



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Chemieerberufe

Fachwissen Biologie und Biotechnik

Lösungen

Eva Kaufmann

Autoren des Hauptwerkes:

Claus-Dieter Paul

Alexander Rotthues

4. Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 70746

Autoren:

Dr. Eva Kaufmann, Oberstudiendirektorin

Oberursel

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern
Design-Studio Wiegand, Hamburg

4. Auflage 2022

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.


ISBN 978-3-7585-7276-0

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2022 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt
Umschlag: braunwerbeagentur, Radevormwald

Hinweis

Das Lösungsbuch für „Fachwissen Biologie und Biotechnik“ soll Lehrerinnen und Lehrern helfen, vollständige Antworten auf die am Ende des Buches gestellten Verständnisfragen ohne erneutes Durcharbeiten des Textes, aber dennoch eng am Text orientiert, zu erhalten. Die Seitenzahlen, auf denen im Buch die Antworten zu finden sind, sind jeweils angegeben (z. B.  S. 8). Für Aufgaben wichtige Abbildungen sind noch einmal in Schwarz-Weiß-Darstellung abgedruckt, um sie leichter mit Schülerdarstellungen vergleichen zu können. Sämtliche Antworten sind in vollständigen Sätzen formuliert, durch die der Bezug zur Frage direkt ersichtlich und langes Suchen vermieden wird.

Inhaltsverzeichnis

I Grundlagen der Biologie.....4	4 Kultivierung biotechnisch wichtiger Mikroorganismen und Zellen31
1 Eigenschaften und Merkmale lebendiger Systeme4	5 Bioreaktoren33
2 Zusammenhang zwischen Bau und Funktion von Zellen8	6 Biotechnische Produktionsprozesse.....39
3 Stoffwechselfvorgänge in Zellen.....14	7 Anwendungsschwerpunkte der Biotechnik43
4 Systematik der Lebewesen17	IV Ökologie.....49
II Mikrobiologie 18	1 Wechselbeziehungen zwischen Lebewesen und Umwelt49
1 Erscheinungsformen und Eigenschaften von Mikroorganismen18	2 Nahrungsbeziehungen und Stoffproduktion in Ökosystemen.....52
2 Bedeutung der Mikroorganismen.....22	3 Eingriffe des Menschen in Ökosysteme54
III Biotechnik.....24	4 Umgang mit Umweltbelastungen59
1 Biotechnik und Gentechnik.....24	V Vertiefungsteil.....61
2 Biotechnisch wichtige Mikroorganismen und Zellen24	1 Vertiefung Biologie61
3 Umgang mit biotechnisch wichtigen Mikroorganismen und Zellen28	2 Vertiefung Biotechnik.....63
	3 Vertiefung Ökologie.....65

I

Grundlagen der Biologie

1

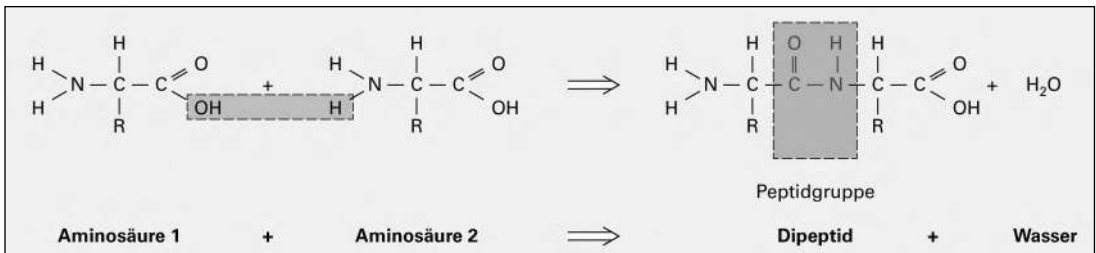
Eigenschaften und Merkmale lebendiger Systeme

1. Lebewesen
 - sind aus organischen Molekülen aufgebaut,
 - bestehen aus Zellen,
 - haben einen Stoff- und Energiewechsel,
 - wachsen,
 - pflanzen sich selbstständig fort,
 - bewegen sich,
 - reagieren auf Reize.

(📖 S. 7)
2. Die sechs von Lebewesen benötigten Hauptelemente sind Kohlenstoff (C), Sauerstoff (O), Wasserstoff (H), Stickstoff (N), Phosphor (P) und Schwefel (S).
(📖 S. 8)
3. Spurenelemente mit Bedeutung für die Enzymfunktion sind Bor (B), Fluor (F), Kupfer (Cu) und Zink (Zn).
(📖 S. 8)
4. Eisen (Fe) kommt als Spurenelement im roten Blutfarbstoff vor.
(📖 S. 8)
5. Proteine sind z. B.
 - Enzyme (z. B. Proteasen als Verdauungsenzyme für Proteine im Magen von Säugetieren),
 - Signalproteine (z. B. Insulin als Hormon für die Blutzuckerregulation im Blut von Säugetieren),
 - Membranproteine (z. B. Rezeptoren auf der Oberfläche von Zellmembranen),
 - faserartige Proteine (z. B. Kollagen als Strukturprotein in Haut und Bindegewebe),
 - Motorproteine (z. B. Aktin und Myosin in den Muskelfasern der Tiere und Menschen),
 - Transportproteine (z. B. Hämoglobin als Sauerstofftransportprotein im Blut von Säugetieren),
 - Speicherproteine (z. B. Albumin im Hühnereiweiß) und
 - Schutzproteine (z. B. Immunglobulin als Antikörper im Blut von Säugetieren).

(📖 S. 9)
6. Es gibt etwa 500 000 funktionell unterschiedliche Proteine im menschlichen Körper.
(📖 S. 9)
7. Die charakteristischen Gruppen von Aminosäuren sind Aminogruppe ($-\text{NH}_2$) und Carboxylgruppe ($-\text{COOH}$).
(📖 S. 10)
8. Es gibt 20 verschiedene Aminosäuren, die am Aufbau von Proteinen beteiligt sind.
(📖 S. 10)

9. Die Carboxylgruppe einer Aminosäure reagiert mit der Aminogruppe einer zweiten Aminosäure unter Abspaltung von Wasser zu einer Peptidbindung.



(📖 S. 10)

10. Von Peptiden spricht man bei einer Kettenlänge bis maximal 100 Aminosäuren, bei mehr als 100 Aminosäuren spricht man von Proteinen.

(📖 S. 10)

11. Die Aminosäuresequenz ist durch die Anzahl und Abfolge der 20 unterschiedlichen Aminosäuren in einer Polypeptidkette charakterisiert.

(📖 S. 11)

12. Tertiärstrukturen von Proteinen sind: globulär (kugelig) (z. B. Enzyme); fibrillär (faserförmig) (z. B. Faserproteine).

(📖 S. 11)

13. Bei der Denaturierung wird die räumliche Struktur eines Proteins z. B. durch übermäßiges Erhitzen (meist reichen 40–50°C aus) zerstört. Die Proteine verlieren dadurch ihre Funktionsfähigkeit.

(📖 S. 11)

14. Die Proteinbiosynthese steht unter der Kontrolle der Gene.

(📖 S. 11)

15. Das Proteom ist die Gesamtheit der Proteine in einer Zelle.

(📖 S. 11)

16. Essenzielle Aminosäuren sind solche Aminosäuren, die von Tieren und Menschen nicht selbst aus anderen Aminosäuren oder sonstigen Vorstufen synthetisiert werden können und deshalb mit der Nahrung aufgenommen werden müssen. Essenzielle Aminosäuren sind Histidin, Isoleucin, Leucin, Lysin, Methionin, Phenylalanin, Threonin, Tryptophan und Valin.

(📖 S. 10, S. 274)

17. Enzyme sind Biokatalysatoren, d. h., sie beschleunigen biochemische Reaktionen durch die Herabsetzung der Aktivierungsenergie, so dass die Reaktion ohne Wärmezufuhr ablaufen kann. Ohne Enzyme würden viele Stoffwechselreaktionen nur sehr langsam oder gar nicht ablaufen. Enzyme liegen nach der Reaktion wieder unverändert vor und können erneut genutzt werden.

