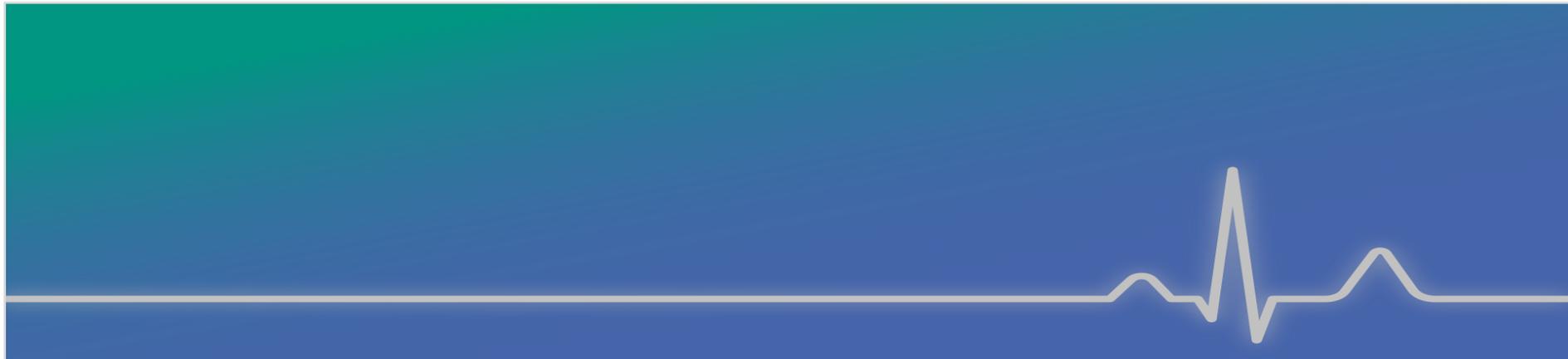


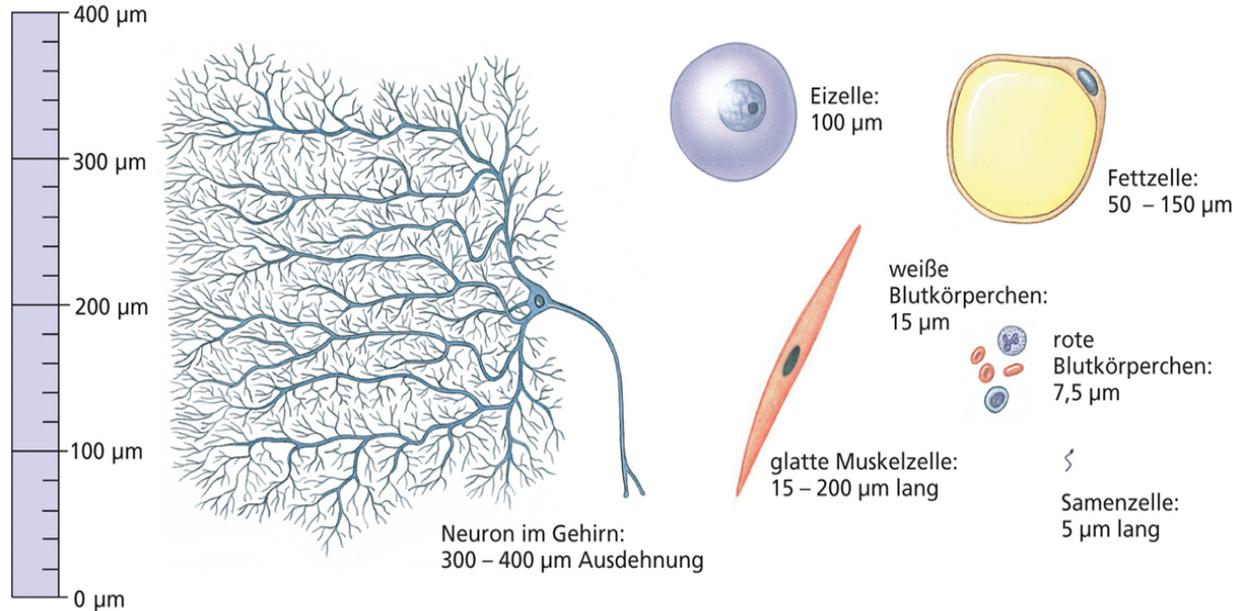
Physiologie und Anatomie I

3.1 Zellen - Aufbau

Prof. Dr. Werner Nahm



Zellen des menschlichen Körpers

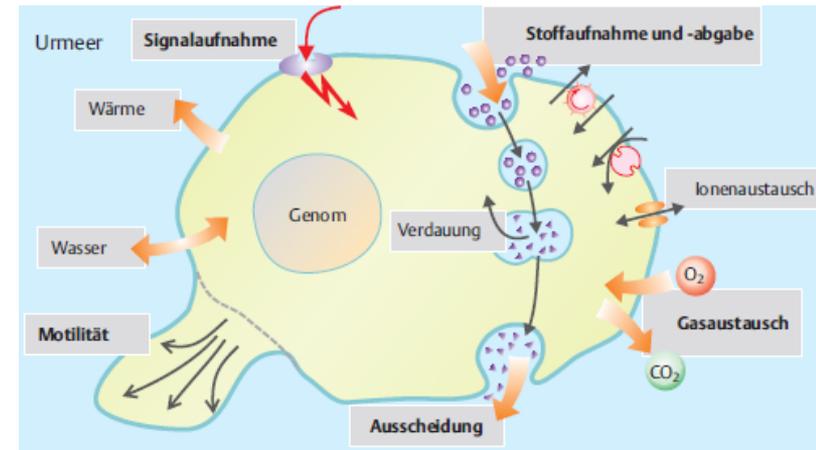


Bildquelle: Silverthorn, 2009

Zelltheorie

- Alle Organismen bestehen aus einer oder mehreren Zellen.
- Zellen entstehen stets aus anderen Zellen durch Zellteilung. Es gibt keine spontane Entstehung von Zellen.
- Alle Zellen sind in ihrem Grundbauplan und biochemisch im Wesentlichen gleich aufgebaut.
- Die Zelle ist die grundlegende Einheit für die Struktur und Funktion der Organismen.
- Der grundlegende Metabolismus findet innerhalb der Zellen statt.
