

Überblick über die Zellorganellen

Marcus Krüger, 07.12.2005

Zellkern Ø 5 – 10 µm

genetische Information

- doppelte Membran mit Poren, darunter Kernlamina aus Lamin (nicht eingezeichnet)
- Nucleolus: „Ribosomenfabrik“; Genkomplex für die Synthese von rRNA
- Kernporen: erlauben freien Durchtritt kleiner Proteine (bis ca. 15 kDa, z.B. Histone), größere Proteine benötigen eine Kernlokalisationssequenz
- im Zellkern: **Transkription**

Endoplasmatisches Reticulum (ER)

Membranherstellung, Biosynthesefunktion

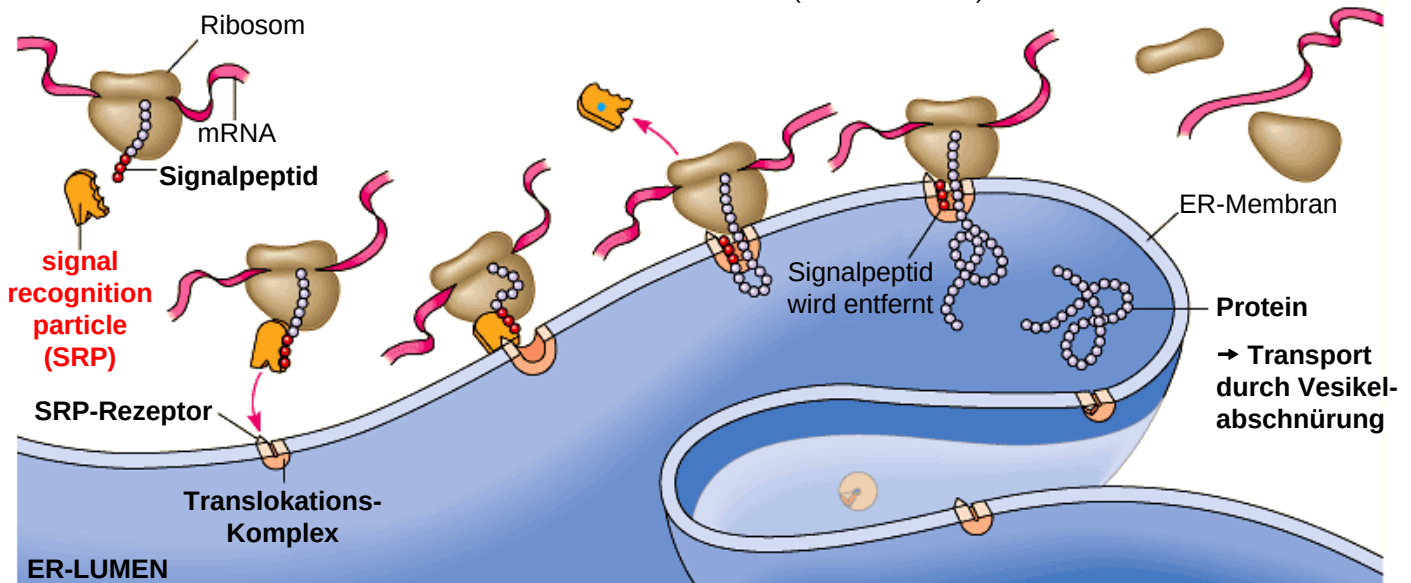
glattes ER

- Kohlenhydrat-Stoffwechsel
- Synthese von Fettsäuren, Steroiden, etc.
- Entgiftung von Substanzen (Anlagerung von OH-Gruppen/Entgiftungsenzyme)
- bei Nervenzellen Calcium-Speicher

