

Ein wesentliches Kriterium ist die sprachlich präzise Beantwortung unter Nutzung der Fachsprache.

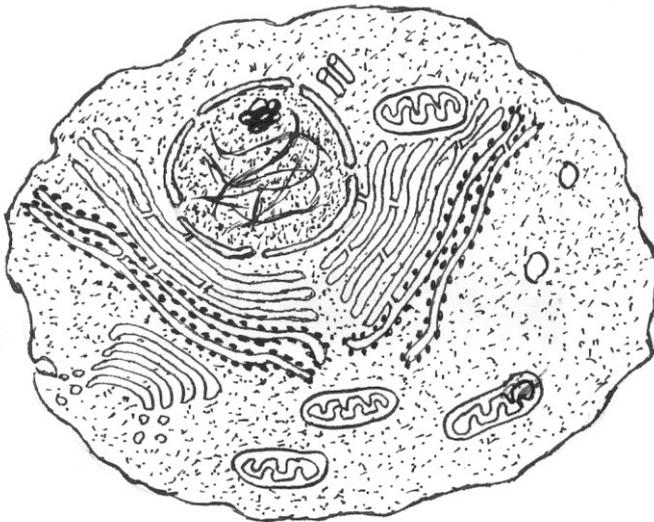
1. Formen, Bau und Funktion von Zellen und ihrer Organellen.

Wichtige Stichworte und Präzisierung

- Wir beschränken uns auf die wichtigsten Zellorganellen: Nucleus (incl. Nucleolus), endoplasmatisches Retikulum (rau und glatt), (+Ribosomen), Golgi-Apparat, Mitochondrien, Vesikel, Vakuole, Chloroplast
- Pflanze: Die große Unterschiede zu Tierzelle: Zellwand, große zentrale Vakuole, Besitz von Plastiden
- Prokaryotische Zellen: keine echten Zellorganellen, Unterschiede in den Ribosomen

1.1 Geben Sie die Aufgaben der in einer typischen Tierzelle vorkommenden Zellorganellen tabellarisch an. Beschränken Sie sich auf die 5-6 wichtigsten Zellorganellen.

1.2 Beschriften Sie folgende schematische Abbildung einer Zelle vollständig und geben Sie an, von welcher Lebensform diese stammt.



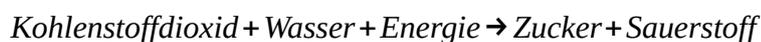
Quelle: <https://commons.wikimedia.org>

1.3 Geben Sie drei wichtige Unterschiede zwischen prokaryotischen Zellen und eukaryotischen Zellen an.

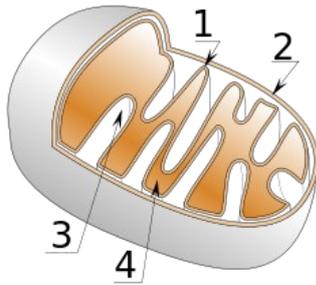
1.4 Analysiert man den Gehalt an Erbsubstanz in einer typischen menschlichen Zelle, so stellt man fest, dass 51% des Erbmaterials von der Mutter stammen, und 49% vom Vater. Begründen Sie.

1.5 In einer Zelle können viele Stoffwechselvorgänge gleichzeitig stattfinden. So kann Glucose z.B. zur Energiegewinnung genutzt werden und gleichzeitig Ausgangsprodukt zur Herstellung komplexer biochemischer Stoffe sein. Wie ist es möglich, dass sich diese Stoffwechselvorgänge nicht gegenseitig stören und wohlgeordnet ablaufen können? Geben Sie auch mögliche Orte beider Stoffwechselwege innerhalb der Zelle an.

1.6 Benennen Sie die Gemeinsamkeiten im Bau von Chloroplasten und Mitochondrien. Ordnen Sie den beiden Zellorganellen folgende Stoffwechselwege zu.



