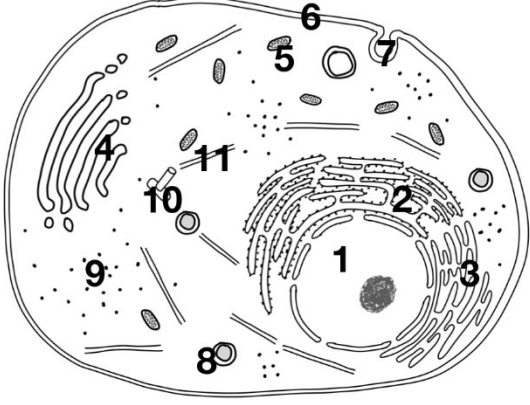
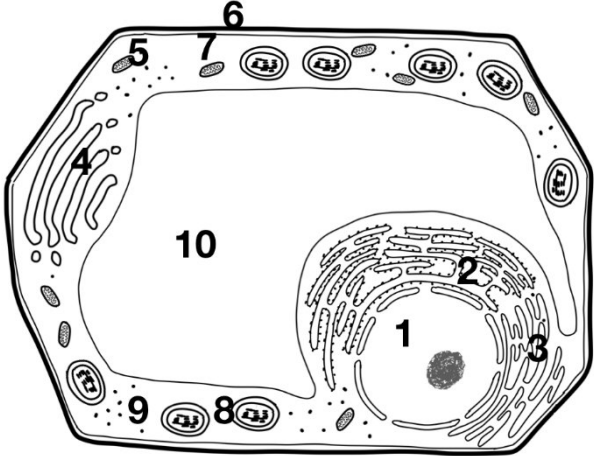


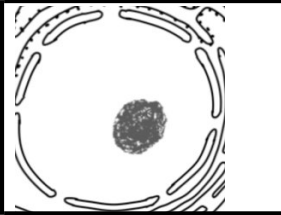

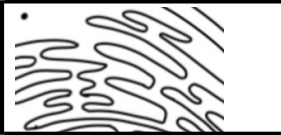



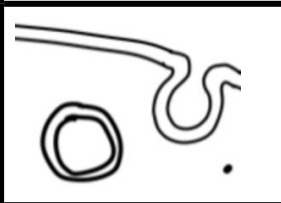

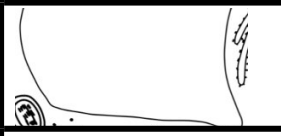


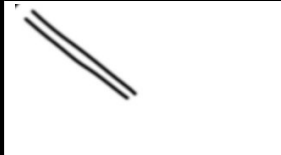
1. Struktur und Funktion von Zellorganellen		
1.1 Tier- und Pflanzenzelle im Vergleich	Du kannst die Strukturen von tierischen und pflanzlichen Zellen benennen und erkennst sie in elektronenmikroskopischen Bildern. Du kannst die Unterschiede zwischen Tier- und Pflanzenzelle erklären.	
1.2 Überblick: Funktion der Zellbestandteile	Du kannst die Funktionen der einzelnen Zellbestandteile beschreiben.	
1.3 Prokaryoten und Eukaryoten im Vergleich	Du kannst die Unterschiede zwischen Prokaryoten und Eukaryoten beschreiben.	
1.4 Die Zelle als offenes System und die Bedeutung der Kompartimentierung	Du kannst die Bedeutung der Kompartimentierung bei Eukaryoten erklären und begründen, weshalb eine Zelle ein offenes System ist und sein muss.	
2. Die Biomembran		
2.1 Zum Aufbau einer Zellmembran	Du kannst eine Esterbindung erkennen und damit die Bildung eines Fettmoleküls erklären. Du kannst ein Phospholipid beschreiben und die Begriffe hydrophil und hydrophob erklären. Du kannst das Fluid-Mosaic-Modell der Zellmembran beschreiben.	
2.2 Passive und aktive Transportmechanismen	Du kannst passive Mechanismen entlang des Konzentrationsgefälles erkennen und Beispiele nennen. Du kannst aktive Mechanismen anhand des ATP-Verbrauchs erkennen. Du kennst die Einteilung in Uniport, Symport, Antiport und sekundär aktive Mechanismen und kannst Beispiele nennen.	
3. Stoffwechselprozesse		
3.1 Fotosynthese	Du kannst das Ziel, die (Netto-)Summenformel und den makroskopischen Ablauf der Fotosynthese beschreiben. Du kannst einen Chloroplasten beschriften. Du kannst die Abläufe der lichtabhängigen Reaktion und den Calvin-Zyklus beschreiben und daran die Prinzipien Energieübertragung und Kompartimentierung erklären.	
3.2 Zellatmung	Du kannst das Ziel, die Summeformel und den makroskopischen Ablauf der Zellatmung beschreiben. Du kannst ein Mitochondrium beschriften. Du kannst den Ablauf und die Zusammenhänge von Glykolyse, Pyruvatoxidierung, Citratzyklus und Atmungskette beschreiben. Du kannst am Beispiel der Atmungskette die Energieübertragung und das Prinzip der Kompartimentierung erklären.	
3.3 Die Bedeutung von ATP	Du kannst ATP als Energieträger des Körpers beschreiben und typische energetische Prozesse dahinter erklären.	