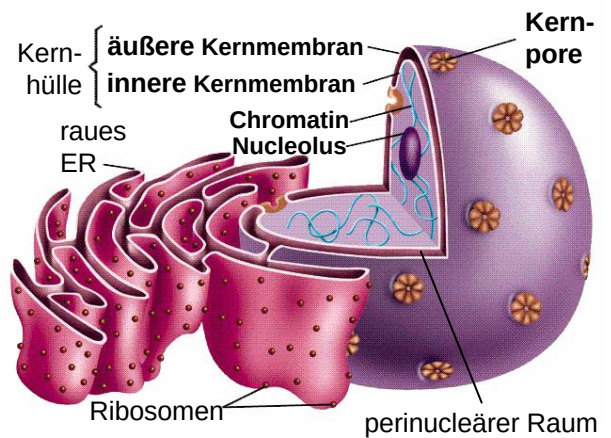
raues ER (mit Ribosomen)

- Modifikation von Proteinen (Teil 1)
 - N-Glykosilierung(nur bei Konsensussequenz: +++Asn-X Ser/Thr+++)
- Membranproduktion (ER-Wachstum durch Einlagerung von Phospholipiden + Proteinmolekülen → Abschnürung von Vesikeln)
- EM-/Sekretionsproteine (mit kovalent gebundenen Kohlehydraten) → Translation ins ER-Lumen → Transportvesikel → Ausschleusung

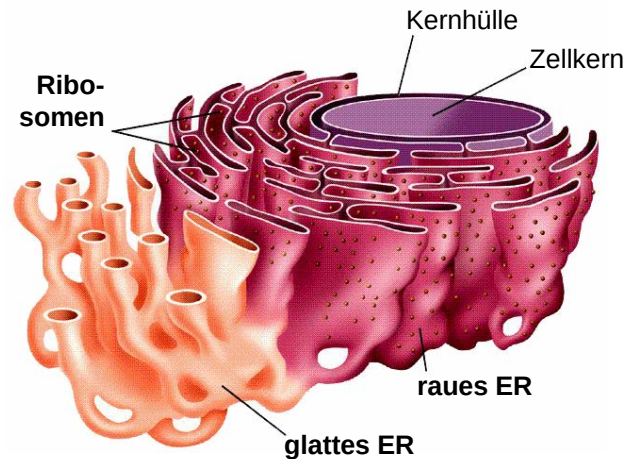
Translation ins ER-Lumen (über SRP)



Zellkern mit Nucleolus und doppelter Kernhülle



Endoplasmatisches Reticulum (ER)



ER-Proteine

Proteine, die im ER verbleiben sollen, tragen eine Erkennungssequenz: +++Lys-Glu-Asp-Leu* (kurz: +++KDEL*)

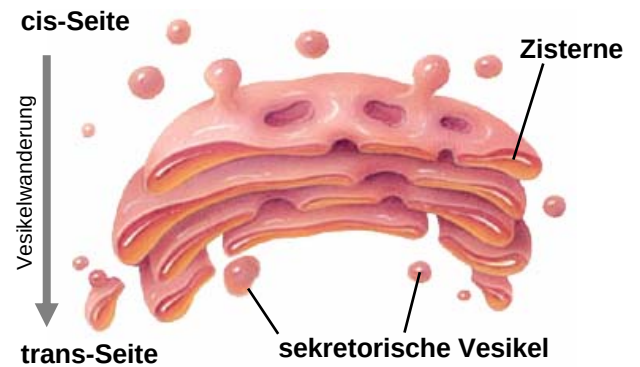
Überblick über die Zellorganellen

Golgi-Apparat

Fertigstellung der Zellprodukte, „Lieferant“

- 1 in Tierzellen, viele in Pflanzenzellen
- Zisternen bilden Dictyosom (=Zisternenstapel)
- Sortierung und Versand für die Syntheseprodukte des ER
- Modifikation von Proteinen (Teil 2)
 - Veränderung der N-gebundenen Ketten
 - O-Glykosilierung (z.B. Serin, Threonin)
- Herstellung mancher Membranmoleküle (Polysaccharide)