1.7 Welche Zellorganelle (Quelle: Wikipedia) ist hier schematisch dargestellt? Beschriften Sie die Strukturen.



1.8 Definieren und erläutern Sie kurz die Begriffe *autotroph*, *heterotroph*, *aerober Abbau*, *anaerober Abbau*, *prokaryotisch* und *eukaryontisch*

1.9 Leberzellen sind besonders reich an glattem endoplasmatischem Retikulum. Die Haar- und Hornbildenden Zellen (Haare, Fingernägel) hingegen sind besonders reich an rER. Erklären Sie diesen Unterschied.

1.10 Rote Blutzellen (Erythrocyten) verlieren während ihrer Reifung die Zellorganellen. Leiten Sie daraus her, welche Konsequenzen dies für die Lebens- und Teilungsfähigkeit der Zellen hat.

2. Endosymbiontentheorie

Wichtige Stichworte und Präzisierung

- Zuerst die Aufnahme von *aerob lebenden Prokaryoten*, die sich zu den Mitochondrien. Einige Zellen nehmen später weitere *autotrophe Bakterien* auf, die sich zu den Chloroplasten entwickeln.
- Sie müssen die wichtigsten Indizien kennen, so dass man heute die Endosymbiontentheorie mit *an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit* als *zutreffend* oder *belegt* bezeichnen kann.

2.1 Fassen Sie die zentralen Aussagen der Endosymbiontentheorie zusammen.

2.2 Einige Bakterien, z.B. *Rickettsien*, Auslöser zahlreicher Krankheiten, wie etwa Fleckfieber (Typhus), können nur innerhalb von Wirtszellen (also intrazellulär) überleben. Innerhalb der Wirtszelle, können sie sich teilen und sogar fortbewegen. Bei der Freisetzung kann die Wirtszelle entweder zugrunde gehen (Lyse), oder bleibt intakt.

- a) Beschreiben Sie den Vorgang der Aufnahme in die Wirtszelle und stellen Sie diesen in einer beschrifteten Abbildung dar.
- b) Die Existenz von *Rickettsien* unterstützt argumentativ die Endosymbiontentheorie. Erläutern Sie diese in wenigen Sätzen und die Vorteile für die Zellen für diese Symbiose.
- c) Wie kann eine Freisetzung der Krankheitserreger erfolgen, ohne dass es zum Absterben der Wirtszelle kommt.
- d) Stellen Sie eine begründete Hypothese auf, weshalb es gegen Typhus praktisch keine wirksamen Arzneistoffe gibt.

3. Biomembran und Transportvorgänge (nur in der TO2 relevant)

Wichtige Stichworte und Präzisierung

- wichtige Schlagworte: genaue (!) Strukturformel von Fettmolekülen und wie sie zustande kommt (Veresterung von Glycerin mit Fettsäure-Molekülen), prinzipieller Bau von Phospholipiden, Aquaporine, kanalvermittelte Diffusion, Carrier, Symport, Antiport, Uniport. Unterteilung in aktive und passive Transportvorgänge. primär aktiver und sekundär aktiver Transport, Endocytose, Exocytose

Vorbemerkung: Zu Lipiden gibt es ein eigenes Aufgabenblatt: [Aufgaben zu Lipiden und Phospholipiden](#)

Vs. 2025-01-09

3.1 Die Grundbausteine der Zellmembranen sind Phospholipide. Beschreiben Sie den Unterschied im Molekülbau im Vergleich zu klassischen Fettmolekülen (Triglyceriden)

3.2 Erklären Sie, wie die Orientierung der Membranbausteine (Phospholipide) in den Zellmembranen zustande kommt.

3.3 Fassen Sie die Kernaussagen des Fluid-Mosaik-Modells zusammen und beschreiben Sie in diesem Zusammenhang den Aufbau der Zellmembran.

Lösungstichworte

Wollen Sie noch mal im Schnelldurchlauf oder als Zusammenfassung wichtige Informationen erhalten, dann empfehlen sich folgende youtube-Filme. Für Richtigkeit/Vollständigkeit gebe ich keine Gewähr. Youtube-Filme ersetzen nicht die intensive Vorbereitung mithilfe der Unterlagen aus dem Unterricht!

Bau von Zellen und Zellorganellen

<https://www.youtube.com/watch?v=lkbn7DOrPX4>

ca. 5 min.