(1) Struktur und Funktion von Zellorganellen

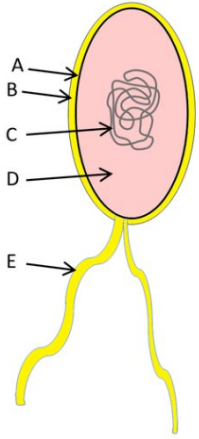
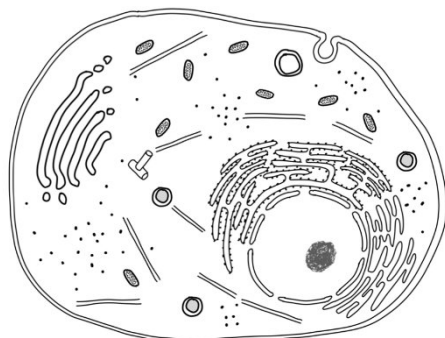
1.1 Tier- und Pflanzenzelle im Vergleich

Tierzelle	Pflanzenzelle
	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Zellkern mit Nukleolus und Kernporen 2. raues endoplasmatisches Reticulum (ER) 3. glattes ER 4. Golgi-Apparat (aus Dictyosomen) 5. Mitochondrium 6. Zellmembran 7. Vesikel 8. Lysosom 9. freie Ribosomen 10. Zentrosom 11. Mikrotubuli 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zellkern mit Nukleolus und Kernporen 2. raues endoplasmatisches Reticulum (ER) 3. glattes ER 4. Golgi-Apparat (Dictyosom) 5. Mitochondrium 6. Zellwand 7. Zellmembran (hier mit nur einem Strich dargestellt) 8. Chloroplast 9. freie Ribosomen 10. Vakuole (begrenzt durch Vakuolenmembran)
<p>Wesentliche Unterschiede:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Pflanzenzelle besitzt Chloroplasten zur Fotosynthese. - Die (höhere) Stabilität der Pflanzenzelle wird durch ein Zusammenspiel zwischen Zellwand und Vakuole erreicht. - Die tierische Zelle wird durch ein Cytoskelett aus Mikrotubuli stabilisiert, außerdem erfolgen hier entlang Transportvorgänge durch die Zelle (z.B. von Vesikeln) 	

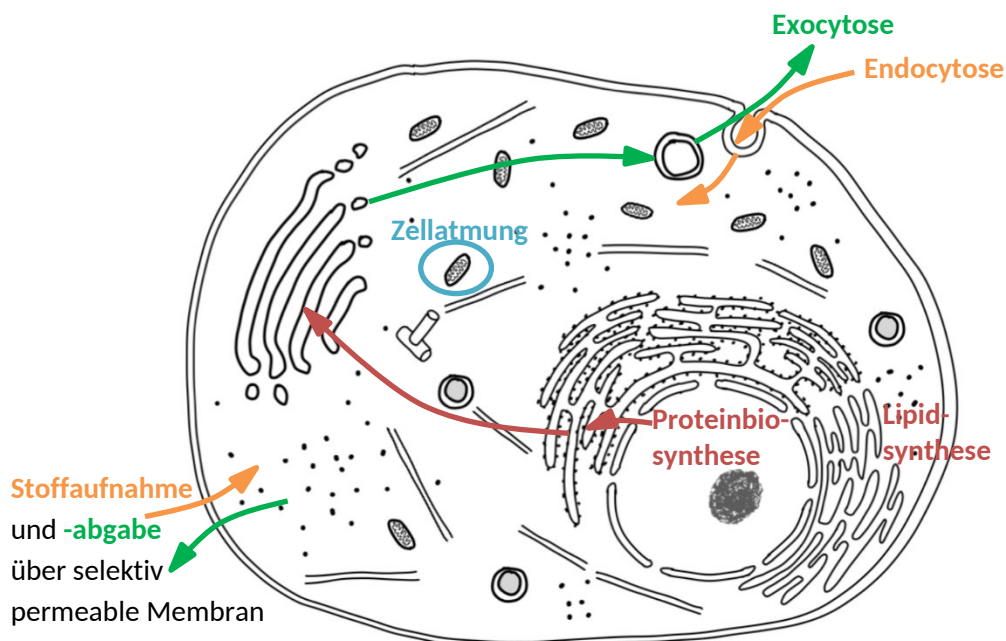
1.2 Überblick: Funktion der Zellbestandteile