Golgi-Apparat (Dictyosom)



Ribosomen Ø 16 – 18 nm

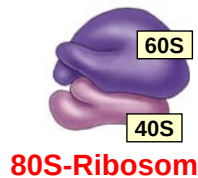
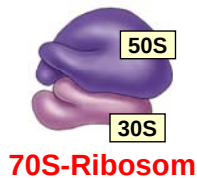
Translation, Proteinaufbau

- im **Cytosol**: Herstellung cytoplasmatischer Proteine
- am **ER**: Herstellung von Sekretions- und Membranproteinen (benötigen signal recognition particle für ER-Import)
- Synthese im Zellkern (Nucleolus) aus 40% rRNA und 60% Proteinen

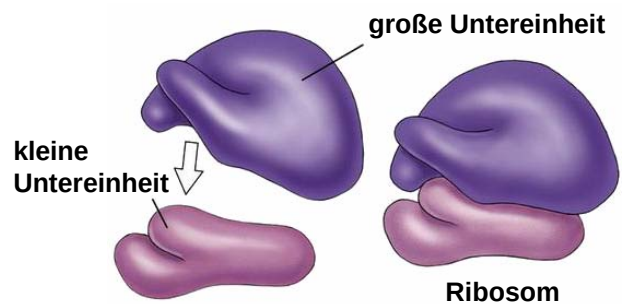
2 Untereinheiten → Ribosom:

Prokaryoten, Mitos, Plastiden
30S + 50S → 70S

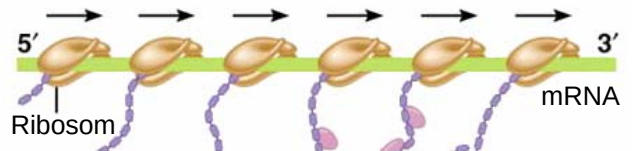
Eukaryoten
40S + 60S → 80S



Ribosom (frei im Cytosol oder gebunden am ER)



„Polysom“: „Fließbandarbeit“ der Ribosomen



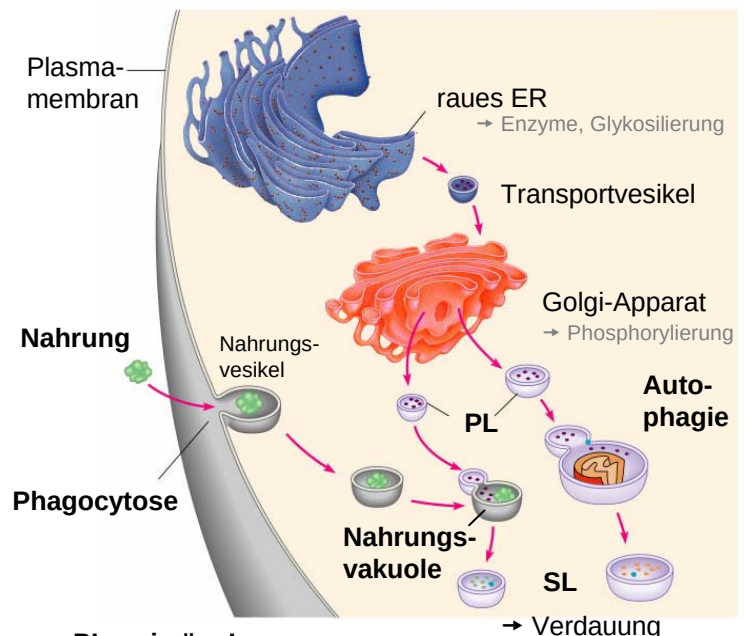
Lysosomen Ø 0,5 – 1 µm

Verdau von Makromolekülen

Lysosomen sind winzige, von einer Membran umschlossene Zellorganellen in **Tierzellen**. Die Bläschen werden vom Golgi-Apparat gebildet und enthalten hydrolytische Enzyme und Phosphatasen. Ihre Hauptfunktion besteht darin, aufgenommene Fremdstoffe mittels der in ihnen enthaltenen Enzyme zu verdauen.

