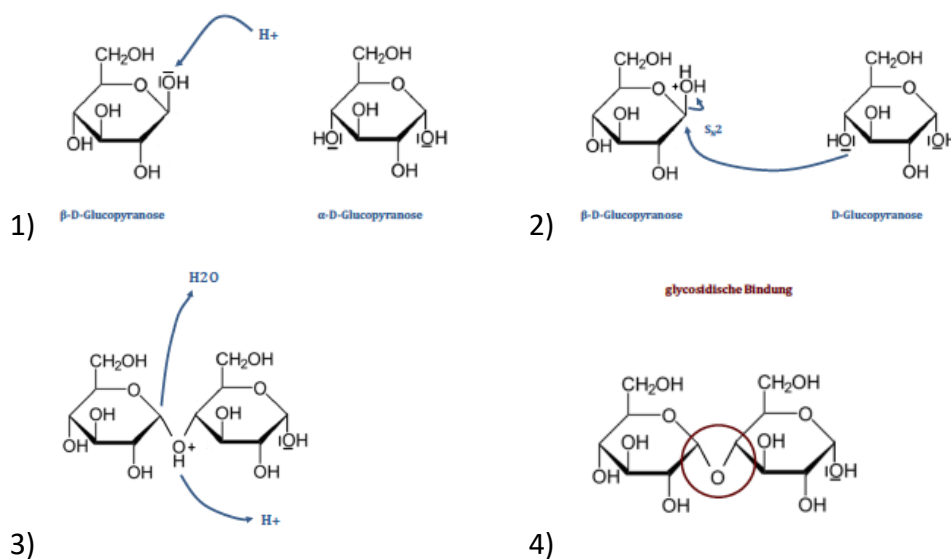
($\rightarrow$ = welche C-Atome aneinander binden)

- 1) Maltose (Malzzucker): Glucose $\alpha 1 \rightarrow 4$ Glucose
- 2) Saccharose (Rohrzucker): Glucose $\alpha 1 \rightarrow 2$ Fructose
- 3) Lactose (Milchzucker): Galaktose $\beta 1 \rightarrow 4$ Glucose



84. Wie entsteht Maltose (4-O-(α -D-Glucopyranosyl)- α -D-Glucopyranose)?

$\rightarrow$ Aldolkondensation



85. Welche wichtigen Polysaccharide gibt es und aus was bestehen sie?

- 1) Glykogen: D-Glucose-Monomere, α -1,4-glycosidisch verbunden und alle 8-12 Monomere eine α -1,6-glycosidisch verknüpfte Seitenkette (Glucosespeicher im Menschen)
- 2) Cellulose: D-Glucose-Monomere, β -1,4-glycosidisch verbunden
- 3) Amylose: 100-1400 D-Glucose-Monomere, α -1,4-glycosidisch verbunden (Glucosespeicher in Pflanzen, pflanzliche Stärke)
- 4) Amylopektin: D-Glucose-Monomere, α -1,4-glycosidisch verbunden, alle 15-30 Monomere eine α -1,6-glycosidisch verknüpfte Seitenkette mit etwa 15-25 Glucoseeinheiten (Glucosespeicher in Pflanzen, pflanzliche Stärke)

86. Was sind Peptidglykane bzw. Glykoproteine?

Proteine, die durch Glykosylierung modifiziert wurden

- 1) Peptidglykane: Moleküle, die aus Zuckern und Aminosäuren zusammengesetzt sind
- 2) Glykoprotein: Protein + eine/mehrere kovalent gebundene Kohlenhydratgruppen

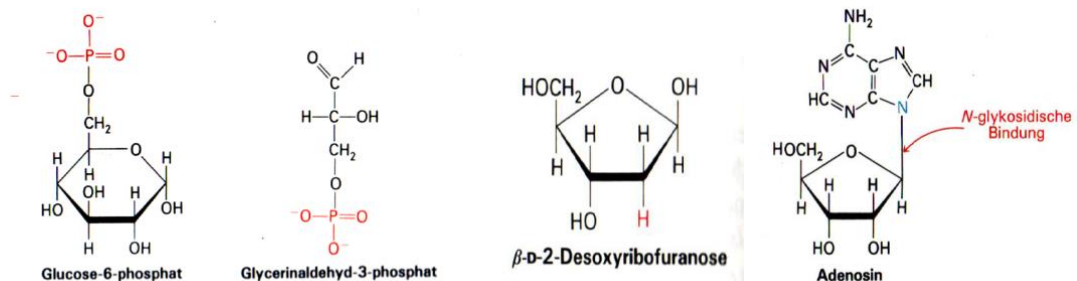
87. Was ist der Unterschied zwischen N-Glykosiden und O-Glykosiden?