(📖 S. 12/13)

18. Substratspezifität: Jedes Enzym setzt nur sein spezielles Substrat um. Als Erklärungsmodell dient das „Schlüssel-Schloss-Prinzip“: Das Substrat muss wie ein Schlüssel an das aktive Zentrum des Enzyms passen, damit ein Enzym-Substrat-Komplex ausgebildet werden kann.

Reaktionsspezifität: Jedes Enzym setzt sein spezielles Substrat in nur einer spezifischen Weise um, z. B. Abbau, Umbau oder Aufbau.

(📖 S. 12)

19. Die Endung „-ase“ markiert Enzymnamen.

(📖 S. 12)

20. Beispiele für Enzyme sind:

Enzymname	Vorkommen	Funktion
Pepsin (Protease)	Säugermagen	Abbau von Proteinen zu Aminosäuren
Subtilisin (Protease)	Bakterien	Abbau von Proteinen zu Aminosäuren
Ptyalin (Amylase)	Speichel	Abbau von Stärke zu Glukose
Glukose-Isomerase	Bakterien	Umbau von Glukose zu Fruktose
Laktase	Bakterien, Säuger	Abbau von Milchzucker zu Glukose und Galaktose
Penicillinacylase	Bakterien	Abbau von Penicillin zu 6-Aminopenicillansäure
DNA-Polymerase	alle Zellen	Aufbau von Nukleinsäuren
Nitrat-Reduktase	Bakterien	Umbau von Nitrat zu Nitrit
EcoRI	Bakterien	Spezifisches Schneiden eines DNA-Doppelstranges
Ligase	Bakterien	Unspezifisches Verknüpfen eines DNA-Doppelstranges
Katalase	alle aeroben Lebewesen	Abbau von Wasserstoffperoxid
Saccharase	Bakterien, Pilze, Pflanzen	Abbau von Saccharose
Peptid-Synthetase	alle Zellen	Aufbau von Peptidbindungen

(📖 S. 12/13)

21. Enzyme setzen die Aktivierungsenergie chemischer Reaktionen herab.

(📖 S. 13)

22. Die Enzymaktivität ist von Temperatur und pH-Wert abhängig.

(📖 S. 13)

23. Enzyme haben ein Temperaturoptimum, bei dem die Aktivität am höchsten ist. Bis zu diesem Temperaturoptimum nimmt die Aktivität, d. h. die Geschwindigkeit der Substratumsetzung, mit steigender Temperatur zu. Temperaturen, die oberhalb des Optimums liegen, führen schnell zu einer Denaturierung des Enzyms – die Aktivität nimmt daher sehr schnell ab.

(📖 S. 13)

24. Beispiele für Hemmstoffe (Inhibitoren) sind Schwermetall-Ionen (Hg^{2+} , Pb^{2+} , Ag^+) und bestimmte Nervengifte.

(📖 S. 13)

25. Die DNA ist der entscheidende Anteil der Erbsubstanz in den Zellen.

Sie ist der Informationsspeicher für die Zusammensetzung aller Proteine, d. h. alle Angaben zu Bau und Funktion eines Lebewesens sind in ihr gespeichert.

Sie ist in der Lage, sich selbst beliebig oft zu kopieren und damit die Informationen bei der Zellteilung unverändert weiterzugeben.

(📖 S. 14)

26. Jedes Nukleotid besteht aus dem C_5 -Zucker Desoxyribose, einem Phosphatrest und einer der vier Basen Adenin, Guanin, Thymin oder Cytosin.

(📖 S. 14)

27. Aufgrund der vier unterschiedlichen Basen (Adenin, Guanin, Thymin, Cytosin) gibt es auch vier unterschiedliche Nukleotide.

(📖 S. 14)

28. Die DNA liegt als gewundener Doppelstrang in Form einer Doppelhelix vor.

(📖 S. 14)

29. Jeweils zwei Basen, nämlich Adenin und Thymin sowie Guanin und Cytosin, sind komplementär zueinander. Das bedeutet, dass sie sich in der Doppelhelix gegenüberliegen und durch Wasserstoffbrückenbindungen miteinander verknüpft sind. Aufgrund der Molekülstruktur sind nur diese Verknüpfungen möglich, wobei Adenin und Thymin zwei Wasserstoffbrückenbindungen untereinander ausbilden, bei Guanin und Cytosin sind es drei.

Durch die komplementären Basenpaare sind auch die beiden Stränge der Doppelhelix insgesamt komplementär zueinander.

(📖 S. 15)

30. Die gesamte DNA wird vor einer Zellteilung unverändert und vollständig verdoppelt. Das nennt man Replikation der DNA.

(📖 S. 15)

31. An der Replikation der DNA sind verschiedene Enzyme beteiligt, die im Wesentlichen die folgenden Schritte ausführen:

1. Entwinden der DNA und Öffnen des DNA-Doppelstrangs
2. Anlagern der jeweils komplementären Nukleotide an beide Hälften des geöffneten DNA-Doppelstranges
3. Verknüpfen der Nukleotide zu einem stabilen komplementären Strang

In der Folge entstehen aus einem DNA-Doppelstrang zwei DNA-Doppelstränge mit identischer Struktur und identischem Informationsgehalt. Jeder dieser neuen Doppelstränge besteht aus einem „alten“ DNA-Strang und einem neuen DNA-Strang.

(📖 S. 15)

32. Die wesentlichen Unterschiede zwischen DNA und RNA lassen sich wie folgt zusammenfassen:

DNA	RNA
Nukleotide enthalten Desoxyribose	Nukleotide enthalten Ribose
Basen Adenin, Thymin, Cytosin und Guanin	Basen Adenin, Uracil, Cytosin und Guanin
liegt in der Regel als Doppelstrang vor	liegt in der Regel als Einzelstrang vor

(📖 S. 15/16)

33. Der wichtigste Einfachzucker ist die Glukose, C₆H₁₂O₆.

(📖 S. 17)

34. Stärke, Glykogen und Zellulose sind aus Glukose-Molekülen aufgebaut.

(📖 S. 17)

35. Stärke und Glykogen dienen vielen Lebewesen als Energiespeicher und Reserverstoffe.

(📖 S. 16)

36. Stärke kommt in Form von Stärkekörnern vor und kann von sehr vielen Organismen jederzeit enzymatisch zu Glukose abgebaut werden; die Glukosemoleküle sind zu langen, gewundenen Ketten miteinander verknüpft, die häufig stark verzweigt sind.

Zellulose hat eine faserige Struktur und besteht aus langen, geraden Ketten, die immer unverzweigt sind; sie kann aufgrund struktureller Merkmale von den meisten Organismen nicht enzymatisch abgebaut werden.

(📖 S. 17/18)

37. Lipide bestehen aus einem Glycerinrest, der mit drei Fettsäureresten verestert ist. Als Fettsäurereste kommen verschiedene Strukturen infrage (z. B. Palmitinsäure, Stearinsäure, Ölsäure etc.).

(📖 S. 18)

38. Die schlechte Löslichkeit in Wasser ist durch die Struktur der Lipide bedingt: Sie bestehen aus einem kleinen hydrophilen Anteils (der Glycerinrest) und einem großen hydrophoben Anteil (die Fettsäurereste). In wässrigem Medium lagern sie sich daher zu größeren Molekülverbänden, entweder in Form von (Doppel)lamellen („Film“) oder in Form von Micellen („Tröpfchen“), aneinander, wobei die hydrophilen Anteile die Grenzfläche mit dem Wasser bilden.
In organischen Lösemitteln, die überwiegend lipophile Eigenschaften haben, kommt es nicht zu den beschriebenen Grenzflächen-Phänomenen.
(📖 S. 18)
39. Lipide bilden die Grundstruktur von Biomembranen. Lipide dienen als Energiequelle und Energiespeicher. Als Unterhautfettgewebe schützen sie vor Wärmeverlust. Cholesterin ist ein Lipid. Geschlechtshormone sind Lipide. Einige Vitamine sind Lipide.
(📖 S. 18)

2 Zusammenhang zwischen Bau und Funktion von Zellen

1. Die wesentlichen Unterschiede zwischen Prozyte und Euzyte sind:

Prozyte	Euzyte
einfacher Zelltyp ohne Zellkern	durch Endosymbiose und Zellverschmelzung entstandener Zelltyp mit Zellkern und vielen weiteren Zellbestandteilen
DNA befindet sich frei in der Zelle	DNA befindet sich geschützt im Zellkern
Bakterien und Archaeen besitzen diesen Zellaufbau.	Pilze, Pflanzen, Tiere und Menschen besitzen diesen Zellaufbau.