- schnüren sich vom Golgi-Apparat ab und verschmelzen dann mit endozytierten Nahrungsvesikeln zur Nahrungsvakuole
- pH 5 (Protonen Cytosol → Inneraum)
- spezielle Enzyme, nur bei diesem pH aktiv (Proteasen, Lipasen, Nukleasen, etc.)
- Autophagie/Wiederverwertung, Apoptose

Das „Leben“ der Lysosomen



PL: primäre Lysosomen
SL: sekundäre Lysosomen

Golgi-Adresssignal für lytische Proteine: **Mannose-6-Phosphat**

Überblick über die Zellorganellen

Zellsaftvakuole

Sammel- und Abfallbehälter

Die Vakuole ist der zentral gelegene Zellsafricaum einer **Pflanzenzelle**. Sie nimmt das größte Volumen der Zelle ein. Die Membran, die die Vakuole vom angrenzenden Cytoplasma abgrenzt, wird Tonoplast genannt. Im Inneren der Vakuole befindet sich eine Flüssigkeit, der Zellsaft, welcher anders zusammengesetzt ist als das Cytosol. Eine Vakuole besitzt die folgenden Aufgaben:

- Turgor (Innendruck) → Form/Festigkeit
- Speicherung (Proteine, Ionen, organ. Verbindungen)
- Verdau von Makromolekülen (Abbau durch hydrolytische Enzyme)
- Osmose (Wasseraufnahme/-abgabe)
→ Rolle bei Wachstum und Bewegung
- Ausscheidung
- Immunsystem der Pflanze

Peroxisomen / Glyoxysomen (Microbodies)

Ø 0,2 – 1,5 µm

Zellstoffwechsel unter O₂-Verbrauch

Die Microbodies sind evolutionär sehr alte Zellorganellen und gelten als die ersten Entgiftungsapparate, die mit dem Auftreten einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre erforderlich wurden. Es handelt sich um kleine, membranumhüllte Vesikel, die sich im Cytoplasma einer Zelle befinden. In diesen räumlich abgetrennten Bereichen (Kompartimenten) können, durch die Membran geschützt, Reaktionen ablaufen, die für den Organismus, würden sie im Cytoplasma erfolgen, gefährlich wären.

- **Peroxisomen**: Oxidasen, Katalasen; Abbau von Fettsäuren, Alkohol, etc.
→ giftiges H₂O₂ (Spaltung durch Katalase in H₂O und O₂)
(Erkennungssequenz f. Peroxisomen-Proteine: -Ser-Lys-Leu)
- **Glyoxysomen** (**nur bei Pflanzenzellen**): oxidativer Abbau von Fettsäuren; Glyoxylat-Zyklus

Coated Vesicles

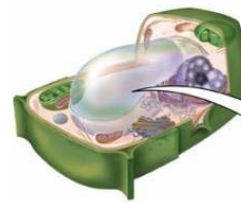
Ø 0,1 µm

Transport

Von einer Proteinhülle umgebene Vesikel.

- **Clathrin-Vesikel**: Hülle aus Clathrin. Vesikeltransport vom Golgi-Apparat zu den Kompartimenten.
- **Coatprotein-Vesikel**: Hülle aus mehreren verschiedenen Proteinen. Exocytose/Intracytose