	<p>Zellkern:</p> <ul style="list-style-type: none"> - enthält die Erbinformation der Zelle in Form von DNA - Kernhülle mit Kernporen z.B. zum Austritt von RNA - verdichtete Stelle = Kernkörperchen (Nukleoli)
	<p>Raues ER:</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Membran des ER steht mit der Kernhülle in Verbindung - in den feinen Kanälen findet an den Ribosomen die Proteinbiosynthese statt
	<p>Glattes ER:</p> <ul style="list-style-type: none"> - in den feinen Kanälen des glatten ER werden Membranlipide hergestellt
	<p>Golgi-Apparat (aus Dictyosomen):</p> <ul style="list-style-type: none"> - feine, übereinandergestapelte Räume (Dictyosom) - hier werden Proteine gespeichert, verändert und zum Transport in Vesikel verpackt
	<p>Mitochondrium</p> <ul style="list-style-type: none"> - hier findet im Prozess der Zellatmung Energiewandlung statt - mit ringförmiger DNA und besonderen Ribosomen, äußere Membran wie Zellmembran, innere Membran wie Bakterienmembran -> siehe Endosymbiontentheorie)
	<p>Chloroplast</p> <ul style="list-style-type: none"> - wandeln im Prozess der Fotosynthese die Energie des Lichts in chemisch nutzbare Energie um - ebenfalls mit eigener DNA, Ribosomen, innere Membran wie Cyanobakterien
	<p>Zellmembran (mit Vesikel):</p> <ul style="list-style-type: none"> - grenzen zum einen Zellen und Zellräume voneinander ab - sind zudem selektiv permeabel und regeln dadurch den gezielten Stoffaustausch - Einschnürung und Aufnahme von Vesikeln zur Endo-/Exocytose
	<p>Zellwand</p> <ul style="list-style-type: none"> - besteht aus einem faserigen Netz aus den Kohlehydraten Cellulose, Hemicellulose (und der pektinhaltigen Mittellamelle) - äußere Abgrenzung, bietet der Zelle im Zusammenspiel mit der Vakuole Stabilität
	<p>Vakuole</p> <ul style="list-style-type: none"> - Speicher für Wasser, Pflanzenstoffe, Lager für Giftstoffe - Vorgänge: Plasmolyse und Deplasmolyse
	<p>Lysosom</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vesikel mit Verdauungsenzymen
	<p>Zentrosom</p> <ul style="list-style-type: none"> - organisiert den Spindelapparat der Mitose
	<p>Mikrotubuli</p> <ul style="list-style-type: none"> - röhrenförmige Proteine, die das Cytoskelett bilden - stabilisieren die Zelle und ermöglichen einen Transport z.B. von Vesikeln entlang dieser Strukturen

1.3 Prokaryoten und Eukaryoten im Vergleich

Prokaryoten (Bakterien, Archaeen)	Eukaryoten (Rest)
 <p>A = Zellmembran B = Zellwand (besonders: mit eingelagerten Glykolipiden) C = Erbinformation (ohne Zellkern, prokaryotisch) D = Zellplasma mit Organellen (z.B. Ribosomen) und evt. Plasmiden (kleine, ringförmige DNA) E = Geißel(n)</p>	<p>Zellen mit echtem Zellkern und meist vielen Kompartimentierungen (z.B. Plastiden, ER, Golgi-Apparat usw.)</p> 

1.4 Die Zelle als offenes System und die Bedeutung der Kompartimentierung



Eukaryotische Zellen weisen viele Kompartimente, das heißt abgegrenzte Zellräume auf. Dies dient der effizienten und vielseitigen Stoff- und Energieumwandlung. Dazu die in der Abbildung dargestellten Beispiele:

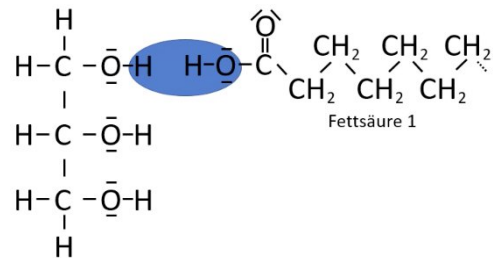
- durch Endocytose werden Stoffe von außen durch Membraneinstülpung in Vesikel verpackt und aufgenommen, verschmelzen Vesikel mit der Membran werden Stoffe durch Exocytose nach außen ausgeschieden
- die Zellmembran selbst besitzt zahlreiche Kanäle, mit denen Stoffe die Membran entweder passiv ohne Energieaufwand oder aktiv mit Energieaufwand passieren können
- Zellkern, raues und glattes endoplasmatisches Reticulum und Golgi-Apparat bilden lange Kanalsysteme zur Stoffsynthese aus
- die Energieumwandlung bei der Zellatmung (und bei der Fotosynthese in Chloroplasten) funktioniert nur durch die Abgrenzung von Reaktionsräumen innerhalb dieser Organellen

(2) Die Biomembran

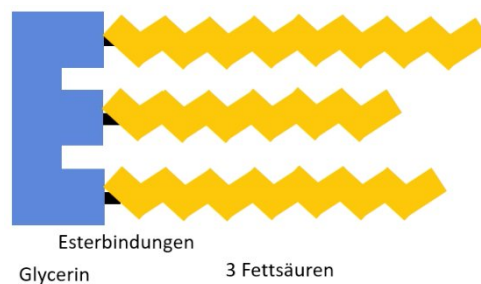
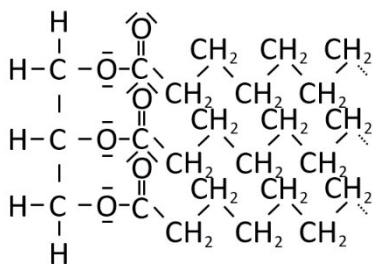
2.1 Der Feinbau der Zellmembran

a.) Die Chemie der Fette

Fette sind Ester aus dem dreiwertigen Alkohol Glycerin und drei Fettsäuren. Die Veresterung ist eine Kondensationsreaktion, das heißt es wird Wasser abgespalten:

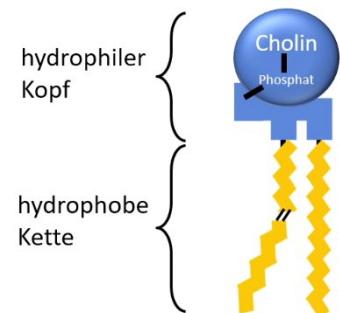


Drei Fettsäuren binden so an das Glycerin, die Zusammensetzung der Fettsäuren (z.B. gesättigt – ungesättigt, kurz – lang) bildet die Eigenschaften des Fetts. Rechts dargestellt ist die typische Symbolschreibweise von Fetten:



b.) Die Grundeinheit einer Zellmembran ist das Phospholipid

Ein Phospholipid trägt nur zwei Fettsäuren. An Stelle der dritten Fettsäure ist Cholinmolekül über eine Phosphatgruppe angehängt. Dieser Kopf ist hydrophil, die Kette bildet den hydrophoben Teil des Moleküls.

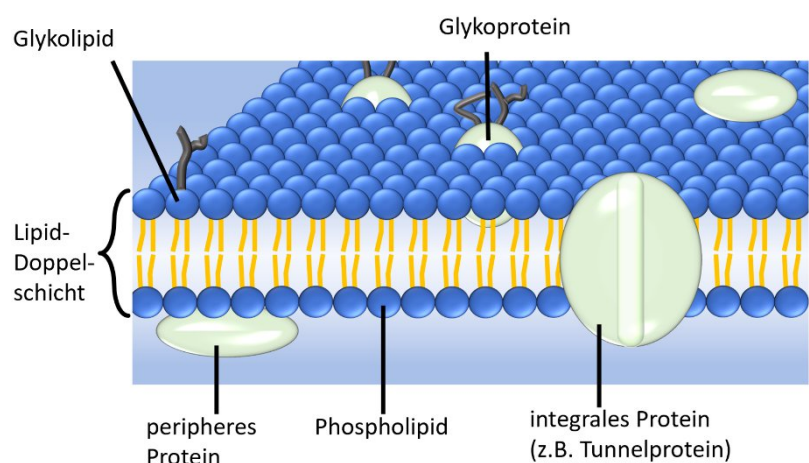


c.) Die Zellmembran ist eine flexible Doppellipidschicht

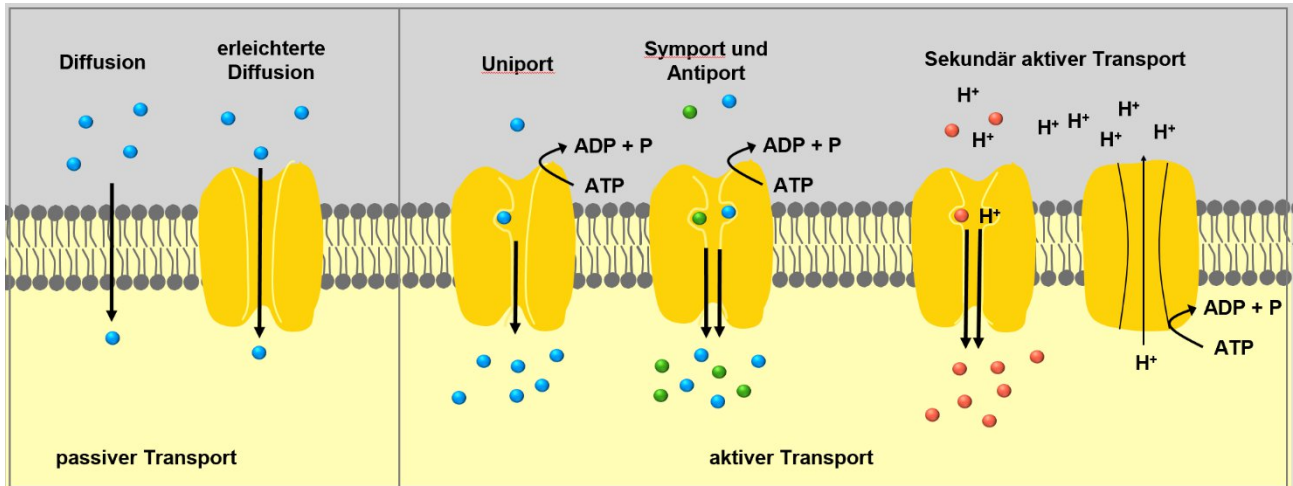
In diese abgrenzende Doppellipidschicht sind verschiedene funktionelle Moleküle ein- oder aufgelagert: sie sorgen z.B. für die selektive Permeabilität.