Titelworte: Tierzelle vs. Pflanzenzelle

1.1

siehe Unterrichtsunterlagen.

1.2

- mit Abbildungen auf den ausgeteilten Unterlagen abgleichen. Man sieht rER, gER, Golgi-Apparat (mit mehreren Dictyosomen), Nucleus mit doppelte (!) Kernmembran deren eingeschlossener Innenraum ein Kontinuum mit dem eR-Innenraum bildet (siehe auch Abb. im Schulbuch). Nucleolus, Kernporen, Biomembran, Zellmembran, Cytosol, Vesikel, Cytoplasma, Mitochondrium und Nucleolus zu sehen und zu beschriften. Im Zellkern ist die Erbsubstanz/Chromatin angedeutet.
- Bedenken Sie, dass schon die äußere Form der Zelle erkennen lässt, ob es eine typische Pflanzenzelle oder eine typische Tierzelle ist. Auch im Schulbuch finden sie Abbildungen von diesen Zellformen. Natürlich kann man die Unterschiede in der äußeren Form auch durch die Recherche im Internet (Suchbegriffe: „*typical plant cell*“ und „*typical animal cell*“) herausfinden.

1.3

Prokaryotische Zellen (Archaen und Bakterien)

- keine Zellorganellen, nicht mal einen Zellkern
- ringförmig geschlossene DNA, deutlich kleineres Genom, d.h. kürzere DNA mit weniger Genen
- Zellwand aus Peptidoglycanen (Mureinen). Das Cytoplasma steht unter hohem Druck von mehreren bar. Die Zellwand verhindert das Platzen.
- kleinere Ribosomen: Größe 70 S

Eukaryotische Zellen

- zahlreiche Zellorganellen, darunter auch den Zellkern
- DNA mit Enden (nicht ringförmig geschlossen)
- Tierzellen: ohne Zellwand, Pflanzenzellen: Cellulose-Zellwand, Pilze: Chitin-Zellwand
- Ribosomen: Größe: 80 S

1.4

mitochondriale DNA wird beim Menschen rein mütterlicherseits vererbt, an alle Nachkommen (sowohl männlich als auch weiblich).

Im Mittel besitzt eine menschliche Zelle ca. 1000 Mitochondrien (je nach Zelltyp: 100 – 10000 Stück) mit je ca. 10-15 DNA-Molekülen pro Mito. Die Größe des einzelnen DNA-Moleküls beträgt etwa 17 kbp (Kilobasenpaare). Man kann also berechnen dass die gesamte mtDNA einer Zelle im Mittel ca. 200000 kbp ausmacht. Das (diploide) Genom im Zellkern hat eine Größe von $6,2 \cdot 10^6$ kbp. Die mitochondriale DNA macht also im Mittel ca. 2% aus.

1.5

- Schlagwort: Kompartimentierung. Filmtipp: <https://youtu.be/23HYBuUIMFo> (3.42 Minuten)
- Siehe auf Schulbuchseite, auf der die Kompartimentierung beschrieben wird. Wo das ist, können Sie im Register entnehmen.

1.6 Gemeinsamkeiten von Chloroplasten und Mitochondrien

Es gibt zahlreiche Gemeinsamkeiten. Sie ergeben sich durch aufmerksames Lesen der Infotexte auf der Schulbuchseite (S. 17). Sie betreffen nicht nur Form und äußere Merkmale, sondern auch die Ausstattung im Inneren.

1.7. Feinbau Zellorganelle

Hier hilf der Infotext zur entsprechenden Zellorganelle, beispielsweise in einem Schulbuch..