(📖 S. 19)

2. Zellorganellen sind Strukturen innerhalb einer Zelle, die bestimmte Funktionen ausführen, also so etwas wie die „Organe“ einer Zelle. Beispiele für Zellorganellen sind Mitochondrien, Zellkern oder Golgi-Apparat.
(📖 S. 19)
3. Das Zellplasma beinhaltet das Cytosol, eine zähflüssige Grundsubstanz, die im Wesentlichen aus Wasser besteht, sowie die Zellorganellen und das Zellskelett.
Im Cytosol gelöst sind organische wie anorganische Verbindungen, z. B. Aminosäuren, Proteine und Kohlenhydrate.
(📖 S. 19)
4. Phospholipide und Cholesterin bilden die Grundstruktur der Biomembran.
(📖 S. 20)
5. Membranproteine liegen vor als
- Strukturproteine, die die Struktur der Biomembran stabilisieren,
 - membrangebundene Enzyme, die Stoffwechselreaktionen an der Membran katalysieren,
 - Tunnelproteine, die Kanäle für Wasser oder Ionen bilden,
 - Carrierproteine, die organische Stoffe durch die Membran transportieren,
 - Glykoproteine, die als Rezeptoren der Kommunikation zwischen Zellen dienen.
- (📖 S. 20)
6. Passiver und aktiver Transport durch Membranen sind wie folgt charakterisiert:

passiv	Stoffe durchdringen die Membran entlang eines Konzentrationsgefälles (Diffusion), so dass kein Energieaufwand notwendig ist.
aktiv	Stoffe durchdringen die Membran gegen ein Konzentrationsgefälle, dabei muss Energie aufgewendet werden.

(📖 S. 21)

7. Aktiver Transport erfordert immer spezielle Carrier-Moleküle, die durch den Verbrauch von Energie in Form von ATP Stoffe auch gegen ihr Konzentrationsgefälle durch die Biomembran transportieren.
(📖 S. 21)
8. Arzneistoffe müssen entweder lipophil sein, so dass sie ohne speziellen Mechanismus die Membran durchdringen können, oder sie müssen körpereigenen Stoffen so ähnlich sein, dass Carriermoleküle sie aktiv oder passiv transportieren.
(📖 S. 21)
9. Membransumgeschlossene Zellorganellen sind: Endoplasmatisches Reticulum, Dictyosomen/Golgi-Apparat, Lysosomen, Mitochondrien, Chloroplasten, Zellkern.
(📖 S. 22–26)
10. Das Endoplasmatische Reticulum bildet Hohlräume (Gänge, Spalten, flache Hohlräume), in denen Transportprozesse innerhalb einer Zelle stattfinden. Außerdem trägt es als raues ER zahlreiche Ribosomen und als glattes ER membrangebundene Enzyme.
(📖 S. 22)
11. Als Golgi-Apparat wird die Menge aller Dictyosomen einer Zelle bezeichnet.
(📖 S. 22)
12. Dictyosomen haben folgende Aufgaben:
- Ausscheiden von Sekreten über Golgi-Vesikel
 - Weiterverarbeitung von Proteinen, z. B. Glykosylierung bzw. Prozessierung
 - Inhaltsstoffe sind an der Bildung von Biomembranen und Zellwänden beteiligt
 - Bildung von Lysosomen
- (📖 S. 22)
13. In den Lysosomen findet die intrazelluläre Verdauung statt. Sie sind dafür mit zahlreichen Verdauungsenzymen ausgestattet.
(📖 S. 23)
14. Bei der intrazellulären Verdauung unterscheidet man zwischen der Autophagie und der Heterophagie.
- Autophagie:** Zelleigene, nicht mehr benötigte Substanzen werden in die Lysosomen aufgenommen und dort mithilfe von Verdauungsenzymen (Proteasen, Nukleasen, Amylasen, Lipasen) abgebaut. Die Abbauprodukte sind häufig noch immer für die Zelle wertvolle Stoffe, die zum Aufbau neuer Biomoleküle verwendet werden.
- Heterophagie:** In die Zelle durch Pinozytose oder Phagozytose aufgenommene, körperfremde Stoffe (wie z. B. Bakterien oder Viren) befinden sich zunächst in Membranbläschen. Diese verschmelzen mit den Lysosomen, so dass die Fremdstoffe in diese aufgenommen werden können. Dort zerlegen die Verdauungsenzyme (s. oben) die Fremdstoffe. Auch hier wird ein Teil der Verdauungsprodukte für den Aufbau eigener Biomoleküle weiterverwendet. Nicht verwendbare Bestandteile werden wieder in Membranbläschen verpackt und aus der Zelle ausgeschleust (Exozytose).
(📖 S. 23)
15. Mitochondrien kommen in allen pflanzlichen und tierischen Zellen vor, ebenso wie in Pilzen – also in allen eukaryotischen Zellen.
(📖 S. 24)
16. Mitochondrien sind ca. 5 µm groß.
Sie sind von einer äußeren Membran umgeben, außerdem besitzen sie eine innere Membran, die stark gefaltet ist und damit ihre Oberfläche stark vergrößert.
Der Innenraum ist von einer Grundsubstanz (Matrix) ausgefüllt.
Mitochondrien besitzen ringförmige DNA-Moleküle und Ribosomen.
(📖 S. 24)

17. Die Mitochondrien sind die Organe der Zellatmung, d. h., in ihnen laufen Zitronensäurezyklus und Atmungskette ab und ATP wird gebildet.
(📖 S. 24)
18. Das Chlorophyll in den Chloroplasten ist – zusammen mit anderen Farbstoffen – für die Absorption von Sonnenlicht verantwortlich. Damit „fangen“ Pflanzen die Energie für die Fotosynthese.
(📖 S. 25)
19. Chloroplasten sind für die Fotosynthese zuständig, d. h., in ihnen wird die Lichtenergie der Sonne ausgenutzt, um aus Kohlenstoffdioxid und Wasser Glukose zu synthetisieren.
(📖 S. 25)
20. Chloroplasten sind in den Zellen aller grünen Pflanzenbestandteile zu finden.
(📖 S. 25)
21. Wie die Mitochondrien sind auch die Chloroplasten von einer äußeren Membran umgeben und besitzen zusätzlich eine innere, stark gefaltete Biomembran (Thylakoidmembran), die parallele, flache Membranpakete (Thylakoide) oder ganze Stapel solcher Membranpakete (Granathylakoide) bildet. In die Thylakoidmembran eingelagert befinden sich die Chloroplastenfarbstoffe, also z. B. Chlorophyll und Carotine.
Der Innenraum ist von einer Grundsubstanz (Stroma) ausgefüllt, die Stärkekörner und Fetttröpfchen enthält.
Chloroplasten besitzen ringförmige DNA-Moleküle und Ribosomen.
(📖 S. 25)
22. Mitochondrien und Chloroplasten besitzen eine doppelte Membran, eigenes Erbgut (ringförmige DNA) und eigene Ribosomen. Beide vermehren sich unabhängig von der Zelle.
(📖 S. 24/25)
23. Die Endosymbiontenhypothese besagt, dass Mitochondrien und Chloroplasten einst eigenständige Bakterien waren, die dann von anderen Zellen aufgenommen und im Rahmen einer intrazellulären Symbiose in diese integriert wurden.
Für die ursprüngliche Eigenständigkeit sprechen das eigene Erbgut und die Ribosomen sowie die unabhängige Vermehrung.
Auch weitere Gemeinsamkeiten beider Zellorganellen wie die doppelte Membran weisen auf diese Herkunft hin.
(📖 S. 25)
24. Ribosomen sind für die Proteinbiosynthese zuständig, d. h., an ihnen werden nach der „Anleitung“ der genetischen Information Aminosäuren zu Proteinen verknüpft.
(📖 S. 26)
25. Der Zellkern (Nucleus) ist von einer doppelten Membran – Kernhülle genannt – umgeben, die zahlreiche Kernporen enthält. Durch diese „Löcher“ wird der Stoffaustausch zwischen dem Zellkern und der übrigen Zelle organisiert. Im Inneren des Kerns befindet sich eine Grundsubstanz mit dem bzw. den Kernkörperchen (Nucleolus) und der DNA.
Die DNA beinhaltet die Erbinformation der Zelle. Durch diese wird der gesamte Stoffwechsel der Zelle geregelt. Mithilfe der DNA wird bei der Zellteilung die Erbinformation an beide Tochterzellen weitergegeben.
An den Kernkörperchen werden die Ribosomen gebildet und anschließend durch die Kernporen zum Endoplasmatischen Reticulum bzw. ins Zellplasma geschleust.
(📖 S. 26)
26. Alle DNA-Moleküle einer menschlichen Zelle wären aneinandergereiht bei einem Durchmesser von 2 nm ungefähr 1 m lang – ähnliche Dimensionen gelten für Tiere, Pflanzen und Pilze. Damit sie in die Zellkerne hineinpassen, werden sie dicht gepackt. Dazu gibt es die Histone, positiv geladene „Verpackungsproteine“, die die negative Ladung der DNA ausgleichen und damit eine sehr dichte Packung ermöglichen.