Die Moleküle der Zellmembran sind nicht starr, sondern zueinander beweglich angeordnet, es können

zusätzliche Moleküle eingelagert oder abgebaut werden. Das macht den Aufbau der Zellmembran flexibel und anpassungsfähig. Man spricht vom **Fluid-Mosaic-Modell**.



2.2 Passive und aktive Transportmechanismen



Passive Transportvorgänge:

- Diffusion und erleichterte Diffusion durch Kanäle (z.B. Aquaporin) oder Carrier von meist kleinen, polaren Molekülen.
- Beispiele: Wasser, Alkohol, kleine Ionen mit dem Konzentrationsgefälle

Aktive Transportvorgänge:

- unter ATP-Verbrauch
- oftmals gegen das Konzentrationsgefälle
- als Uniport (ein Stoff, eine Richtung), Symport (zwei Stoffe, eine Richtung) oder Antiport (zwei Stoffe, zwei Richtungen)
- beim sekundär aktiven Transport werden zunächst Protonen in eine Richtung gepumpt, diese bringen dann im Symport einen anderen Stoff gegen das Konzentrationsgefälle
- Beispiele:

Uniport – Glucose-Transporter zur Aufnahme von Glucose in die Zelle

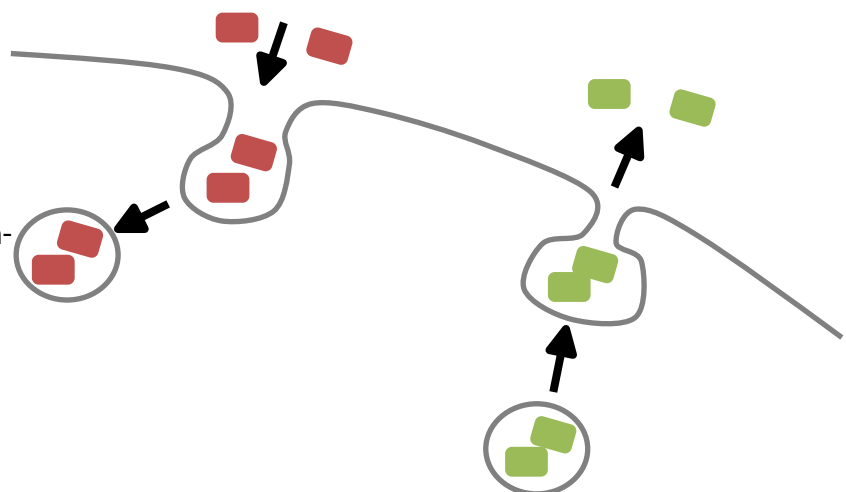
Symport – Na^+ -Glucose-Symport in Dünndarmzellen

Antiport – Na^+ - K^+ -Pumpe von Nervenzellen

sekundär aktiver Transport – Peptidtransporter im Darm zur Aufnahme von Peptiden aus der Nahrung

Endo- und Exocytose:

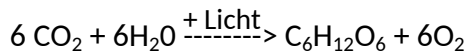
Ebenfalls aktiver Prozess; Aufnahme oder Abgabe meist größerer Stoffe durch Membraneinstülpung und Bildung von Vesikeln bzw. der Verschmelzung von Vesikeln mit der Membran.



3.1 Fotosynthese

Ziel: Umwandlung der im Licht enthaltenen Energie in eine für die Pflanze nutzbare Energie (konkret: Bindungsenergie im ATP bzw. in der Glucose)

Summenformel:



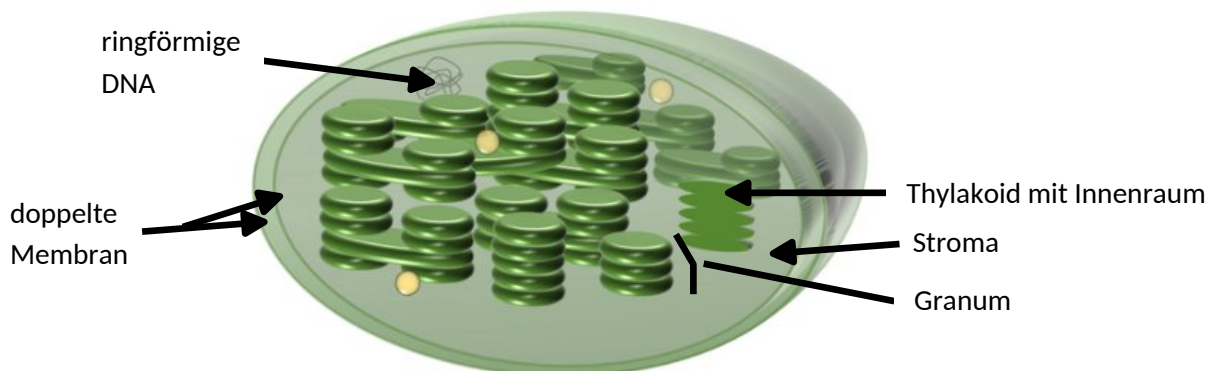
Ablauf (makroskopisch):