1.8

aerob = in Anwesenheit bzw. Notwendigkeit von O₂

aerober Abbau: Abbauende Stoffwechselreaktionen, die Sauerstoff benötigen. Chemisch betrachtet sind das Oxidationsvorgänge mit Sauerstoff als Oxidationsmittel. Beispiel: Der aerobe Abbau von Glucose zu CO₂ zwecks ATP-Synthese. Zusammenfassung dieses vielschrittigen komplexen Stoffwechselweges:



anaerober Abbau: Abbauende Stoffwechselreaktionen, die kein Sauerstoff benötigen. In Abwesenheit von Sauerstoff können viele Zellen auch ATP synthetisieren, allerdings deutlich weniger effizient. Beispiel: Glykolyse mit anschließender alkoholischen Gärung von Hefezellen oder auch Erythrozyten (vgl. Antwort zu Aufgabe 1.9):



autotroph und **heterotroph:** Diese Begriffe haben wir auf dem Arbeitsblatt zur Endosymbiontentheorie gegeneinander abgegrenzt. Dazu gibt es eine Aufgabe auf dem Arbeitsblatt.

prokaryotisch und **eukaryotisch:** Das sind unterschiedliche Organisationsformen von Zellen. Die Organisationsformen von Zellen, die keinen Zellkern und keine Zellorganellen besitzen werden als *prokaryotisch* zusammengefasst. Dazu gehören die Archaeen und die Bakterien. Alle anderen Lebensformen (z.B. Tiere, Zellen, Pilze) zeichnen sich durch Zellen aus, die auch Zellkerne und Zellorganellen besitzen (*bis auf wenige Ausnahmen unter den Zelltypen, z.B. Erythrocyten, vgl. Aufgabe 1.9*). Das sind eukaryotische Lebewesen bzw. Lebewesen mit eukaryotischen Zellen.

1.9

Die Leber ist als Organ für den Umbau und Abbau zahlreicher Stoffe verantwortlich. Diese Prozesse finden innerhalb der Zelle vor allem im glatten endoplasmatischen Retikulum statt (vgl. auch Aufgabe 1.1). Entsprechend findet diese diese Form der eR dort in besonders großem Ausmaß.

Haare und Horn bestehen vorwiegend aus Keratinen und damit aus Proteinen. Die produzierenden Zellen müsse haben deshalb besonders viel vom rauhen endoplasmatischen Retikulums. Dessen Hauptfunktion ist die Proteinbiosynthese (vgl. auch Aufgabe 1.1).

1.10

Wikipedia.de Schlagwort: Erythrozyt: „Die Erythrozyten von Säugetieren stoßen im Verlauf ihrer Reifung vom Erythroblasten ihren Zellkern und ihre Organellen aus, im Gegensatz zu anderen Wirbeltier-Klassen. Da diese Erythrozyten keinen Zellkern besitzen, fehlt auch die DNA. Jedoch findet sich in der Zelle mRNA in kleinen Mengen. Durch den Abbau der Organellen wird zusätzlicher Platz für Hämoglobin geschaffen. Diese Erythrozyten besitzen auch keine Mitochondrien, Energie wird über die Glykolyse mit anschließender Milchsäuregärung bereitgestellt.“ Anmerkung: Die Glykolyse mit eine anschließender Gärung ist auch in Antwort zur Aufgabe 1.7 angesprochen

2.1

hier haben Sie ein Arbeitsblatt bekommen.

2.2

- a) Es handelt sich um eine **Endocytose**. Das ist in auf einer Abbildung im Ihrem Schulbuch sehr gut dargestellt. Siehe *Register hinten im Schulbuch*. Die Endocytose ist ein Transportvorgang in die Zelle hinein.
- b) Hier müssen Sie auch die Vorteile der Endosymbiose erklären, die letzten Endes zur Bildung von Mitochondrien und Plastiden führte. Darüber kann natürlich nur spekuliert werden, wie das damals war, vor ca. 1,5 Milliarden Jahren (Bildung der Mitochondrien) bzw. vor 1,0 Milliarden Jahren (Bildung der Chloroplasten).

Mitochondrien

Vorteil für Mutterzelle:

- Entgiftung vom O_2 , denn dieser wurde durch den aerob lebenden Prokaryot verbraucht.
- Versorgung mit ATP, die der aufgenommene Prokaryot im Überschuss produziert und nach außen, in das Cytoplasma der Mutterzelle abgibt.