Es werden DNA-Proteinkomplexe mit jeweils 147 bp gebildet – die sogenannten Nukleosome. Auch diese sind wiederum aufgewickelt, so dass eine dickere, aber deutlich kürzere Struktur entsteht.

In dieser Form liegt die DNA in stoffwechselaktiven Zellen vor und wird dann als Chromatin bezeichnet. In dieser Form können Gene für die Produktion von Proteinen abgelesen werden und die DNA kann vor einer Zellteilung verdoppelt werden. Chromatin ist ungefärbt im Lichtmikroskop nicht sichtbar.

Chromosomen sind die Transportform der DNA. Kurz vor der Zellteilung wird das Chromatin weiter aufgewunden und so noch stärker verdickt und verkürzt. Ein Ablesen von Genen oder Verdoppeln der DNA ist in diesem Zustand nicht möglich. Chromosomen sind ungefärbt im Lichtmikroskop sichtbar.

(📖 S. 27)

27. Chromosomen bestehen aus zwei völlig identischen Chromatiden. Diese sind durch die Verdoppelung der DNA vor der Zellteilung entstanden. Diese beiden Chromatiden sind an einer Stelle miteinander verbunden, so dass es im Lichtmikroskop zum typischen x-förmigen Aussehen kommt. Der Bereich der Verbindung wird als Centromer bezeichnet und spielt eine Rolle bei der Aufteilung der beiden Chromatiden auf die Tochterzellen während der Zellteilung.

An den Enden der Chromatiden befinden sich die sogenannten Telomere. Das sind DNA-Bausteine ohne genetische Information.

(📖 S. 27/31)

28. Telomere dienen dem Schutz der DNA vor enzymatischem Abbau. Die Telomere können bei der Verdoppelung der DNA vor der Zellteilung nicht vollständig kopiert werden, so dass es bei jeder Verdoppelung zu einer Verkürzung der Telomere kommt. Bei Menschen sind die Telomere nach ca. 50 Verdoppelungen zu kurz, so dass der programmierte Zelltod (Apoptose) ausgelöst wird.

(📖 S. 27)

29. Gründe für das Anfertigen von Chromosomenanalysen sind:

- Vorgeburtliche Diagnostik bestimmter Erbkrankheiten bei Risikoschwangerschaften,
- Untersuchungen bei Unfruchtbarkeit,
- Untersuchungen auf die Auswirkung von Umweltbelastungen und Strahleneinwirkung auf die Erbanlagen,
- Züchtungskontrolle bei Pflanzen und Tieren.

(📖 S. 28)

30. Eine menschliche Körperzelle enthält 46 Chromosomen.

(📖 S. 27)

31. Der doppelte (diploide) Chromosomensatz hängt mit der sexuellen Vermehrung zusammen: Die Geschlechtszellen von Mutter (Eizelle) und Vater (Spermienzelle) steuern jeweils einen einfachen (haploiden), vollständigen Chromosomensatz bei, so dass eine befruchtete Eizelle einen doppelten Chromosomensatz enthält. Da alle weiteren Körperzellen durch Zellteilung aus der befruchteten Eizelle entstehen, enthalten sie auch alle einen doppelten Chromosomensatz.

(📖 S. 29)

32. Nur kurz vor und während der Zellteilung ist das Chromatin zu Chromosomen aufgewickelt und damit stark verdickt und verkürzt, außerdem liegen nur zu diesem Zeitpunkt die aus der Verdoppelung der DNA hervorgegangenen identischen Chromatiden vor, die durch ihre Verknüpfung am Centromer die charakteristischen Chromosomen bilden.

(📖 S. 27)

33. Homologe Chromosomen sehen im lichtmikroskopischen Bild von Größe und Lage des Centromers her weitgehend identisch aus. Diese homologen Chromosomenpaare kommen durch die Tatsache zustande, dass in diploiden Zellen jedes Chromosom einmal von der Spermien- und einmal von der Eizelle enthalten ist.

Frauen besitzen 23 homologe Chromosomenpaare, bei Männern sind die beiden Geschlechtschromosomen nicht homolog, man spricht von einem X- und einem Y-Chromosom.

(📖 S. 29)

34. Allele sind die von mütterlicher und väterlicher Seite stammenden einander entsprechenden Abschnitte auf homologen Chromosomen. Durch Mutationen können diese Allele kleine Unterschiede aufweisen, die dann zu etwas unterschiedlichen Produkten der zugehörigen Gene führen. Beispiele für solche alternativen Gene sind die menschlichen Blutgruppen (A, B, 0-System), Augenfarbe, Haarmerkmale und mehr als 4000 Erbkrankheiten.
(📖 S. 29)
35. Reinerbig oder homozygot bezüglich eines bestimmten Merkmales ist ein Lebewesen dann, wenn die Informationen der beiden Allele identisch sind, wenn also z.B. sowohl das Gen der Mutter als auch das homologe Gen des Vaters bezüglich der Blutgruppe den gleichen Phänotyp bestimmt.
(📖 S. 29)
36. Als Interphase bezeichnet man die aktive Phase einer Zelle, in der sie ihre spezifischen Funktionen ausführt. Sie umfasst den gesamten Zeitraum zwischen zwei Zellteilungen und wird in G₁-Phase, S-Phase und G₂-Phase unterteilt. Manche Zellen gehen auch in eine langandauernde G₀-Phase über.
(📖 S. 30)
37. Die G₁-Phase folgt direkt auf eine Zellteilung. Während dieser Phase wächst die Zelle und synthetisiert fehlende Zellbestandteile. Sie nimmt dann ihre spezifische Zellfunktion auf. In der G₁-Phase ist daher eine hohe Stoffwechselaktivität feststellbar.
(📖 S. 30)
38. In der G₀-Phase befinden sich Zellen, die den Zellzyklus zeitweise (Stammzellen) oder dauerhaft (z. B. Nervenzellen) verlassen haben.
(📖 S. 30)
39. Die S-Phase wird durch externe Signale und ein bestimmtes Zellkern/Zellplasma-Verhältnis eingeleitet. In dieser Phase wird die DNA verdoppelt (Replikation), um sie bei der folgenden Teilung an beide Tochterzellen weitergeben zu können. Nach der Verdoppelung wird die DNA auf eventuelle Fehler untersucht und von Reparaturenzymen repariert, so dass Mutationen weitgehend verhindert werden. Die S-Phase bereitet also die nächste Zellteilung vor.
(📖 S. 30)
40. Die Mitose ist die vor der normalen Zellteilung notwendige Kernteilung, die aus vier Phasen besteht: Prophase, Metaphase, Anaphase und Telophase.
(📖 S. 30)
41. Während der **Prophase** werden die Chromosomen durch Aufwickeln und Falten des Chromatins gebildet. Außerdem bilden sich sogenannte Spindelfasern. Das sind Proteinfasern, die von den Zentriolen ausgehen und sich nach Auflösen der Kernhülle an die Centromere der Chromosomen anheften.
In der **Metaphase** werden die Chromosomen in der Äquatorialebene der Zelle angeordnet, um die Trennung der Chromatiden am Centromer zu erleichtern.
In der **Anaphase** verkürzen sich die Spindelfasern und ziehen dabei die jeweiligen Chromatiden mit sich in Richtung der entgegengesetzten Zellpole.
In der **Telophase** ist die Kernteilung beendet, eine Kernmembran um die beiden neuen Zellkerne wird gebildet und in der Äquatorialebene der Zelle wird durch die Bildung einer neuen Biomembran die Zellteilung eingeleitet. Die Chromatiden gehen wieder in ihren aktiven Zustand über.
(📖 S. 30)
42. Mutationen sind bleibende Veränderungen der genetischen Information, die auf einer Vermehrung, Verminderung oder Veränderung innerhalb der DNA beruhen. Sie entstehen spontan oder werden durch erbgutverändernde Faktoren hervorgerufen.
(📖 S. 32)
43. Mutationen können dann zu Erbkrankheiten führen, wenn die Geschlechtszellen betroffen sind und dadurch die Mutationen an die Folgegenerationen weitergegeben werden.
(📖 S. 32)