- Genetisches Material und Erbinformationen werden bei der Zellteilung weitergegeben.

Die Lehre von der Zelle heißt **Zytologie**



Bildquelle: Silbernagl, 2007

- Prokaryonten
 - Einfach strukturierte Zellen ohne Zellkern (z.B. Bakterium)

- Eukaryonten
 - Zellen mit stärkerer Strukturierung und einem Zellkern (z.B. Mensch)

- Viren
 - Stücke von RNA und DNA, nutzen Stoffwechselfunktionen des Wirts zur Vermehrung
 - Unbehüllte Viren
 - Virionen / Viusoide: Viren mit einfacher Umhüllung durch Proteinhülle (Kapsid)

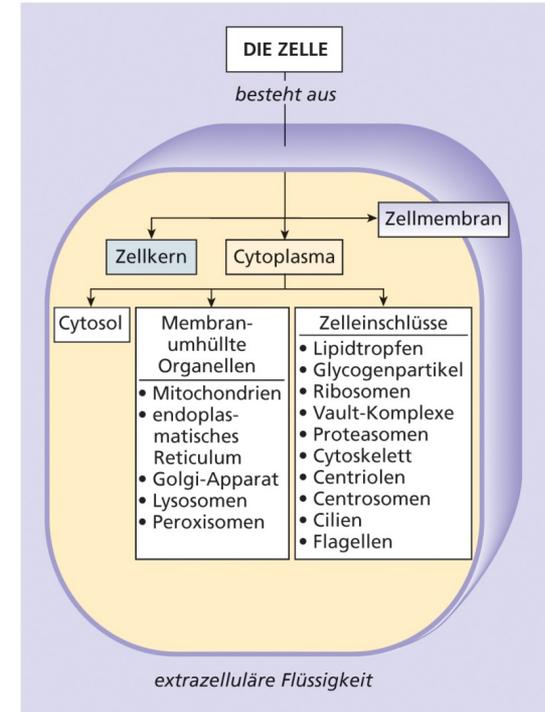
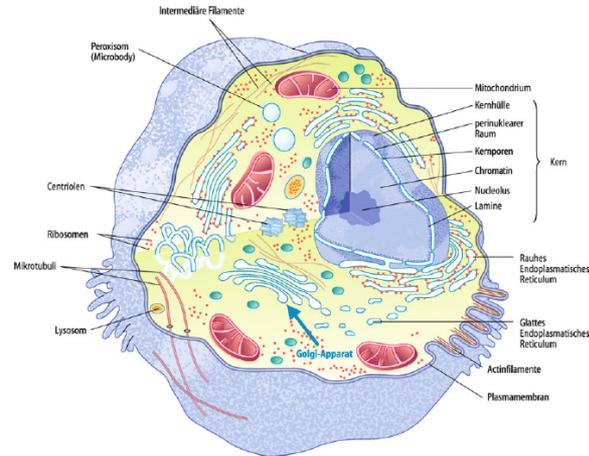
Strukturelle Organisation der Zelle