Zellsaftvakuole



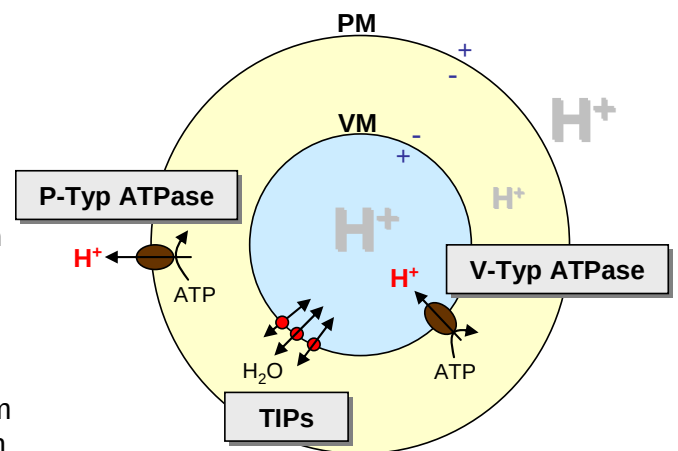
Tonoplast ist reich an Transportproteinen (**TIPs**)

90-95% des Volumens
pH 5-6
(Cytoplasma 7,2-7,4)

Plasmamembran
Zucker-H⁺-Symporter

Tonoplast
Zucker-H⁺-Antiporter

Energetisierung der Pflanzenzelle



Differentielle Zentrifulation



Isolierung der Zellorganellen

Homogenisierung der Zellen



600g
10 min

Pellet: Zellkerne



15.000g
5 min

Pellet: Mitos, Plastiden, Lysosomen



100.000g
60 min

Proteine sedimentieren bei 500.000 – 700.000g

Pellet: Ribosomen, ER

Überstand: Cytosol

Überblick über die Zellorganellen

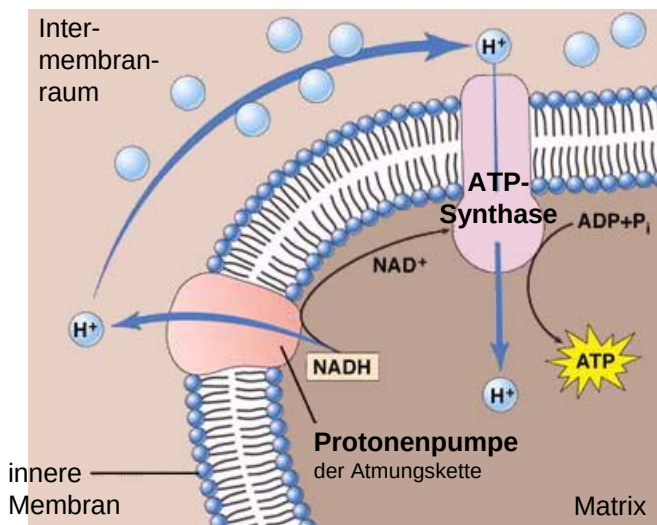
Endosymbionten: Mitochondrien und Plastiden

- semiautonom: Teil der Gene im Kern
- Vermehrung durch Teilung
- besitzen eigene (ringförmige) DNA und (70S-)Ribosomen
- **polyloid**: mehrere Chromosomensätze
- **polyenergig**: Nucleoide an mehrere Stellen („mehrkernig“)
- maternale Vererbung

Mitochondrien $\varnothing 0,5 - 1,5 \mu\text{m}$ „Kraftwerke der Zelle“

Ein Mitochondrium ist ein von einer Doppelmembran umschlossenes Organell, das als „Kraftwerk“ der eukaryotischen Zelle fungiert. Die Hauptfunktion des Mitochondriums ist es, im Rahmen der Zellatmung unter Sauerstoff-Verbrauch ATP herzustellen. Mitochondrien kommen verteilt im Cytosol der meisten Eukaryoten vor.