- Wasser wird über die Wurzel aufgenommen und zum Blatt transportiert
- Kohlenstoffdioxid wird über die Spaltöffnung aufgenommen
- im Chloroplast wird aus diesen zwei Ausgangsstoffen und der Energie des Lichts Glucose hergestellt, dabei entsteht Sauerstoff als Abfallprodukt
- die entstandene Glucose wird meist direkt zu Stärke umgewandelt und abtransportiert
- der Sauerstoff wird aus den Spaltöffnungen ausgeschieden

Ablauf (mikroskopisch; Prinzip Kompartimentierung)

1. Orte der Fotosynthese: Chloroplasten

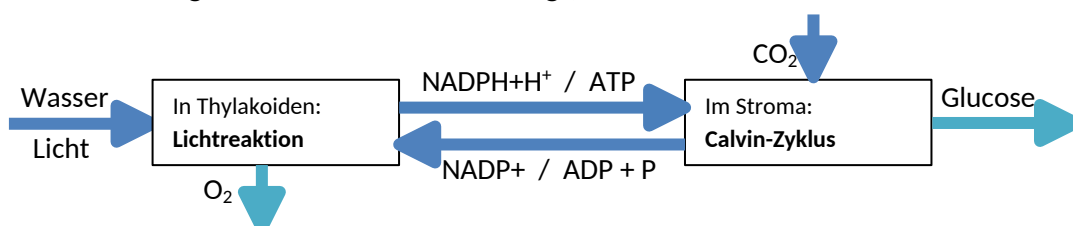
Das innere System der Grana aus vielen Thylakoiden sorgt a.) für eine große Membranoberfläche, in der das Chlorophyll liegt und b.) für abgetrennte Reaktionsräume. Beides ist für den Ablauf der Fotosynthese entscheidend.



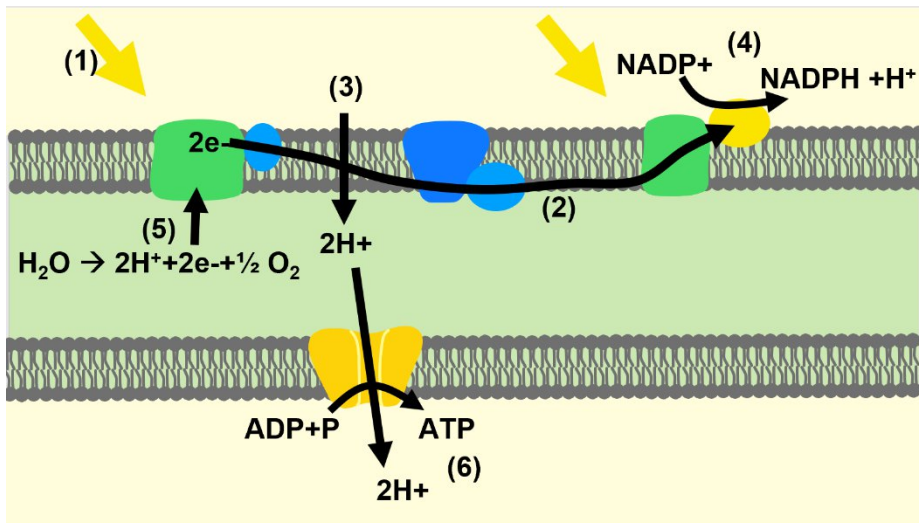
2. Überblick über den Ablauf

a.) In den **Thylakoiden** findet die **lichtabhängige Reaktion** statt. Hier wird unter Lichteinfluss Wasser gespalten, Sauerstoff entsteht. Das Ergebnis: die Energie des Lichts wird auf die energiereichen Stoffe $\text{NADPH} + \text{H}^+$ und ATP übertragen.

b.) Im **Stroma** findet der lichtunabhängige **Calvin-Zyklus** statt. Hier werden CO_2 -Moleküle gebunden und es entsteht Glucose. Dabei wird die Energie des ATP und die Reduktionsfähigkeit des $\text{NADPH} + \text{H}^+$ benötigt, es entsteht NADP^+ und $\text{ADP} + \text{P}$.