4 Grundbestandteile der Zelle

Zellmembran / Plasmalemm
Abgrenzung gegen Umgebung

Zellkern
DNA-Speicher (Chromatin)

Zytoplasma
Zytosol (wasserlösliche Stoffe)
Zelleinschlüsse
Zellorganellen

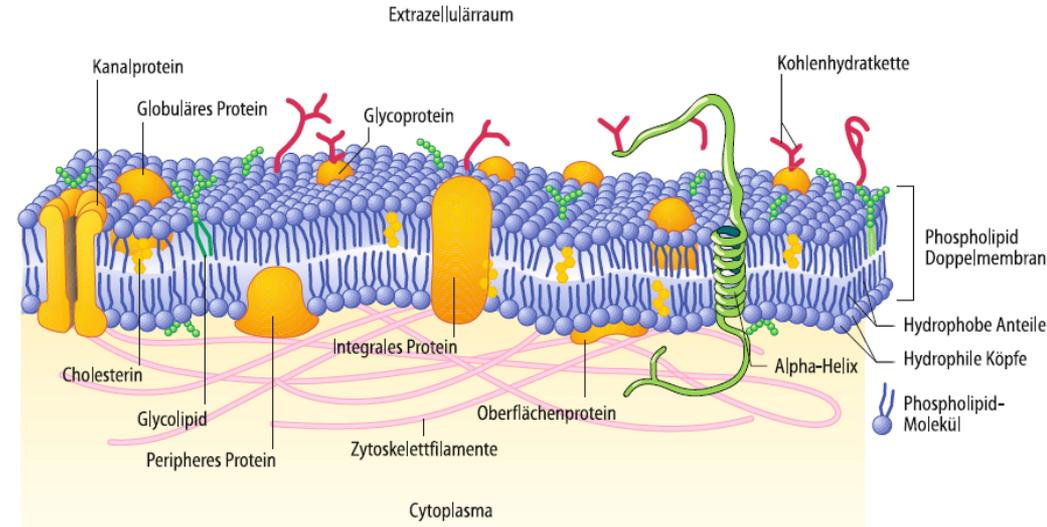


Bildquelle: Silverthorn, 2009

Zellmembran Aufbau

Aufbau und Struktur der Zellmembran:

- in der Lipiddoppelschicht „schwimmen“ Membranproteine
- Kanalproteine durchspannen die ganze Membran
- Kohlenhydrat-Seitenketten von Proteinen zeigen immer zur Außenseite der Membran und bilden die Außenhülle der Zelle (Glykokalix)
- An der Membranınnenseite sind Actin- und Keratinfasern als Bestandteile des Cytoskeletts assoziiert.

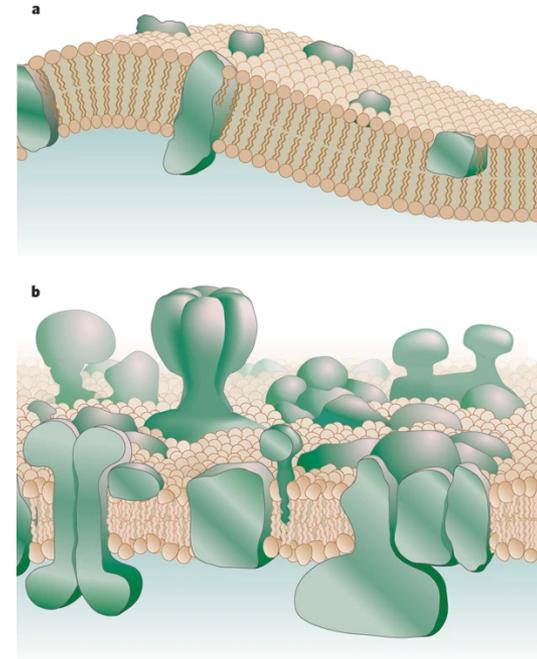


Bildquelle: Löffler, 2008

Zellmembran Aufbau

Aufbau und Struktur der Zellmembran:

- Das „fluid mosaic model“ der Zellmembran wurde 1972 von Singer und Nicolson [1] entworfen und ist in vielen Lehrbüchern verbreitet.
- Das Modell ist aus heutiger Sicht überholt, da sich wesentliche Annahmen als nicht haltbar herausgestellt haben:
 - Membranproteine schwimmen nicht frei. Sie sind in so großer Zahl vorhanden, dass sie sich gegenseitig beeinflussen oder berühren.
 - Viele Membranproteine sind viel größer als die Dicke der Doppellipidschicht.
 - Es wurden Bereiche mit hoher, funktionaler Ordnungsstruktur entdeckt (lipid rafts)



[1] S. J. Singer, Garth L. Nicolson: *The Fluid Mosaic Model of the Structure of Cell Membranes*. In: *Science*. Vol. 175, Nr. 4023, 1972, S. 720–731, doi:10.1126/science.175.4023.720

Bildquelle:
Löffler, Donald M. Engelman: *Membranes are more mosaic than fluid*. In: *Nature*. Band 438, Nr. 7068, Dezember 2005, S. 578–580, doi:10.1038/nature04394

Zellmembran Komponenten

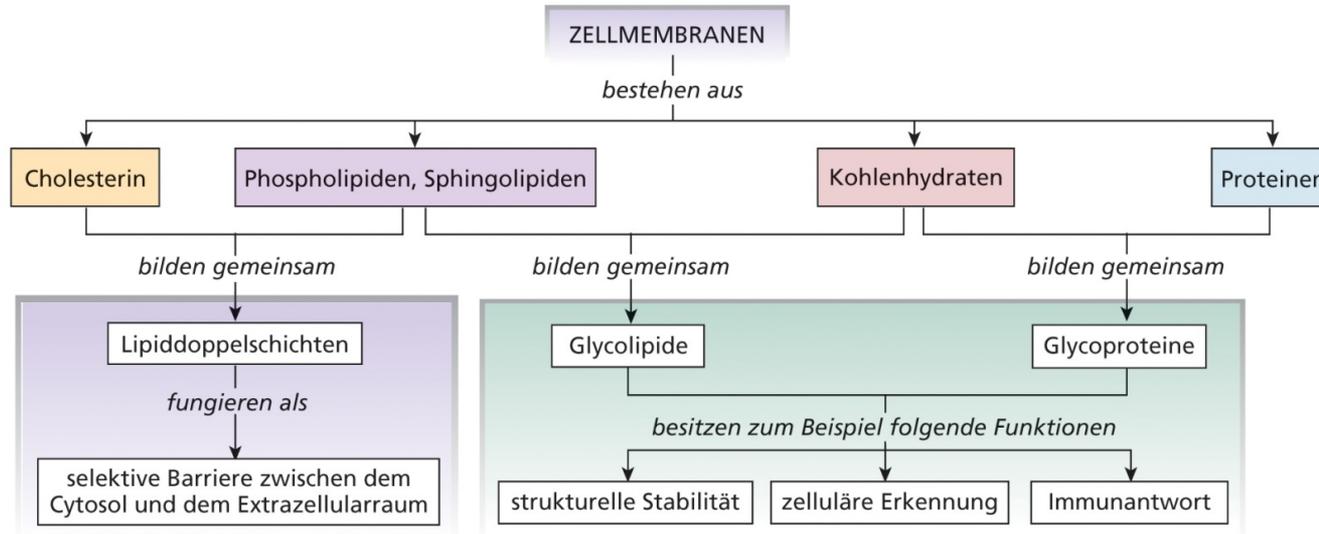


Abbildung 3.9: Übersichtsschaubild zur strukturellen Organisation von Zellmembranen.

Bildquelle: Silverthorn, 2009

- **Abgrenzung**
 - Barriere zum extrazellulären Milieu
- Regulation des **Stoffaustausches** mit der Umgebung
 - Kontrolle des Einstroms von Ionen und Molekülen (Ionenkanäle)
 - Regulierter Substanztransport durch Transportproteine
- **Kommunikation** zwischen Zelle und ihrer Umgebung
 - Reaktion auf Veränderungen der Zellumgebung durch Rezeptoren (Membranproteine in Glykokalix)
 - Kennung „körpereigen“ (durch Glykokalix)
- **Struktureller Halt**
 - Verankerung vom Membranproteinen am Zytoskelett
- **Zelladhäsion** und Ausbildung von Zell-Zell-Kontakten (Bildung von Geweben)

Zytoskelett Aufbau

Filamenttyp	Durchmesser	Proteintyp	Vorkommen und Funktionen
Mikrofilamente	8–9 nm	Actin (globulär)	Cytoskelett; zusammen mit Myosin für die Muskelkontraktion von großer Bedeutung.
Intermediärfilamente	10 nm	Myosin, Neurofilamentproteine, Keratin (Filamente)	Cytoskelett, Haare und Nägel, schützende Barriere der Haut; Myosin bildet dicke Filamente, die an der Muskelkontraktion beteiligt sind.
Mikrotubuli	24–25 nm	Tubulin (globulär)	Bewegung von Cilien, Flagellen (Geißeln) und Chromosomen; intrazellulärer Transport von Organellen; Cytoskelett.



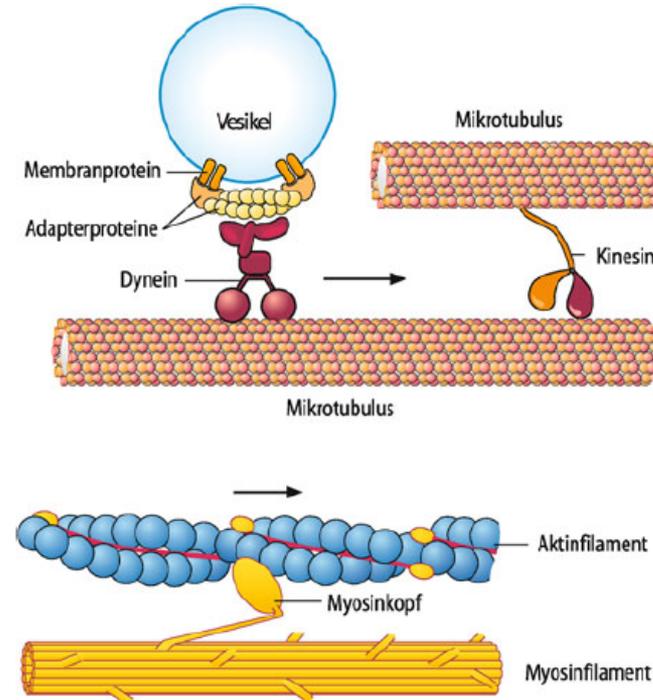
Bildquelle: Silverthorn, 2009

Funktionen des Zytoskeletts:

- Mechanische Stabilität der Zelle → definieren Form und Gestalt
- Zellinterne Organisation
 - Stabilisieren die Position der Organellen
- Intrazellulärer Transport
 - Motorproteine assoziieren mit dem Zytoskelett und transportieren Materialien
- Zusammenlagerung von Zellen zu Geweben
 - Verknüpfung mit Filamenten im Extrazellulärraum → Vernetzung der Zellen
 - Ermöglicht Informationsübertrag zwischen Zellen
- Bewegung der Zellen
 - Cilien und Flagellen auf Zellmembran

Motorproteine

- Myosin
 - „Nickbewegung“
 - z.B. Muskelkontraktion
- Kinesin
 - „Wanderung zweier Köpfe“
 - z.B. mitotischer Spindel
- Dynein
 - „Wanderung zweier Köpfe“
 - z.B. Vesikeltransport
 - Vermitteln Gleitbewegungen der Mikrotubuli für Zilienschlag
- ATP-Verbrauch bei Einzelschritten des Transports

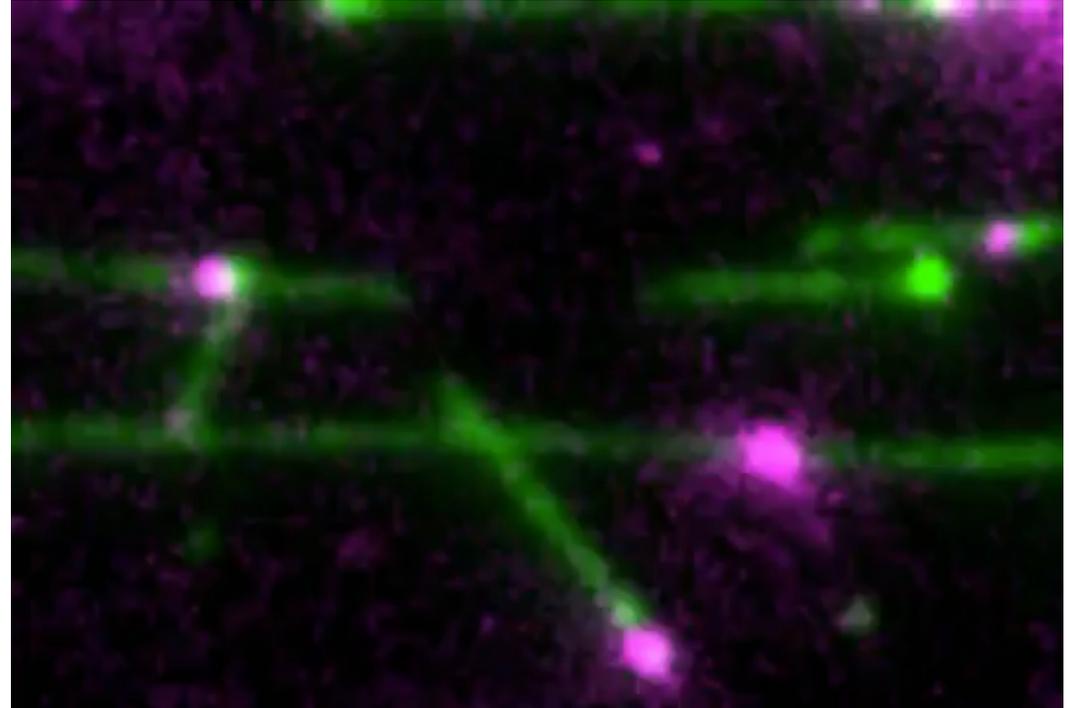


Bildquelle: Schmidt, 2010

Zytoskelett Funktion

Motorproteine

Video von fluorszenzmarkierten
Vesikeln entlang von
Microtubuli

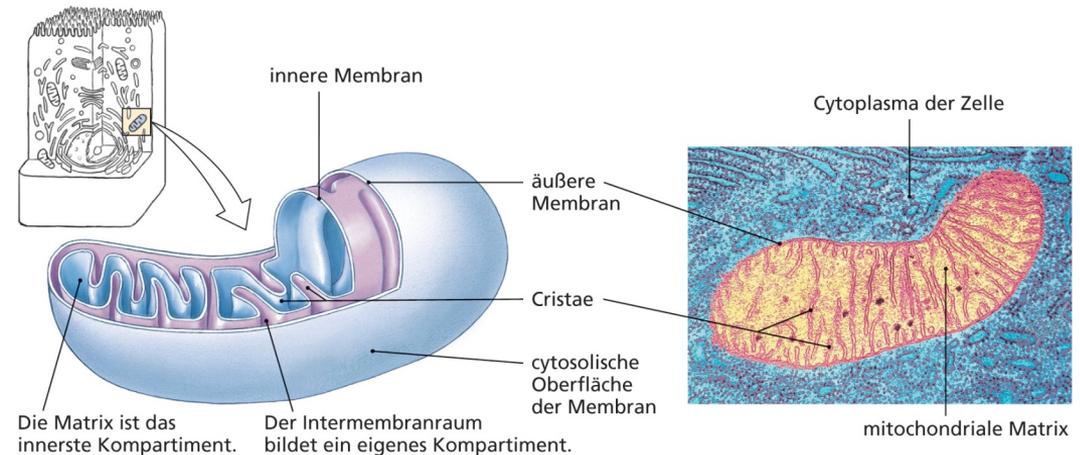


Multiple kinesin-14 family members drive microtubule minus end-directed transport in plant cells
Moé Yamada, Yohko Tanaka-Takiguchi, Masahito Hayashi, Momoko Nishina, and Gohta Goshima
DOI: 10.1083/jcb.201610065, 2016

Mitochondrien Aufbau

- „Kraftwerke“ der Zelle:

- Doppelmembran (innere Membran gefaltet, Cristae)
- Matrix und Intermembranraum bilden eigene Kompartimente
- Produzieren 95% des von der Zelle benötigten ATP
- Ort vieler Stoffwechselreaktionen (Zitronensäurezyklus, Atmungskette)

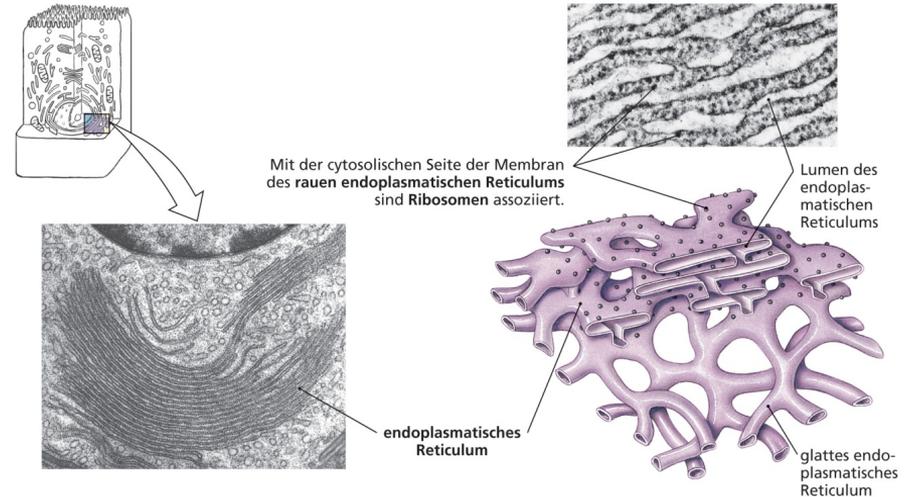


Bildquelle: Silverthorn, 2009

Endoplasmatisches Retikulum Aufbau

Ribosomen und endoplasmatisches Retikulum (ER)

- ER ist ein Intrazelluläres Membransystem
 - Rohre, flache Platten, Zisternen
 - Steht in Verbindung zum Zellkern
 - Ort der Proteinsynthese (Ribosome)
- Ribosomen sind intrazelluläre Proteinfabriken
 - Es gibt freie Ribosome und ans ER gebundene Ribosome
 - Ribosome bestehen zu 2/3 aus RNA, zu 1/3 aus Protein

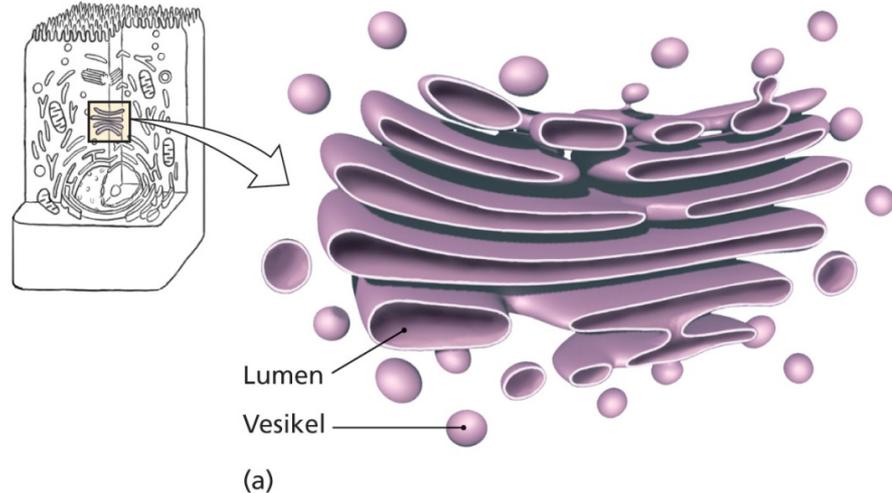


Bildquelle: Silverthorn, 2009

Endoplasmatisches Retikulum Funktion

Golgi-Apparat

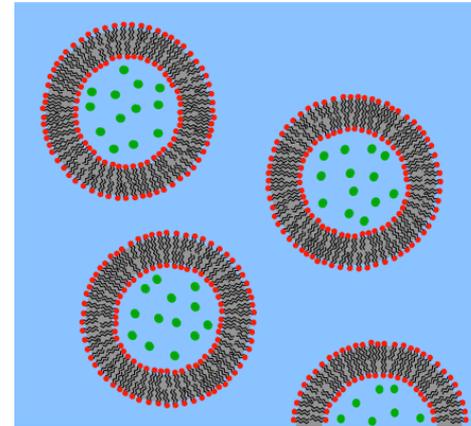
- Stapel von flüssigkeitsgefüllten Membransäckchen
- Chemische Modifikation der in der Zelle synthetisierten Stoffe („Reifung“ der Proteine)
- **Verpackung der synthetisierte Stoffe in Transport- und Speichervesikel**
- Erneuerung und Veränderung der Zellmembran



Bildquelle: Silverthorn, 2009

Vesikel Aufbau / Funktion

- rundliche bis ovale Bläschen, die von einer doppelten **Membran** oder einer netzartigen Hülle aus **Proteinen** umgeben sind.
- Bilden eine eigenes Kompartiment, in denen Prozesse ablaufen können
- Es gibt exozytotische und endozytotische Vehikel

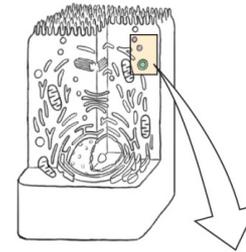


Bildquelle: Wikipedia

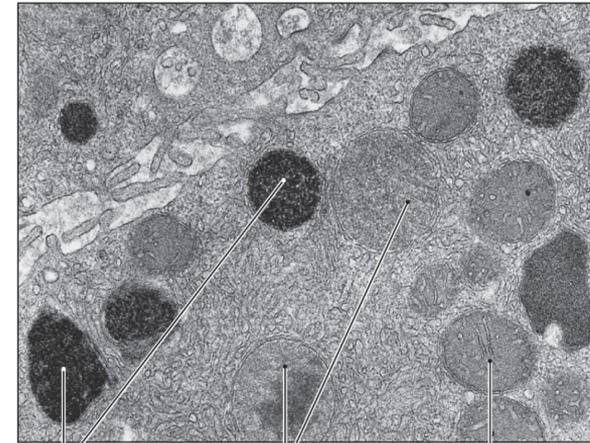
Lysosome Aufbau

Lysosomen und Peroxisomen

- Transportvesikel
 - Enzym- und Proteintransport
- Speichern Enzyme bzw. Vorstufen
 - Peroxisomen: oxidativ wirkende Enzyme
 - Lysosomen: abbauende Enzyme
 - Auch für Abbau zelleigener Strukturen
- Beteiligt an der Immunabwehr



Lysosomen und Peroxisomen
sind mit Enzymen gefüllte Vesikel.



Peroxisomen

Lysosomen

Mitochondrium

Bildquelle: Silverthorn, 2009

Zellkern Aufbau

• Zellkern

- Doppelwandige Membran, mit Kernporen als Transportkomplexen
- Im Inneren Karyolymphe (Kernflüssigkeit), Chromatin und Kernkörper (Nucleolus)

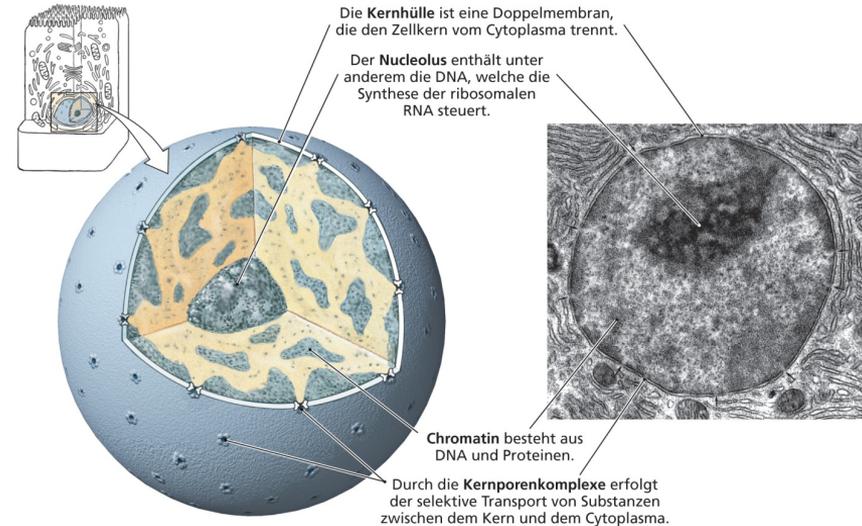


Abbildung 3.20: Der Zellkern.

Bildquelle: Silverthorn, 2009

Nach dem Studium dieses Kapitels

sollten Sie in der Lage sein

- Die wesentlichen Thesen der Zelltheorie zu nenne und zu erklären
- Den generelle Aufbauprinzip von Zellen zu erklären.
- Die wesentlichen Zellbestandteile zu nennen und deren strukturelle und funktionelle Eigenschaften zu erklären.