Vorteil für endocytierten Prokaryot:

- Konstante Umweltbedingungen durch die von der Mutterzelle kontrollierte Zusammensetzung des Cytoplasmas.
- Versorgung mit Glucose und anderen Substraten (aus denen der Prokaryot mit Hilfe von Sauerstoff Energie gewinnen kann). vgl. Antwort zu Aufgabe 1.5

Chloroplasten

Vorteil für Mutterzelle:

- Versorgung mit einem energiereichen Stoff als Nahrung. Entstehung der Autotrophie. vgl. Antwort zu Aufgabe 1.7. Ein Überleben der Zelle ist auch in nährstoffarmer Umgebung sichergestellt.

Vorteil für endocytierten Prokaryot (Cyanobakterium):

- Konstante Umweltbedingungen durch die von der Mutterzelle kontrollierte Zusammensetzung des Cytoplasmas

- c) Das kann durch eine *Exocytose* passieren. Das ist in auf einer Abbildung im Ihrem Schulbuch sehr gut dargestellt. Siehe *Register hinten im Schulbuch*. Die *Exocytose* ist ein Transportvorgang aus der Zelle heraus.
- d) Die Bekämpfung ist schwierig, weil die körpereigenen Wirtszellen in der sich der intrazelluläre Parasit versteckt überlebenswichtig sind. Ein wirksames Medikament muss in die Zelle gelangen und die entsprechenden Barrieren (Biomembran) überwinden. Dies schränkt die mögliche Struktur erheblich ein.

Nicht-relevant für die Klassenarbeit/Test: Interessantes zu *Typhoid Mary (Mary Mallon)*, einer Haushälterin die dutzende Menschen mit Typhus angesteckt hat, einige Ansteckungen mit letalem Ausgang, ohne selbst daran zu erkranken: https://de.wikipedia.org/wiki/Mary_Mallon

3.1

siehe Unterrichtsunterlagen

Das haben bis auf einem Arbeitsblatt behandelt.

3.2

siehe Unterrichtsunterlagen

3.3

empfehlenswertes youtube-Video (4 min 30 s): <https://youtu.be/XvY2yUmwkM0>

Matrix aus Phospholipiden in einer Doppelmembran-Anordnung (Bilayer), in der den wässrigen Umgebungen die hydrophilen Köpfe zugewandt sind. Die hydrophoben Schwänze sind dem Wasser abgewandt. Die Phospholipidmoleküle und sind lateral (d.h. innerhalb der Membranseite) leicht beweglich, wie in einer Flüssigkeit (**Fluid**-Mosaik-Modell). Auch ein Wechsel auf die andere Seite der Doppelmembran ist möglich (flip-flop-Mechanismus.). In diese Grundstruktur der Doppelmembran sind zahlreiche Moleküle an- und eingelagert (Fluid-**Mosaik**-Modell). **Alle Biomembranen der Zelle bilden ein Kontinuum:** Die Moleküle können vermittelt durch **Vesikel** von der äußeren Zellmembran in die Membranen der Zellorganellen gelangen und umgekehrt. Überblick über weitere Membranmoleküle:

- Transmembranproteine: Durchdringen die Membran. Beispiel: Ionenkanäle
- angelagerte Proteine: liegen der Membran auf. Auf den äußeren Begrenzungen finden sich eher hydrophile Bereiche. Sie sind der wässrigen Umgebung exponiert.

- **Eingelagerte Proteine:** Die in den Bilayer ragenden Bereiche sind hydrophob. Beispiele: Proteine des Cytoskeletts die dort verankert sind. Um festen Halt zu haben, häufig als Proteinhelix.
- **Glykoproteine:** Moleküle bestehen aus einem Protein- und aus einem Kohlenhydratbereich. Mit ihren hydrophilen Kohlenhydratbereichen ragen sie in die wässrige Umgebung. Mit den Proteinanteilen sind sie in der Membran verankert.
- **Glykolipide:** Moleküle bestehen aus einem Protein- und aus einem Lipidanteil. Mit ihren hydrophilen Kohlenhydratbereichen ragen sie in die wässrige Umgebung. Mit den Proteinanteilen sind sie in der Membran verankert.
- **Cholesterin:** Anteil beeinflusst die Viskosität der Membran.