- **Matrix**: mit Ribosomen und mitochondrialer DNA; Citrat-Zyklus
- **Christae**: Vergrößerung der Oberfläche; Atmungskette $\rightarrow$ Protonengradient $\rightarrow$ ATP-Synthese (durch ATP-Synthase)



Plastiden $\varnothing 2 - 10 \mu\text{m}$

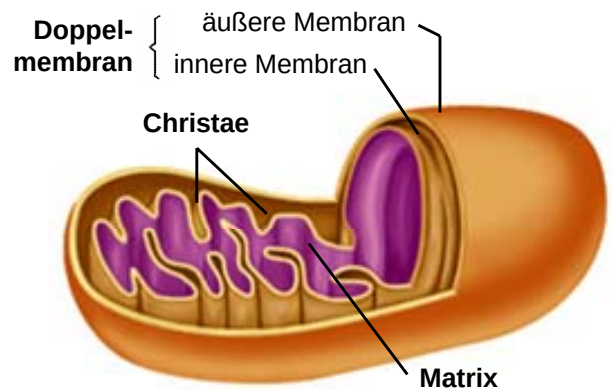
Plastiden kommen in **Pflanzenzellen** vor und sind wie Mitochondrien von einer Doppelmembran (bei Algen bis zu 4 Membranen) umschlossen. Sie entwickeln sich aus Proplastiden und sind ineinander überführbar. Die wichtigsten Formen sind:

- **Chloroplasten (Photosynthese)**
 $\rightarrow$ Stroma-/Granathylakoiden (Chlorophyll)
- **Chromoplasten (Färbung)**
- **Leuko-/Amyloplasten (Speicherung)**

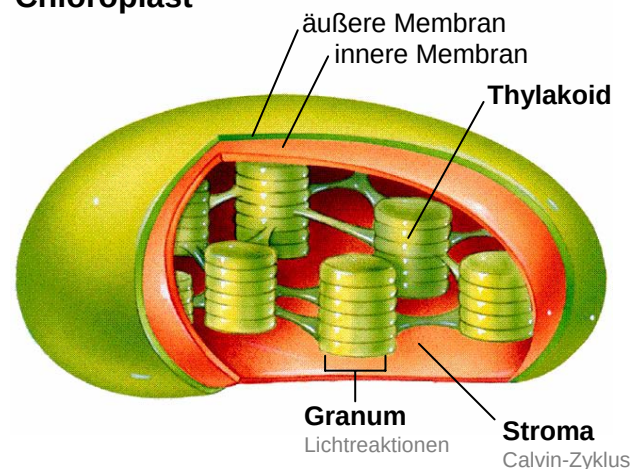
Mitochondrien-DNA: Chondriom (10-30 Gene)

Plastiden-DNA: Plastom (120-130 Gene)

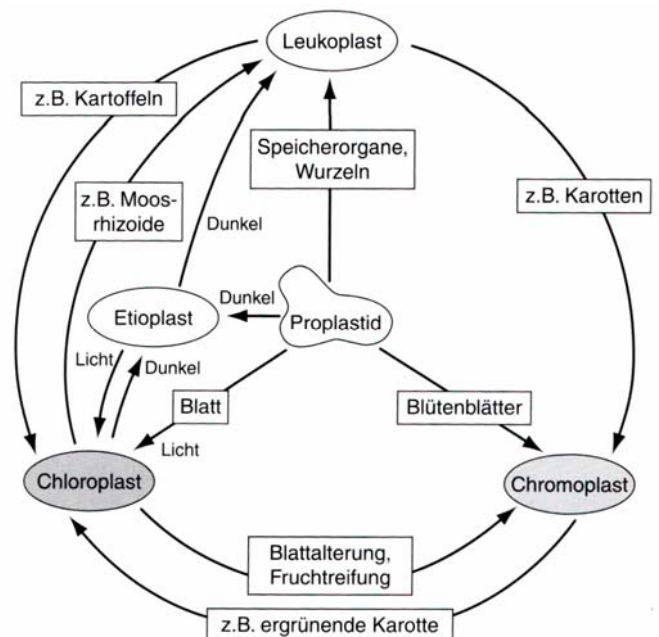
Mitochondrium



Chloroplast



Plastiden sind ineinander überführbar



„ausgediente“ Plastiden in der Degeneration werden als **Gerontoplasten** bezeichnet