Glykoside wurden durch Proteine mit Zuckerseitenketten (Glycosylgruppe) modifiziert:

N) Glycosylgruppe an Aminogruppe

O) Glycosylgruppe an Hydroxylgruppe (Ausbildung einer Etherbindung)

88. Nenne 4 wichtige Zuckerderivate mit Strukturformel.



4. Thema: Energieerzeugung

89. In welche Schritte kann die Energieerzeugung eingeteilt werden?

Glykolyse → Oxidative Decarboxylierung → Citratzyklus → Oxidative Phosphorylierung

90. In welche 3 Stufen lässt sich die Energiegewinnung teilen?

Stufe 1: Zerkleinerung

Stufe 2: Acetyl-CoA-Synthese (Glykolyse und Oxidative Decarboxylierung)

Stufe 3: **ATP-Produktion** (Citratzyklus und Atmungskette)

91. Wo finden die einzelnen Schritte statt?

Glykolyse: Zellplasma

Oxidative Decarboxylierung: Mitochondrienmatrix

Citratzyklus: Mitochondrienmatrix

Atmungskette: Mitochondrienmembran

92. Aus welchen Stoffen kann Energie gewonnen werden? In welcher Form werden sie in den Citratzyklus weitergegeben?

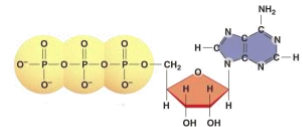
Fette → Fettsäuren und Glycerin → Acetyl-CoA

Polysaccharide → Glucose und andere Zucker → Acetyl-CoA

Proteine → Aminosäuren → Acetyl-CoA

93. Wie ist ATP aufgebaut?

Adenosin (Adenin [organische Base] + Ribose [cyclische Pentose]) und 3 Phosphatgruppen



94. Welche Bindungen bestehen zwischen den einzelnen Gruppen?

A) N-glykosidische Bindung - zwischen Adenin und Ribose

B) Esterbindung - zwischen Ribose und P_i

C) Säureanhydridbindung - zwischen Phosphatgruppen

95. Weshalb ist ATP als Energiespeicher so geeignet?

Energiereiche Verbindung mit hohem Gruppenübertragungspotential (durch den hohen Energiegehalt werden andere Gruppen aktiviert)

→ Säureanhydridbindung ist sehr energiereich

96. Welche Abspaltung von ATP gibt es? Bei welcher wird am meisten Energie bereitgestellt?

$ATP \rightarrow ADP + P_i$ ($\Delta G_0' = -35,7 \text{ kJ/mol}$)

$ATP \rightarrow AMP + PP_i$ ($\Delta G_0' = -32,3 \text{ kJ/mol}$)

($PP_i \rightarrow 2 P_i$ ($\Delta G_0' = -32,3 \text{ kJ/mol}$))

97. Wofür werden Pyriding- bzw. Flavinnucleotide genutzt?

Coenzyme, die als Elektronenüberträger fungieren. Durch die Übertragung der Elektronen auf Sauerstoff über Elektronencarrier kann ATP gewonnen werden.

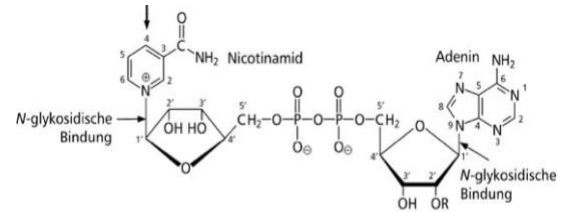
98. Wie ist NAD grob aufgebaut?

Nicotinamid-Adenin-Dinukleotid

(Nukleotid: Base + Zucker + Phosphatgruppe)

→ Verknüpfung zweier Nukleotide über Phosphatgruppen

→ Basen: Nicotinamid und Adenin

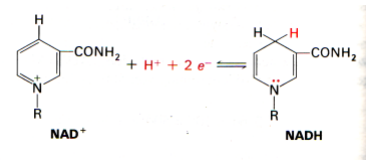


99. Wobei handelt es sich bei NAD und wofür ist es wichtig?

1. wird aus Vitamin B3 hergestellt und muss mit der Nahrung aufgenommen werden
2. „Elektronentransportmolekül“: an Redoxreaktionen des katab. Stoffwechsels beteiligt
3. bei Mangel: Pellagra (Dermatitis, Juckreiz, Rötung, Durchfall, Demenz...)

100. Was geschieht bei der Reduktion von NAD⁺?

2 Elektronen (an N-Atom) und H⁺ werden an Nicotinamid gebunden

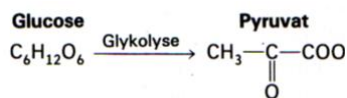


101. In welchen Zellen findet die Glykolyse statt?

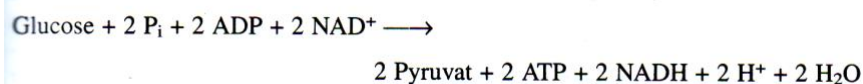
Kann in jeder Zelle stattfinden

102. Was ist die Glykolyse?

Abbau von Glucose zu Pyruvat



103. Wie lautet die Nettoreaktion?



104. Zu welchen Zwischenprodukten kann Pyruvat abgebaut werden?

- 1) Lactat
- 2) Ethanol
- 3) H₂O und CO₂ (bei Zugabe von Sauerstoff)

105. Wie kommt Glucose in die Zelle?

Im Dünndarmtrakt: Abbau zu Glucose, Galaktose, Fructose

→ Enterozyt: Na-Glucose-Symporter

→ Blut: Glut5

→ Zelle: Glut1-4

106. Wodurch unterscheiden sich die einzelnen Glut-Transporter?

Unterschiedliche Km-Werte: Angepasst an Aufgabe

107. Nenne die Schritte der Glykolyse (Ausgangsstoff, Enzym, Endstoff)

I: Bindung von P_i -Gruppen (aus ATP)

- 1) Phosphorylierung der **Glucose**
 - **Hexokinase** (P_i von ATP wird ans 6. (Hexa) C-Atom gehängt $\rightarrow$ ADP, H^+)
 - **Glucose-6-phosphat**
- 2) Isomerisierung
 - **Glucose-6-phosphat-Isomerase**
 - Isomerase: Gruppentransport im Molekül $\rightarrow$ Aldose wird zu Ketose
 - **Fructose-6-Phosphat**
- 3) Zweite Phosphorylierung
 - **Phosphofructokinase I**: P_i ans erste C-Atom (ATP $\rightarrow$ ADP, H^+)
 - **Fructose-1,6-bisphosphat**

II: Spaltung und noch mehr P_i -Gruppen (aus NAD)

- 4) Spaltung von Fructose-1,6-bisphosphat
 - **Aldolase** (Spaltung zu einer Aldose)
 - **Dihydroxyacetonphosphat** (oberer Teil mit Ketogruppe)
 - **Glycerinaldehyd-3-Phosphat** (unterer Teil: Aldehydgruppe bildet sich)
- 5) Isomerisierung
 - **Triosephosphat-isomerase** $\rightarrow$ Ketose wird zu Aldose
 - Dihydroxyacetonphosphat $\rightarrow$ Glycerinaldehyd-3-Phosphat
 - Das G-3-P entzogen wird (s.u.): Reaktion verstärkt in diese Richtung
- 6) Oxidation von Glycerinaldehyd-3-phosphat
 - **Glycerinaldehyd-3-phosphat-Dehydrogenase**
 - Dehydrogenase: Oxidation durch Abspaltung von H^+ (NAD $^+$, $P_i \rightarrow$ NADH, H^+)
 - **1,3-Bisphosphoglycerat**
(Salz der Glycerinsäure: zwei Sauerstoff am $C_1 \rightarrow$ keine Aldose mehr)

III: ATP-Gewinnung und Pyruvat-Entstehung

- 7) Bildung von ATP
 - **Phosphoglycerat-Kinase**: Abspaltung von P_i (ADP $\rightarrow$ ATP)
 - **3-Phosphoglycerat**
- 8) Intramolekulare Umlagerung: Mutase-Reaktion
 - **Phosphoglycerat-Mutase**: Umlagerung von P_i von C_3 zu C_2
 - **2-Phosphoglycerat**
- 9) Dehydratisierung zum Enol
 - **Enolase**: Abspaltung von Wasser $\rightarrow$ **Phosphoenolpyruvat**
- 10) Bildung von ATP
 - **Pyruvat-Kinase**: Abspaltung von P_i (ADP, $H^+ \rightarrow$ ATP)
 - **Pyruvat**

108. Wie sieht die Energiebilanz der Glykolyse aus?

Es entstehen 2 ATP pro 1 Glucose (ab Schritt 6 gibt es die doppelte Stoffmenge!)

109. Wofür wird das CoenzymA gebraucht?

Aktivierung von Alkansäuren (z.B. Pyruvat)

110. Wie lautet die Gleichung der Oxidativen Decarboxylierung von Pyruvat?

Pyruvat + CoA + NAD⁺ → Acetyl-CoA + CO₂ + NADH

(Bindung von CoA an Pyruvat → aktivierte Essigsäure entsteht)



111. Welches Enzym katalysiert die oxidative Decarboxylierung?

Pyruvat-Dehydrogenase (Abspaltung eines Protons → wird an NAD⁺ gebunden)

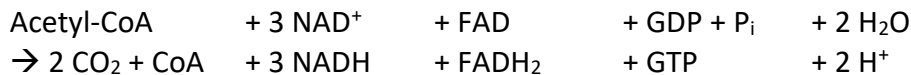
112. Wie ist die Energiebilanz der oxidativen Decarboxylierung?

2 NADH pro Glucosemolekül

113. Was passiert im Citratzyklus? Wieso heißt er so?

Acetyl-CoA wird vollständig zu CO₂ oxidiert → Citrat ist erster Zwischenprodukt

114. Wie lautet die Nettoreaktion des Citratzyklus?



115. Wie ist die Energiebilanz pro Glucosemolekül?

Pro Glucosemolekül: 2 GTP, 6 NADH, 2 FADH₂

116. Nenne die Schritte des Citratzyklus: Stoffe, Enzyme, Produkte

1. Citratsynthese
 - Acetyl-CoA + Oxalacetat + H₂O → Citrat + CoA-SH (Kondensation)
 - Citratsynthase
2. Isomerisierung
 - Aconitase: Isocitrat entsteht (OH-Gruppe wird verschoben)
3. Oxidation I und Decarboxylierung
 - Isocitrat-Dehydrogenase (NAD⁺ → NADH + CO₂)
 - (α-)Ketoglutarat entsteht
4. Oxidative Decarboxylierung
 - Ketoglutarat + NAD⁺ + CoA → Succinyl-CoA + CO₂ + NADH
 - (α-)Ketoglutarat-Dehydrogenase
5. Spaltung der Thioesterbindung
 - Succinyl-CoA + P_i + GDP → Succinat + GTP + CoA
 - Succinyl-CoA-Synthetase
6. Oxidation II
 - Succinat + FAD → Fumerat + FADH₂ (Succinat-Dehydrogenase)
7. Hydratisierung
 - Fumarat + H₂O → Malat (Fumarase)
8. Oxidation III
 - Malat + NAD⁺ → Oxalacetat + NADH + H⁺

117. Wie funktioniert die Atmungskette grob?

Elektronenübertragungspotential (E₀') von NADH und FADH_e wird zur Energiegewinnung genutzt:

- 1) Übertragung der Elektronen auf molekularen Sauerstoff über Proteinkomplexe
→ Elektronenmotorische Kraft
- 2) Protonengradient (pH-Gradient) entsteht
→ Protonenmotorische Kraft
- 3) Protonenmotorische Kraft wird als Phosphorylgruppenübertragungspotential (ΔG⁰') genutzt (ADP + P_i = ATP)

118. Welche Proteinkomplexe werden für die O₂-Übertragung genutzt?

(1) NADH-Q(Ubichinon)-Reduktase, (2) Cytochrom-Reduktase, (3) Cytochrom-Oxidase
(Succinat-Q-Reduktase: Membrankomplex, aber kein Protonenfluss)

119. Wie berechnet sich die Änderung der freien Energie einer Redoxreaktion?

$$\Delta G^{0'} = -n F \Delta E_0'$$

120. Welcher Prozess der Energiegewinnung ist exergonisch, welcher endergonisch?

Oxidation von NADH: exergonisch ($\Delta G < 0$: freiwillig)

Synthese von ATP: endergonisch (nutzt die freie Energie der NADH-Oxidation)

121. Wie lautet die Energiebilanz der oxidativen Phosphorylierung?

Ca. 26 ATP pro Glucosemolekül (1,5- 2,5 ATP pro NADH/FADH₂)

122. Wieviele ATP erhält man insgesamt pro Glucosemolekül?

Ca. 30: 2 ATP (Glykolyse) + 2 ATP (Citratzyklus, bzw. GTP) + 26 ATP = 30 ATP

123. Was ist die „Entkopplung“ der Atmungskette?

Saure Verbindungen befördern Protonen durch die innere Mitochondrienmembran

→ protonmotorische Kraft wird zerstört

→ Oxidation von NADH kann nicht zur ATP-Erzeugung genutzt werden (Entkopplung)

→ Wärme entsteht