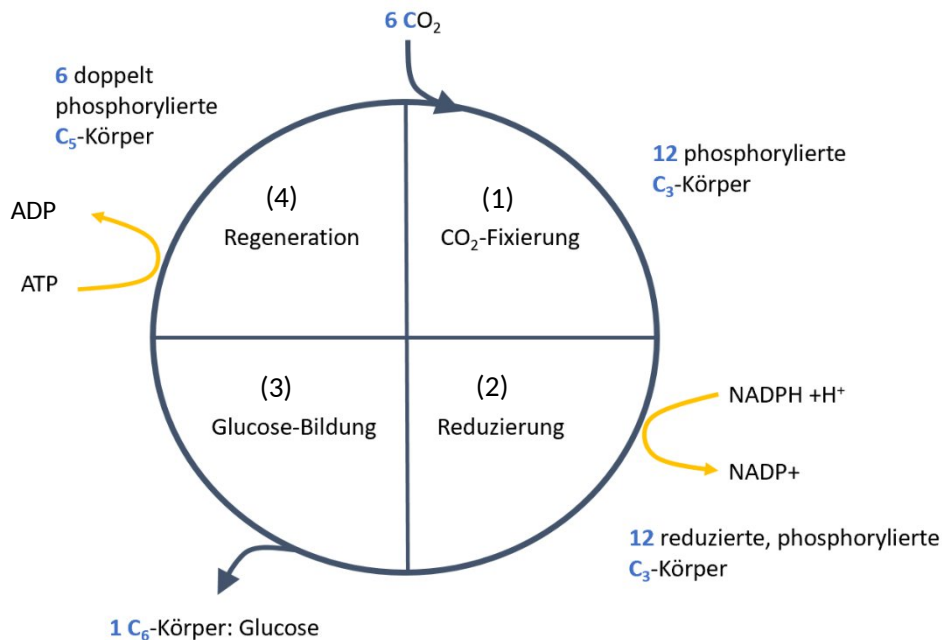


3. Ablauf im Detail - Die lichtabhängige Reaktion



(1) Die Energie des Lichts wird zunächst auf die Fotosysteme übertragen, diese werden angeregt und geben zwei Elektronen ab. (2) Es entsteht ein Elektronentransport entlang der Membran, bei dem zum einen (3) Protonen (H^+) in das Innere des Thylakoiden kommen und zum anderen (4) $NADP^+$ zum Reduktionsmittel $NADPH + H^+$ wird. (5) Die fehlenden Elektronen werden durch die Spaltung des Wassers ausgeglichen. Dabei entstehen im Inneren des Thylakoiden erneut Protonen. Die Energie des Lichts steckt nun also in einem Protonengradienten. (6) Protonen strömen durch die ATP-Synthase hinaus, diese Energie wird zum Aufbau von ATP aus $ADP + P$ genutzt.

4. Ablauf im Detail - der lichtunabhängige Calvin-Zyklus

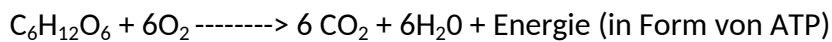


(1) CO_2 wird durch das Enzym Rubisco an einen C_5 -Körper fixiert, dabei entstehen zwei C_3 -Körper. (2) Die C_3 -Körper werden durch das in der lichtabhängigen Reaktion gebildete $NADPH + H^+$ reduziert und dadurch energiereicher. (3) Aus 2 C_3 -Körpern wird ein Glucosemolekül gebildet. (4) Die restlichen C_3 -Körper werden zu C_5 -Körpern umgebaut und durch ATP phosphoryliert, das versetzt diese Moleküle in die Lage, CO_2 zu binden.

3.2 Zellatmung

Ziel: Freisetzung der in der Glucose gespeicherten Energie in für eine Zelle nutzbare Energie

Summenformel:

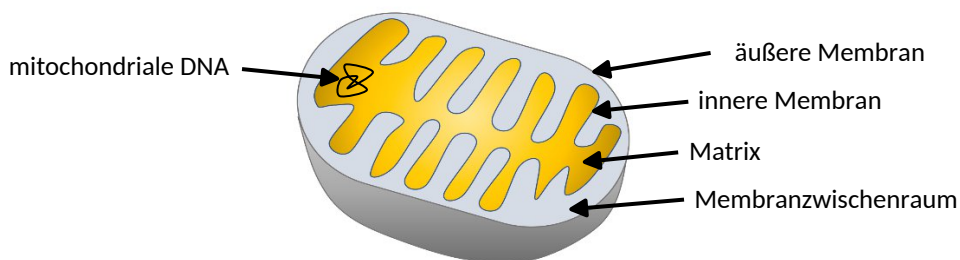


Ablauf (makroskopisch):

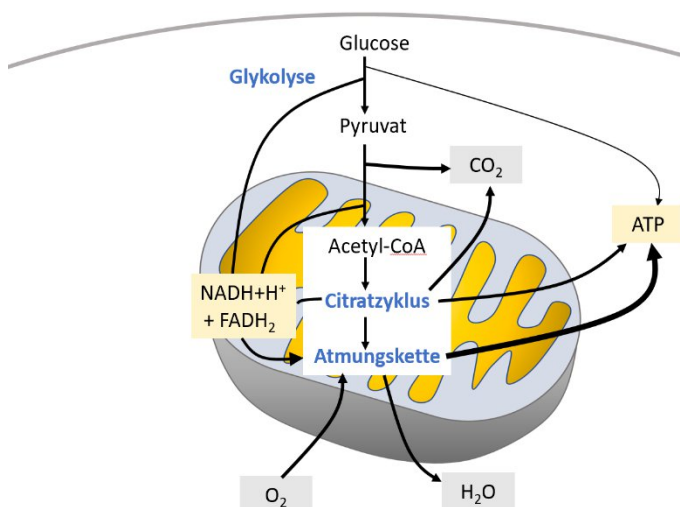
- Glucose wird während der Photosynthese produziert (pflanzliche Organismen) oder über die Nahrung aufgenommen (tierische Organismen)
- Sauerstoff wird über die Spaltöffnungen (Pflanzen) oder bei der äußeren Atmung (Tiere) aufgenommen
- im Mitochondrium einer Zelle wird aus Glucose und Sauerstoff Energie freigesetzt, dabei entstehen die Abfallprodukte Kohlenstoffdioxid und Wasser
- die entstandene Energie wird in Form von ATP in eine für die Zelle transportierbare Form gespeichert und an die Bedarfsorte transportiert