44. Erbkrankheiten durch Enzymdefekte sind z. B.: Phenylketonurie, Albinismus, Sichelzellanämie, Hämophilie, Rot-Grün-Blindheit, Xeroderma pigmentosum.

Ein Beispiel für eine Erbkrankheit durch Veränderung der Chromosomenzahl ist Trisomie 21 (Down-Syndrom).

(📖 S. 32/33)

45. Man unterscheidet Genmutationen, Genommutationen und Chromosomenmutationen.

Genmutation: Die DNA wird verändert, z. B. durch das Vertauschen oder den Verlust von Nukleotiden. In der Folge wird in der Regel die Struktur eines zugehörigen Proteins verändert und dieses ist ggf. nicht mehr funktionsfähig.

Genommutation: Eine Genommutation ist eine Veränderung der Chromosomenzahl, d. h. der Verlust oder die Vervielfachung einzelner Chromosomen oder sogar ganzer Chromosomensätze in einer Zelle.

Chromosomenmutationen: Bei einer Chromosomenmutation brechen Chromosomenstücke ab und werden falsch oder gar nicht wieder eingebaut. Geht ein Bruchstück verloren, so spricht man von Deletion, wird es verkehrt herum im gleichen Chromosom wieder eingebaut, so spricht man von Inversion, wird es in ein anderes Chromosom eingebaut, von Translokation. Manchmal werden Chromosomenstücke auch verdoppelt, das nennt man Duplikation.

(📖 S. 32/33)

46. Genmutationen betreffen die DNA.

(📖 S. 32)

47. Mutationsauslösende Faktoren sind: Temperaturerhöhung, energiereiche Strahlung, chemische Mutagene.

(📖 S. 34)

48. Eine Temperaturerhöhung von 10°C verdoppelt die Mutationsrate.

(📖 S. 34)

49. Strahlungsarten, die zu Mutationen führen können, sind UV-Strahlung, vor allem im Wellenlängenbereich um 260 nm, ionisierende Strahlung, z. B. Röntgenstrahlen oder radioaktive Strahlung.

(📖 S. 34)

50. Die mutagene Wirkung von UV-Strahlung beruht auf einer Verknüpfung direkt benachbarter Thymin-Moleküle in der DNA zu Thymin-Dimeren.

Ionisierende Strahlung ist sehr energiereich. Dadurch werden bei ihrem Auftreffen auf Moleküle Elektronen aus diesen herausgeschlagen – Ionen entstehen. Die DNA ist besonders empfindlich gegenüber dieser Art der Strahlung, es kommt zu Einzel- und Doppelstrangbrüchen sowie zu Basenverlusten.

(📖 S. 34)

51. Salpetrige Säure reagiert mit Adenin zu Hypoxanthin – einer nicht natürlich vorkommenden Base. Bei der Replikation bindet an das Hypoxanthin nicht mehr Thymin (die zu Adenin komplementäre Base), sondern Cytosin – es kommt also zu einer Genmutation.

(📖 S. 35)

52. Krebszellen sind Zellen, die sich unkontrolliert teilen. Die Verwandlung einer normalen Körperzelle in eine Krebszelle ist dabei häufig eine Folge von Mutationen, die oft von mutagenen Stoffen ausgelöst sind.

(📖 S. 35)

53. Für Schäden an der Erbsubstanz gibt es Reparaturenzyme, die bei jeder DNA-Verdoppelung (Replikation) für eine schnelle Beseitigung vieler Schäden sorgen. Dadurch werden diese Schäden nicht an die nächste Zellgeneration weitergegeben – Mutationen werden so vermieden.

(📖 S. 35)

3 Stoffwechselvorgänge in Zellen

1. Als Stoffwechsel bezeichnet man prinzipiell den Austausch von Stoffen und Energie zwischen Zellen und ihrer Umgebung.
(📖 S. 36)
2. Assimilation (oder Anabolismus) umfasst die „aufbauenden“ Stoffwechselvorgänge. Sie sind energieverbrauchend (endergonisch) und führen zur Synthese komplexer Biomoleküle.
Dissimilation (oder Katabolismus) umfasst die „abbauenden“ Stoffwechselvorgänge energiereicher organischer Verbindungen (z.B. Kohlenhydrate oder Fette). Im Rahmen dieser Reaktionen wird Energie freigesetzt (exergonisch).
(📖 S. 36)
3. Als heterotroph bezeichnet man alle Organismen, die ausschließlich auf organische Stoffe als Energiezufuhr angewiesen sind. Das trifft auf Menschen, Tiere, Pilze und die meisten Bakterien zu.
(📖 S. 36)
4. ATP besitzt vier benachbarte negative Ladungen in seinem Triphosphat-Anteil. Dadurch entsteht eine „innere Spannung“, die das leichte Abspalten der letzten Phosphatgruppe unter Freisetzung von Energie ermöglicht. ATP kommt in allen Zellen vor, es ist also universell einsetzbar.
(📖 S. 37)
5. Die Energiefreisetzung der hydrolytischen Spaltung von ATP folgt folgender Summengleichung:
 $\text{ATP} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ADP} + \text{PO}_4^{3-} + \text{Energie}; \Delta G \approx -30 \text{ kJ/Mol}$
(📖 S. 37)
6. Die Regeneration von ATP findet in den Mitochondrien statt.
(📖 S. 37)
7. Die Summengleichung der Fotosynthese lautet:
 $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + \text{Energie} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2; \Delta G \approx +2800 \text{ kJ/Mol}$
(📖 S. 38)
8. Der Begriff „autotroph“ bezieht sich auf die Art, wie Pflanzen ihren Energiebedarf decken: Sie nutzen das Sonnenlicht zur Synthese energiereicher Verbindungen, sind also nicht (wie Pilze, Tiere, Menschen) auf organische Stoffe als Energiequelle angewiesen.
(📖 S. 36/38)
9. Mithilfe der Fotosynthese wird Lichtenergie in energiereiche chemische Verbindungen umgesetzt. Pflanzen versorgen sich auf diese Weise mit primären und sekundären Pflanzenstoffen als Energie- und Baustoffe. Tier und Mensch sind auf diese energiereichen Verbindungen vollständig angewiesen, Pflanzen stehen also am Anfang der Nahrungskette und werden daher als Primärproduzenten bezeichnet. Damit hängt das Leben auf der Erde zu einem großen Teil von der Fotosynthese ab.
Etwa 1% der einfallenden Sonnenenergie wird von den Pflanzen für die Fotosynthese genutzt, damit werden jährlich etwa 1000 Milliarden Tonnen Biomasse gebildet.
(📖 S. 38/39)
10. Lichtreaktion (an der Thylakoidmembran der Chloroplasten): Die Lichtenergie wird in chemische Energie umgewandelt.
Die Lichtreaktion lässt sich in folgende Teilschritte untergliedern:
 - Absorption: Das Chlorophyll der Chloroplasten absorbiert die Blau- und Rotanteile des einfallenden Sonnenlichtes. Dabei werden Elektronen auf ein höheres Energieniveau gehoben.
 - Weitergabe der Elektronen und Fotophosphorylierung: Die angeregten Elektronen werden von Fotosystem II zu Fotosystem I weitergegeben. In diesem Schritt wird chemische Energie in Form von ATP erzeugt (= Fotophosphorylierung).

- Fotolyse: Da das Chlorophyll des Fotosystems II Elektronen an das Fotosystem I weitergegeben hat, ist es in der Folge positiv geladen. Es gleicht diese positive Ladung aus, indem es dem Wasser Elektronen entzieht: Zwei Moleküle Wasser werden dabei formal in ein Molekül Sauerstoff (O₂) und vier Protonen gespalten.
- Produktion von NADPH₂: Das einfallende Licht sorgt auch dafür, dass das Fotosystem I Elektronen abgibt (die es vom Fotosystem II zurückbekommt). Diese Elektronen werden gemeinsam mit den Protonen aus der Fotolyse auf das Wasserstofftransportmolekül NADP übertragen, das dabei zu NADPH₂ reduziert wird.

Dunkelreaktion (im Stroma der Chloroplasten): Die energiereichen Moleküle ATP und NADPH₂, die während der Lichtreaktion produziert wurden, geben in einer lichtunabhängigen Reaktion ihre Energie für die Synthese von Glukose ab.

Die Dunkelreaktion lässt sich in folgende Teilschritte untergliedern:

- CO₂-Fixierung: Kohlenstoffdioxid (CO₂) aus der Luft wird an Ribulosebisphosphat (ein Molekül mit fünf Kohlenstoffatomen) angelagert. Es entsteht ein C₆-Körper.
- Calvinzyklus: Der durch die CO₂-Fixierung entstehende C₆-Körper zerfällt in zwei C₃-Körper, die unter Verbrauch von NADPH₂ und ATP zu zwei Molekülen Glycerinaldehydphosphat umgewandelt werden. Von zwölf Molekülen Glycerinaldehydphosphat werden zehn im weiteren Verlauf des Calvin-Zyklus zur Regeneration von Ribulosebisphosphat verwendet.
- Glukose-Produktion: Die übrigen zwei Moleküle Glycerinaldehydphosphat (C₃-Körper) werden aus dem Calvinzyklus ausgeschleust und zu Glukose (C₆-Körper) verbunden.

(📖 S. 38/39)

11. Primäre Pflanzenstoffe kommen in allen Pflanzen vor, während sekundäre Pflanzenstoffe nicht in allen Pflanzen vorkommen. Primäre Pflanzenstoffe stehen in Zusammenhang mit dem ‚normalen‘ Energie- und Wachstumsstoffwechsel, während sekundäre Pflanzenstoffe häufig z. B. als Fraßschutz produziert werden.

(📖 S. 39)

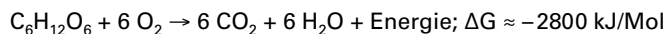
12. Primäre Pflanzenstoffe sind: Glukose, Fruktose, Saccharose, Cellulose, Stärke, Aminosäuren, Proteine, Lipide, Nukleinsäuren.

(📖 S. 39)

13. Sekundäre Pflanzenstoffe sind z. B. Vitamine, Aromastoffe, Farbstoffe, Latexmilch, Nikotin, Coffein, Digoxin, Cannabinoide und Morphin.

(📖 S. 39)

14. Die Summgleichung der biologischen Oxidation lautet:



(📖 S. 40)

15. Die drei Schrittfolgen beim Abbau von Glukose im Verlauf der biologischen Oxidation sind Glykolyse, Zitronensäurezyklus und Atmungskette.

(📖 S. 40)

16. **Glykolyse:** Im Verlauf der Glykolyse wird die Glukose mit ihren sechs Kohlenstoffatomen (C₆) zunächst in zwei Moleküle Brenztraubensäure gespalten, die jeweils nur noch drei Kohlenstoffatome (C₃) enthalten; von diesen wird jeweils ein CO₂-Molekül abgespalten, so dass zwei Moleküle Essigsäure (C₂) resultieren. Die Essigsäure wird durch Übertragung eines Coenzym aktiviert und als Acetyl-Coenzym A in den Zitronensäurezyklus eingeschleust.

Zitronensäurezyklus: Acetyl-Coenzym A aus der Glykolyse wird auf ein Molekül Oxalacetat (C₄) übertragen, dadurch entsteht Zitronensäure (C₆). Von dieser wird in mehreren Schritten insgesamt zweimal CO₂ abgespalten, so dass wieder ein C₄-Molekül entsteht, das dann wieder zu Oxalacetat umgebaut wird. Das aus der Glykolyse stammende Acetyl-Coenzym A wird also vollständig eliminiert.

Sowohl während der Glykolyse als auch während des Zitronensäurezyklus werden Zwischenprodukte z.T. oxidiert, dabei dient Nicotinamidadenindinukleotid (NAD⁺) als Reaktionspartner und wird zu NADH + H⁺ reduziert. Damit werden Wasserstoffatome und Energie auf das NAD⁺ übertragen.

(Fortsetzung nächste Seite)

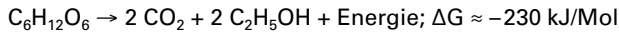
Atmungskette: Das $\text{NADH} + \text{H}^+$ wird in der Atmungskette in mehreren Redoxreaktionen wieder zu NAD^+ oxidiert, der Wasserstoff wird auf Luftsauerstoff übertragen, so dass Wasser entsteht. Die bei dieser Reaktionskette frei werdende Energie wird als ATP gespeichert.

(📖 S. 40)

17. Der Zitronensäurezyklus dient einerseits im Rahmen der biologischen Oxidation von Glukose dem Abbau energiereicher Verbindungen und der Bildung von $\text{NADH} + \text{H}^+$. Zusätzlich stellt er eine wesentliche Drehscheibe für den Gesamtstoffwechsel dar, weil seine Zwischenprodukte Ausgangsstoffe zahlreicher Synthesewege für wichtige Biomoleküle wie z. B. Aminosäuren oder Chlorophyll sind.

(📖 S. 40)

18. Die Summengleichung der alkoholischen Gärung lautet:



(📖 S. 41)

19. Unter anaeroben Vorgängen versteht man Arten der Energiegewinnung, die ohne Sauerstoff auskommen.

(📖 S. 41)

20. Die alkoholische Gärung ist evolutiv wesentlich älter als die biologische Oxidation, weil in der anfänglichen Atmosphäre kein Sauerstoff enthalten war.

Die Energieausbeute bei der alkoholischen Gärung beträgt nur 2 ATP (bzw. ca. -230 kJ/Mol), während bei der biologischen Oxidation etwa zwölfmal so viel, nämlich 38 ATP (bzw. ca. -2800 kJ/Mol) erreicht werden.

(📖 S. 41)

21. Die Backhefe (*Saccharomyces cerevisiae*) kann Glukose sowohl aerob als auch anaerob zur Energiegewinnung einsetzen.

(📖 S. 41)

22. Jeder DNA-Abschnitt, der durch eine Ablesestartregion (= Promotor) und eine Ableseendregion (= Terminator) begrenzt ist und die Information zur Bildung eines oder mehrerer Proteine enthält, wird als Gen bezeichnet.

(📖 S. 42)

23. Das Genom umfasst alle Gene eines Organismus.

(📖 S. 42)

24. Jeweils drei benachbarte Nukleotide auf der DNA bilden gemeinsam ein Basentriplett oder Codon, und jedes dieser Codons steht entweder für eine der 20 proteinogenen Aminosäuren oder es enthält eine Start- oder Stopp-Information. Da die „Übersetzung“ der genetischen Information in ein Protein mithilfe von mRNA erfolgt, wird der genetische Code üblicherweise als mRNA-Basentriplett-Code angegeben. Damit gibt es vier mögliche Nukleotide, die in beliebiger Reihenfolge und Kombination ein Codon bilden können: Uracil, Cytosin, Adenin und Guanin. Es ergeben sich so 64 Kombinationsmöglichkeiten für nur 20 proteinogene Aminosäuren, Start und Stopp. Daraus resultiert, dass teilweise verschiedene Basentriplets für die gleiche Aminosäure codieren – der genetische Code ist redundant.

Der genetische Code ist universell, d. h., alle Lebewesen verwenden eine identische „Übersetzung“ von Basentriplets in Aminosäuren.

(📖 S. 42)

25. Ein Gen eukaryotischer Organismen beginnt mit einem Promotor, gefolgt von verschiedenen Abschnitten, die man als Introns und Exons bezeichnet. Abschließend enthält es eine Terminator-Sequenz. Die Codons, die für die Aminosäuren eines Proteins notwendig sind, liegen in den Exons; Introns werden während eines Vorgangs, der als Spleißen bezeichnet wird, aus der mRNA herausgeschnitten.

(📖 S. 42/43)

26. An der Proteinbiosynthese sind die Ribosomen sowie bei Eukaryoten der Zellkern und bei Prokaryoten das ringförmige DNA-Molekül beteiligt.

(📖 S. 42/43)

27. Prinzipiell lässt sich die Proteinbiosynthese in zwei Abschnitte gliedern: Transkription und Translation.

Die **Transkription** erfolgt bei Eukaryoten im Zellkern, bei Prokaryoten an der freien DNA im Zellplasma. Durch Aufspalten des DNA-Doppelstranges durch das Enzym RNA-Polymerase und Anlagerung komplementärer RNA-Nukleotide am codierenden (= codogenen) DNA-Einzelstrang wird eine Kopie eines Gens hergestellt. Diese einzelsträngige Kopie wird als mRNA (Boten(= messenger) DNA) bezeichnet.

Bei Prokaryoten ist die Transkription damit abgeschlossen, bei Eukaryoten folgt das Ausschneiden der nicht-codierenden Anteile (Introns) aus dem RNA-Strang, das sogenannte Spleißen.

Im Anschluss an die Transkription wird die mRNA, bei Eukaryoten durch die Kernporen, zu den Ribosomen transportiert.

Die Ribosomen sind für die **Translation** verantwortlich: An ihnen treffen die mRNA und Aminosäure-tragende tRNA-Moleküle in geordneter Weise aufeinander. Die Translation startet jeweils an einem Startcodon. Das Ribosom wandert dann Codon für Codon an der mRNA entlang und vermittelt die Bindung von tRNA-Molekülen mit dem zum Codon passenden Anticodon, d. h. der zu den drei Basen des Codons komplementären Basensequenz. Dabei trägt jedes tRNA-Molekül die zu seinem Anticodon passende Aminosäure, die sich von der tRNA löst und an die wachsende Aminosäurekette bindet. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis das Ribosom auf ein Stoppcodon trifft und damit die Translation beendet. Die entstandene Aminosäurekette löst sich vom Ribosom und wird durch Faltung in einen funktionsfähigen Zustand überführt.

(📖 S. 42/43)

4 Systematik der Lebewesen

1. Die systematische Einteilung von Lebewesen erfolgt aufgrund ihrer verwandtschaftlichen Verhältnisse untereinander. Dabei werden sowohl Ähnlichkeiten bzw. Unterschiede in innerem und äußerem Körperbau als auch in den genetischen Informationen (DNA und RNA) als Kriterien verwendet.

(📖 S. 44)

2. Eine biologische Art ist eine Fortpflanzungsgemeinschaft von Lebewesen in einem gemeinsamen Verbreitungsgebiet, die in ihren wesentlichen Strukturen übereinstimmen. Fortpflanzung über Artgrenzen hinweg kommt in der Natur normalerweise nicht vor.

(📖 S. 44)

3. Systematische Einheiten sind z. B.: Art, Gattung, Familie, Ordnung, Klasse, Stamm, Reich, Domäne.

(📖 S. 45)

4. Jeder Artnamen besteht aus dem Gattungsnamen und einem zweiten Namen, der die Art innerhalb der Gattung näher bezeichnet. So heißt der heutige Mensch *Homo sapiens* (Gattung: *Homo*), die Backhefe *Saccharomyces cerevisiae*, die Weinhefe gehört zur gleichen Gattung, stellt aber eine eigene Art dar: *Saccharomyces bayanus*. Durch diesen zusammengesetzten Artnamen wird jede Art eindeutig gekennzeichnet.

(📖 S. 44)

II

Mikrobiologie

1

Erscheinungsformen und Eigenschaften von Mikroorganismen

1. Unter Mikrobiologie versteht man die Lehre von Mikroorganismen, also allen Kleinstorganismen, die nur unter dem Mikroskop sichtbar sind.
(📖 S. 46)
2. Folgende Lebewesen werden dem mikrobiologischen Bereich zugeordnet:
prokaryotische Mikroorganismen: Bakterien und Archaeen
eukaryotische Mikroorganismen: Pilze und Protisten
(📖 S. 46)
3. Die Archaeen unterscheiden sich in vielen molekularbiologischen Eigenschaften sehr stark von den Bakterien. Aufgrund der Struktur der kleinen Ribosomenuntereinheit (16S rRNA) versteht man die Archaeen mittlerweile sogar als dritte Domäne neben Bakterien und Eukaryoten.
(📖 S. 47)
4. Bakterien und Archaeen besiedeln extreme Lebensräume im Hinblick auf die Parameter Temperatur (z. B. heiße Quellen, Geysire, schwarze Raucher in der Tiefsee oder ewiges Eis), pH-Wert (besonders sauer oder besonders alkalisch), Druck (z. B. hoher Druck in der Tiefsee) und Salzgehalt (z. B. in destilliertem Wasser oder in Gewässern mit besonders hohem Salzgehalt wie dem Toten Meer).
(📖 S. 47/49)
5. Die wesentlichen Unterschiede zwischen Bakterienzelle und menschlicher Zelle sind:

Bakterienzelle	Menschliche Zelle
besitzt eine Zellwand aus Murein	besitzt keine Zellwand
Enzyme zur Energiegewinnung befinden sich in der Cytoplasmamembran	Enzyme zur Energiegewinnung befinden sich in der Mitochondrienmembran
DNA ist in Form eines einzigen, ringförmigen Chromosoms organisiert	DNA ist in 2×23 linearen Chromosomen organisiert
Chromosom liegt als Nukleoid (= Kernäquivalent) frei in der Zelle	Chromosomen liegen im Zellkern
können zusätzlich zum Chromosom Plasmide (= kleine, ringförmige DNA-Stücke) besitzen	besitzen keine Plasmide
Ribosomen sind etwas kleiner als bei den Eukaryoten	Ribosomen sind etwas größer als bei den Bakterien
viele Bakterienarten können sich unter extremen Bedingungen in Sporen umwandeln	menschliche Zellen besitzen keine Dauerformen
viele Bakterienarten besitzen eine oder mehrere Geißeln zur Fortbewegung	nur die Spermien besitzen Geißeln zur Fortbewegung
Mitochondrien fehlen	Mitochondrien sind vorhanden
Endoplasmatisches Retikulum fehlt	Endoplasmatisches Retikulum ist vorhanden

(📖 S. 19/S. 53–57)

6. Man unterscheidet drei Grundformen der Bakteriengestalt: Kugeln (Kokken), zylindrische Stäbchen und gekrümmte zylindrische Stäbchen.
(📖 S. 50)

7. *Escherichia coli* gehört zu den zylindrischen abgerundeten Stäbchen, es ist ca. 3 µm lang und hat einen Durchmesser von 1 µm.

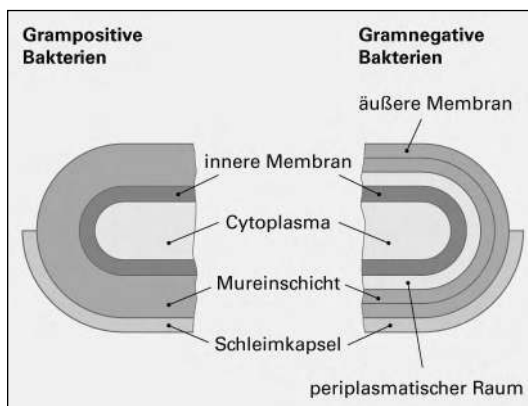
(📖 S. 50)

8. Die Eigenschaft „grampositiv“ oder „gramnegativ“ ist abhängig von der Färbbarkeit der Zellwand eines Bakteriums, und diese wiederum hängt mit dem Aufbau der Zellwand zusammen.

Grampositive Bakterien besitzen eine Zellwand mit zahlreichen Mureinschichten, in die Teichonsäuren eingelagert sind; diese lassen sich mit dem Farbstoff der Gram-Färbung dauerhaft violett färben und werden durch eine Alkoholbehandlung nicht entfärbt.

Bei den **gramnegativen** Bakterien besteht die Zellwand aus nur einer oder wenigen Mureinschichten ohne Teichonsäuren, die den Farbstoff der Gram-Färbung bei einer Alkoholbehandlung nicht „festhalten“ können. Durch Gegenfärbung mit Karbolfuchsin nach dem Auswaschen sind sie rosa gefärbt. Außerdem besitzen gramnegative Bakterien eine auf die Zellwand aufgelagerte zusätzliche Membran, die aus Lipid-, Protein-, Lipoprotein- und Lipopolysaccharidmolekülen besteht. Die innere Membran ist von der Zellwand durch einen sogenannten periplasmatischen Raum getrennt.

(📖 S. 53/54)



9. Endotoxine sind Lipopolysaccharide, die von abgestorbenen gramnegativen Bakterien stammen oder von pathogenen Bakterien aktiv an die Umwelt abgegeben werden. Endotoxine wirken im menschlichen Blut in kleinsten Mengen fiebererregend (= pyrogen), weshalb sie zu den Pyrogenen gezählt werden. Weitere Pyrogene sind andere, von Bakterien oder Viren stammende, toxische Stoffe.

(📖 S. 54)

10. Die Produktivität hängt im wesentlichen Maße davon ab, wie schnell ein Organismus Stoffe mit seiner Umgebung austauschen kann. Das kann er umso besser, je größer seine Oberfläche im Verhältnis zu seinem Volumen ist. Je kleiner ein Organismus ist, desto günstiger ist sein Oberflächen-Volumen-Verhältnis.

(📖 S. 52)

11. Bakterien besitzen ein einziges, ringförmiges Chromosom, das frei in der Zelle liegt. Außerdem besitzen sie häufig kleine, ringförmige DNA-Doppelstränge, die man als Plasmide bezeichnet.

(📖 S. 55)

12. Plasmide sind kleine, ringförmige DNA-Doppelstränge, die sich selbstständig vermehren können. Sie enthalten entweder Gene für die Plasmidweitergabe (F-Plasmide) oder für den Aufbau von Proteinen, die in ungewöhnlichen Situationen zum Einsatz kommen und keine Bedeutung für den „normalen“ Stoffwechsel haben. Ein typisches Beispiel sind die R-Plasmide, die die Information für Antibiotika-zerstörende Proteine tragen.

(📖 S. 56)

13. Der Vorgang der Übertragung von Plasmiden zwischen artgleichen oder nahe verwandten Bakterien wird als Konjugation bezeichnet. Er erfolgt über Cytoplasmabrücken („Konjugationsschläuche“), die zwischen den beteiligten Zellen gebildet werden. Dazu müssen die Bakterien in nahen Kontakt gebracht werden. Dieser enge Kontakt wird über Proteinfäden hergestellt, die man als Sexpili oder F-Pili bezeichnet.

(📖 S. 55)

14. Die wichtigsten Fortbewegungsmittel der Bakterien sind Geißeln (= Flagellen), die durch Schlagen oder Rotation einen Antrieb bewirken. Es gibt Bakterien mit einer Geißel, mit zwei Geißeln oder mit mehreren Geißeln, die unterschiedlich angeordnet sein können.
- Auch manche Bakterien ohne Geißeln können sich fortbewegen, z.B. indem sie auf Oberflächen kriechen oder gleiten. Die spiralförmigen Stäbchen können sich durch eine schraubende Rotation fortbewegen.
- (📖 S. 56)
15. Bakterien pflanzen sich durch Zweiteilung fort. Dabei wird zunächst das Erbgut verdoppelt, dann streckt sich die Zelle und die beiden Chromosomen wandern in entgegengesetzte Richtung. In der Zellmitte schnürt die Cytoplasmamembran sich ein, anschließend wird eine Querwand ausgebildet und die beiden Tochterzellen trennen sich.
- (📖 S. 56)
16. Manche Bakterienarten können bei ungünstigen Umweltbedingungen aus der vegetativen, vermehrungsfähigen Form in eine Dauerform übergehen, die als Spore bezeichnet wird. Faktoren, die die Sporenbildung auslösen, können Hitze, Trockenheit und Nährstoffmangel sein. Sporen sind von einer dicken Sporenhülle umgeben und enthalten kaum Wasser, so dass sie extreme Bedingungen (Hitze, UV-Strahlung, schädliche Stoffe) vermutlich mindestens einige Jahrhunderte unbeschadet überstehen können. Bei günstigen Umweltbedingungen können sie sich innerhalb von Minuten wieder in die vegetative Form zurückverwandeln.
- (📖 S. 57)
17. Bei der anaeroben Atmung steht Sauerstoff nicht als finaler Elektronenakzeptor zu Verfügung, weil die Bakterien, die diesen Stoffwechselweg nutzen, in sauerstofffreien Lebensräumen (z.B. in Gewässersedimenten oder schlecht durchlüfteten Böden) zu finden sind. Organische Verbindungen werden dann, wie bei der aeroben Atmung, vollständig zu Kohlenstoffdioxid oxidiert, dabei wird weniger Energie in Form von ATP gewonnen als bei der aeroben Atmung. Mögliche Elektronenakzeptoren sind Eisen (Fe^{3+}), Nitrat (NO_3^-), Sulfat (SO_4^{2-}), Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Schwefel (S).
- (📖 S. 58)
18. Hefen besitzen als Charakteristika der Eukaryoten einen echten, membranumschlossenen Zellkern, Mitochondrien sowie ein endoplasmatisches Retikulum. Zudem sind sie mit einem Durchmesser von etwa 10 μm deutlich größer als Prokaryoten.
- (📖 S. 59)
19. Die Zellwand von Bakterien ist im Wesentlichen aus dem Peptidoglykan Murein aufgebaut, Hauptbestandteil der Zellwand von Pilzen und damit auch von Hefe ist das Polysaccharid Chitin.
- (📖 S. 53/S. 59)
20. Geschlechtliche Fortpflanzung erhöht die genetische Vielfalt durch Neukombination genetischen Materials. Hefezellen pflanzen sich gewöhnlich ungeschlechtlich fort, unter schlechten Lebensbedingungen werden sie allerdings zur Meiose, d. h. zur Produktion von haploiden Sporen, angeregt, die zu haploiden Hefezellen des Typs α oder des Typs a auskeimen. Zwei Zellen unterschiedlichen Typs können miteinander verschmelzen und so ihr Erbgut kombinieren – die daraus resultierende Hefezelle ist wieder diploid.
- (📖 S. 60)
21. Der Crabtree-Effekt (auch aerobe Gärung) bezeichnet die Fähigkeit der Backhefe, Glukose nicht nur bei Sauerstoffmangel zu Ethanol zu verstoffwechseln, sondern auch unter aeroben Bedingungen bei Glukose-Überschuss.
- Der Vorteil für die Hefe zeigt sich in Konkurrenzsituationen zu anderen Mikroorganismen bei einem großen Nahrungsangebot. Das entstehende Ethanol hemmt konkurrierende Mikroorganismen, die sich sonst schneller vermehren würden als die Hefe, in ihrem Wachstum, weil Hefe den Alkohol viel besser verträgt als die meisten anderen Mikroorganismen. Wenn der Zucker dann irgendwann verbraucht ist, kann die Hefe darüber hinaus auch das Ethanol als Nahrung verstoffwechseln.
- (📖 S. 61)