Ablauf (mikroskopisch; Prinzip Kompartimentierung)

1. Orte der Zellatmung: (Cytoplasma und) Mitochondrium



2. Überblick über den Ablauf

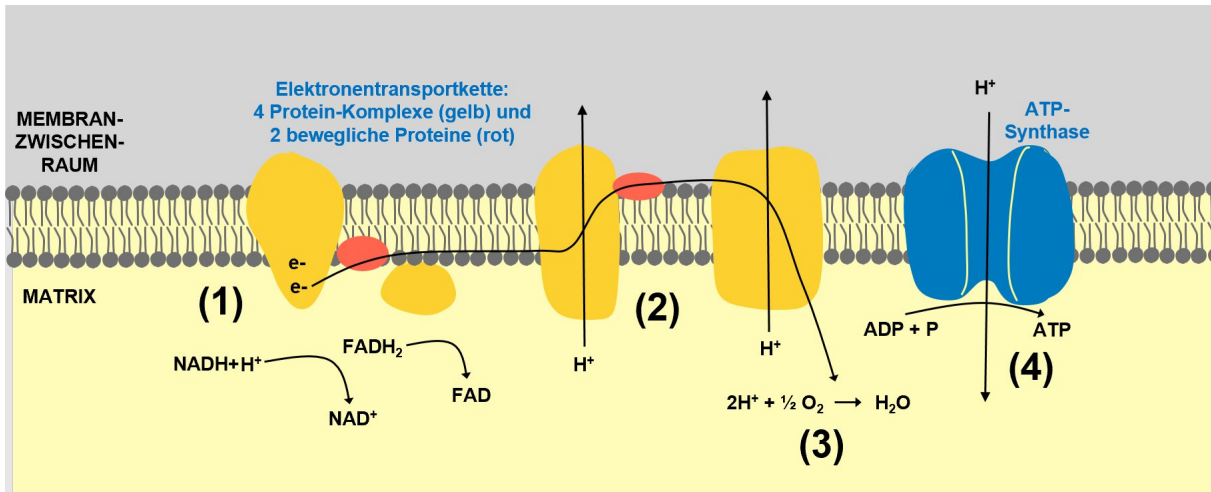


Im Cytoplasma findet die **Glykolyse** statt, hier wird Glucose zu Pyruvat abgebaut, eine kleine Menge des Reduktionsmittels **NADH+H⁺** sowie ATP entsteht.

Im Mitochondrium wird Pyruvat vollständig zu **CO₂** abgebaut. Das geschieht durch die Oxidierung zu Acetyl-CoA und dem anschließenden **Citratzyklus**. Die freiwerdende Energie wird in den Reduktionsmitteln **NADH+H⁺**, **FADH₂** sowie **ATP** gespeichert.

In der **Atmungskette** setzen diese Reduktionsmittel Elektronen frei, dadurch wird entlang der inneren Membran ein Protonengradient aufgebaut. Diese Energie nutzt die ATP-Synthase zum Aufbau von **ATP** aus ADP + P. Die Elektronen werden auf **O₂** übertragen, das zusammen mit Protonen zu **H₂O** reagiert.

3. Ablauf im Detail – die Atmungskette



In der Atmungskette wird die größte Summe an ATP hergestellt, es wird O_2 benötigt und Wasser gebildet. Die Atmungskette funktioniert wieder durch Kompartimentierung, der Aufbau eines Protonenüberschusses im Membranzwischenraum ist entscheidend. Den Ablauf kann man in vier Phasen unterteilen:

- (1) Die Reduktionsmittel $\text{NADH} + \text{H}^+$ und FADH_2 geben Protonen und Elektronen ab.
- (2) Die Elektronen werden über Protein-Komplexe der Elektronentransportkette weitergegeben. Mit dieser Energie werden Protonen aus der Matrix in den Membranzwischenraum verlagert.
- (3) Je zwei Elektronen und zwei Protonen verbinden sich mit $\frac{1}{2}\text{O}_2$ -Molekül zu H_2O .
- (4) Protonen strömen durch die ATP-Synthase ein, die darin enthaltene Energie wird für die Bildung von ATP aus $\text{ADP} + \text{P}$ genutzt.

3.3 Die Bedeutung von ATP

Adenosintriphosphat (ATP) ist der Energieträger des Körpers. Bei der Zellatmung in den Mitochondrien wird Glucose mit Sauerstoff verstoffwechselt und die Bindungsenergie der Glucose wird dabei übertragen: Aus $\text{ADP} + \text{P}$ wird ATP, die Energie steckt also jetzt in der Bindungsenergie des ATP. Diese Energie wird in der Zelle in thermische, elektrische, mechanische oder chemische Energie übertragen:

