Allgemeine Zellphysiologie

stephan.huber@uni-tuebingen.de
07071-29-82183

Allgemeine Zellphysiologie

-Abgrenzung
-Kommunikation (elektrisch, (bio)chemisch)
-Bewegung

Allgemeine Zellphysiologie I: Abgrenzung

- Biologische Membranen
- Plasmamembran-Transport

Lernziele

Die Studierenden sollen fähig sein:

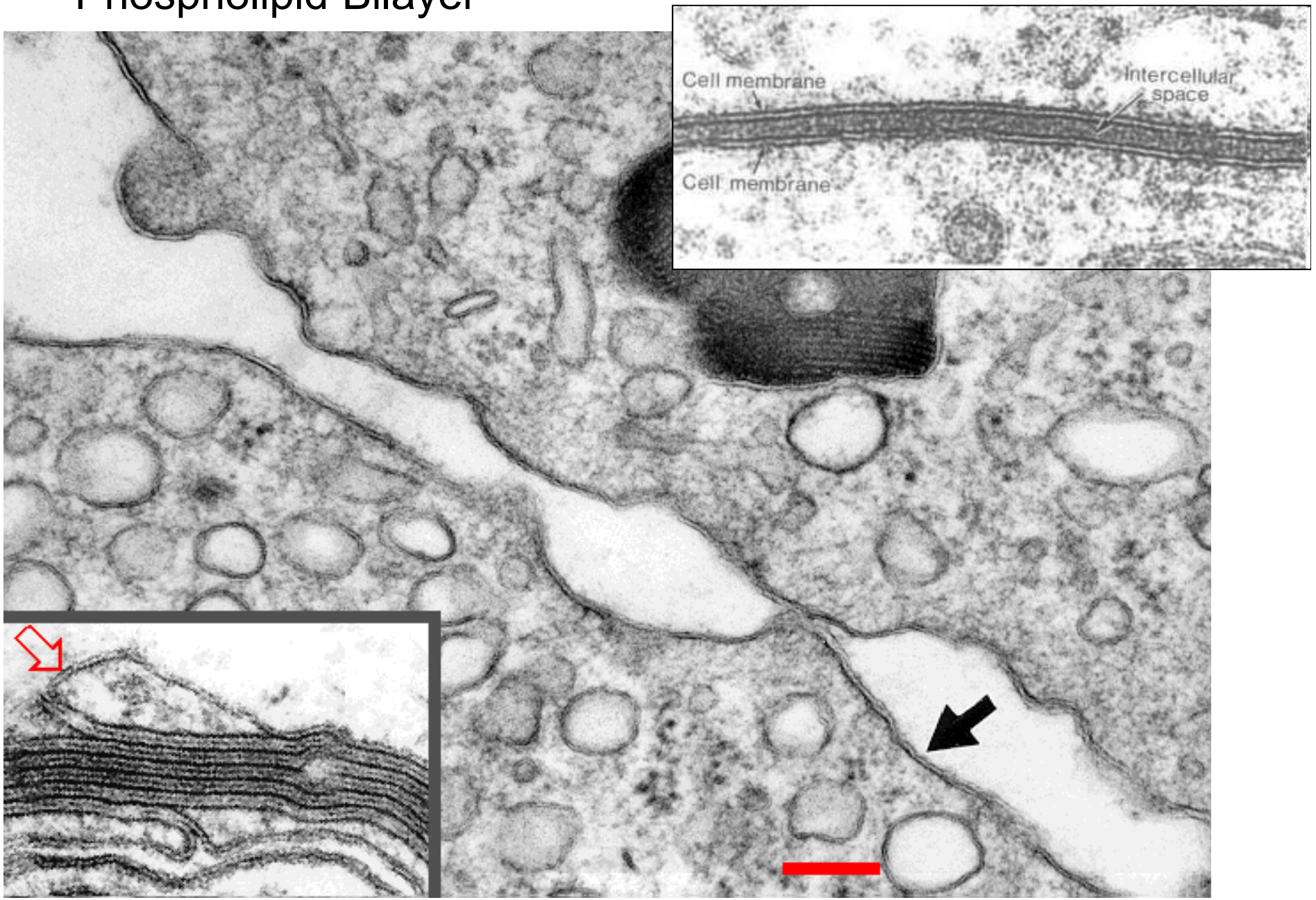
-den Aufbau biologischer Membranen zu beschreiben, die wichtigsten Membran-Bausteine zu benennen, die Membran-Eigenschaften (Permeabilität) und Funktionen (Kompartimentierung) zu erläutern.

-Transportprozesse (Diffusion, Osmose, Transportproteine) über biologische Membranen zu benennen und deren Triebkräfte zu beschreiben.

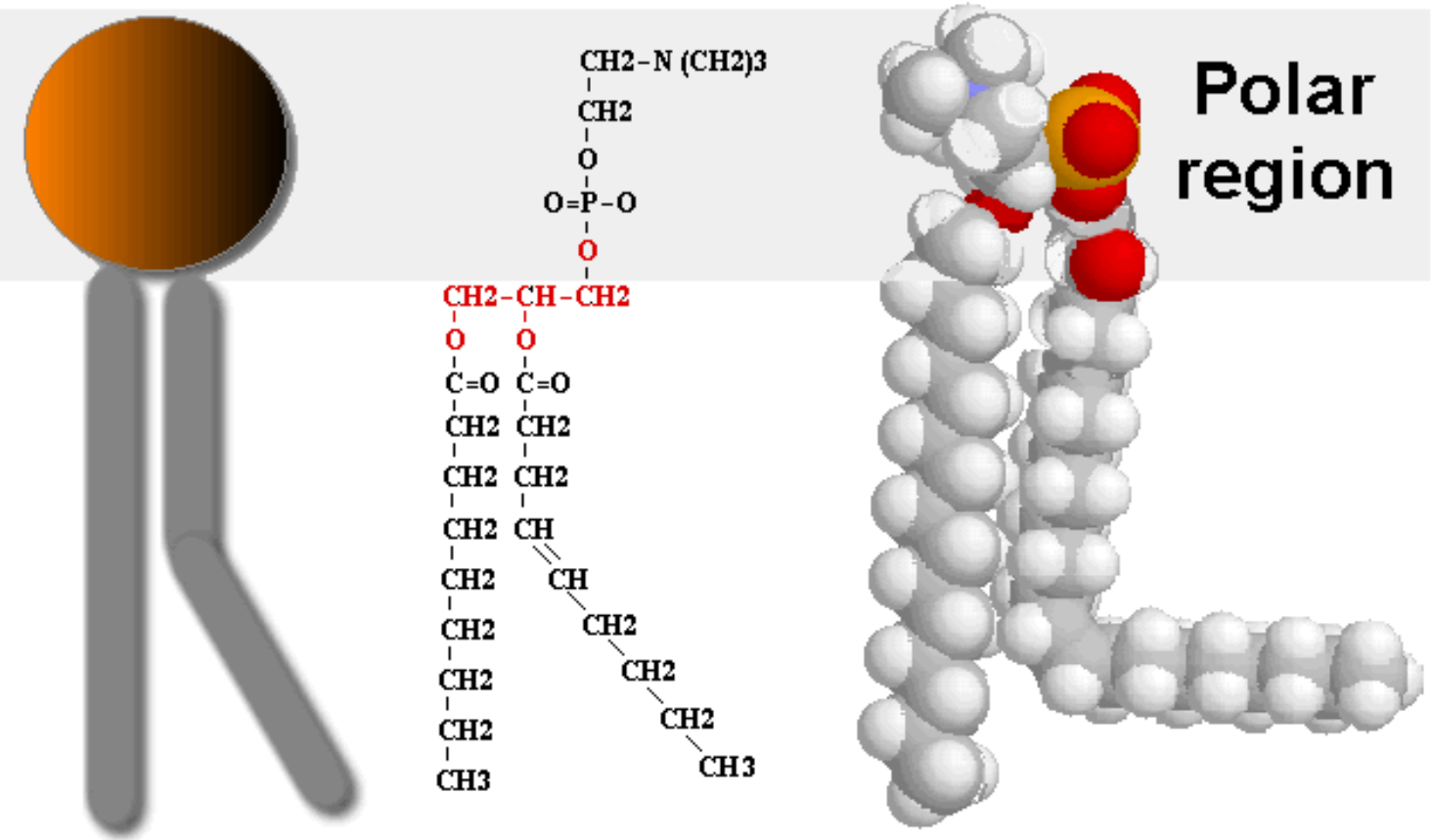
Allgemeine Zellphysiologie I

- Biologische Membranen
  - Phospholipid Bilayer
  - Intrazelluläre Kompartimente
  - Membrandynamik
  - Membranpermeabilität
- Plasmamembran-Transport

Phospholipid Bilayer

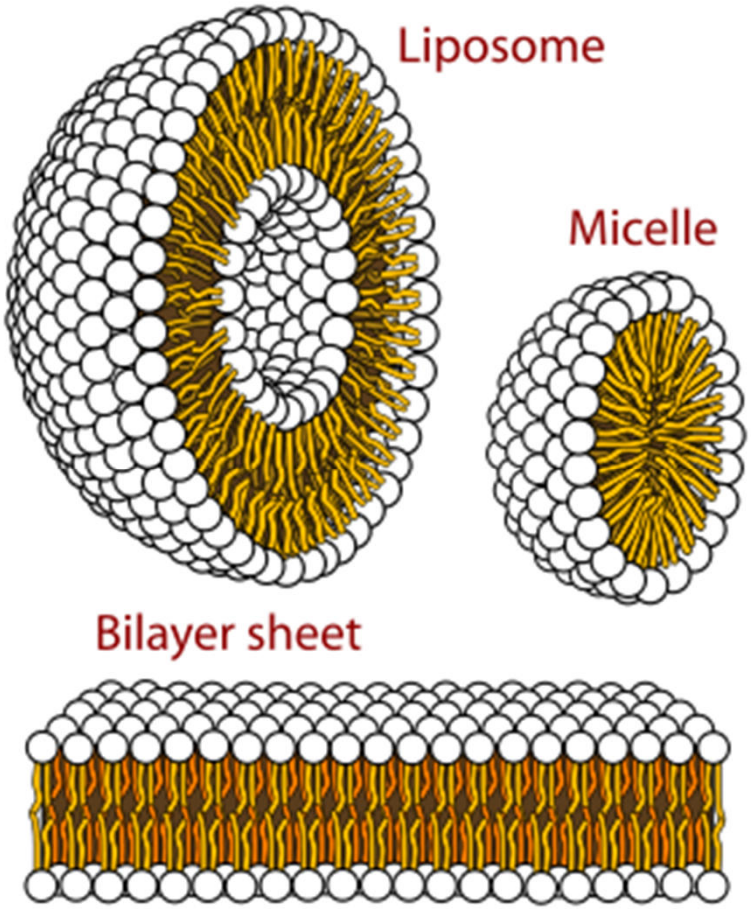


Phospholipid-Bausteine



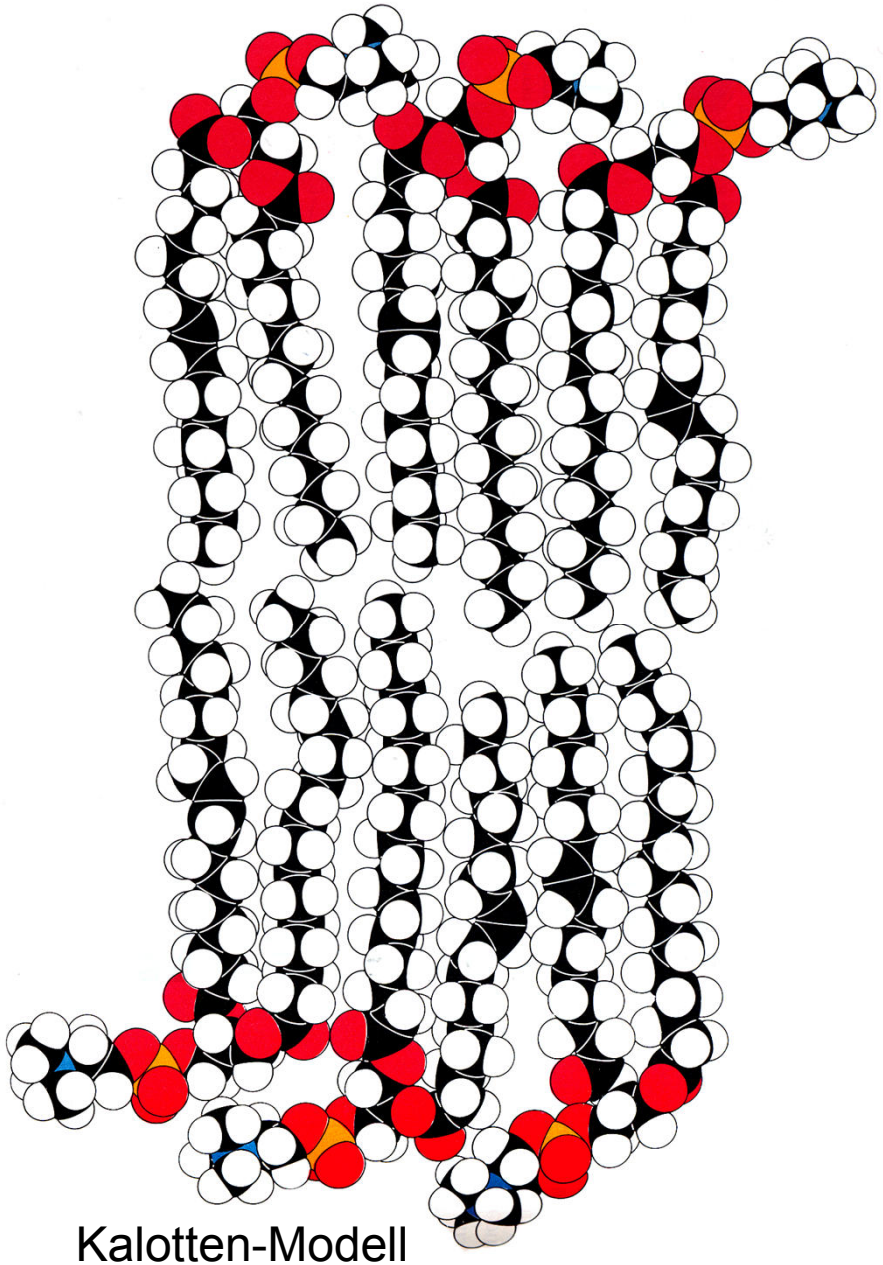
Quelle:http://exchangedownloads.smarttech.com/public/content/03/033ab3de-2ebf-45fc-b32b-b38c33b44453/previews/medium/0001.png

Phospholipid-Self Assembly



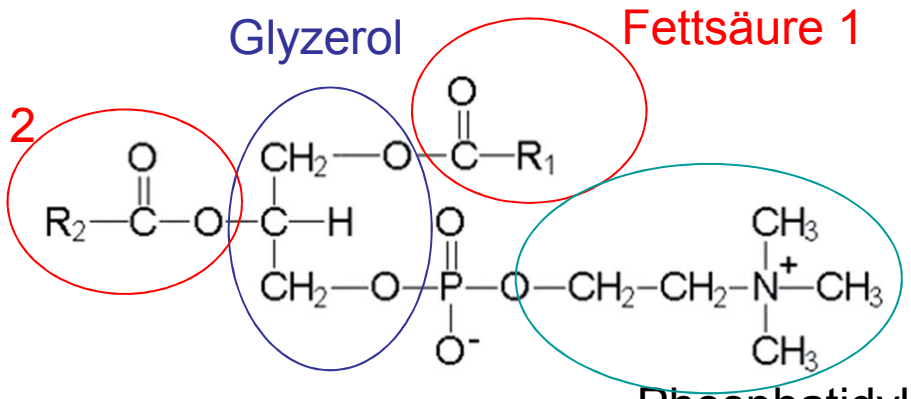
Quelle:https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c6/Phospholipids_aqueous_solution_structures.svg/300px-Phospholipids_aqueous_solution_structures.svg.png

Quelle: Lubert Stryer. Biochemistry. Third edition. Freeman and Company. 1988



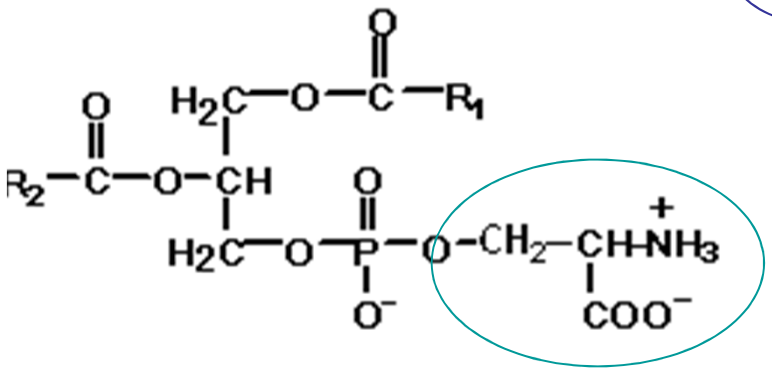
Kalotten-Modell

Chemie I: Phospholipide



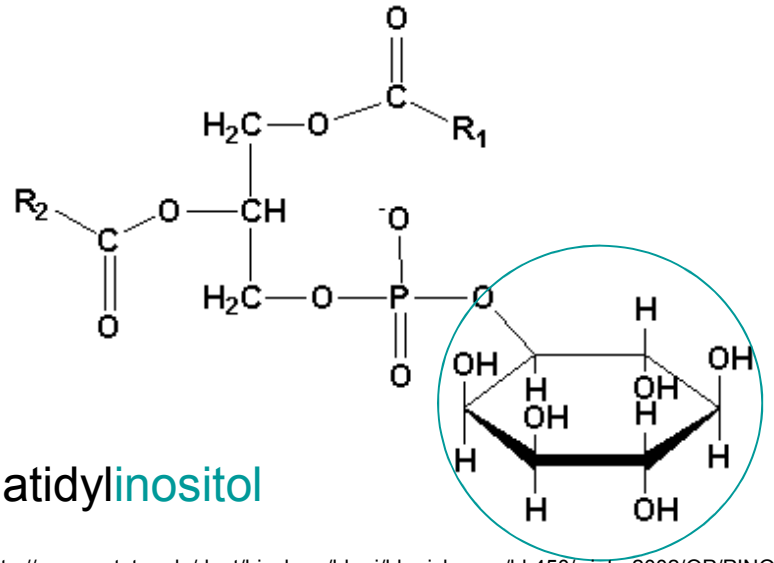
Phosphatidylcholin

Quelle: http://www.lci-koeln.de/static/generated/227-lci-focus.04.gif



Phosphatidylserin

Quelle: https://www.brain-effect.com/media/wysiwyg/Pictures/phosphatidylserin_380x380.jpg

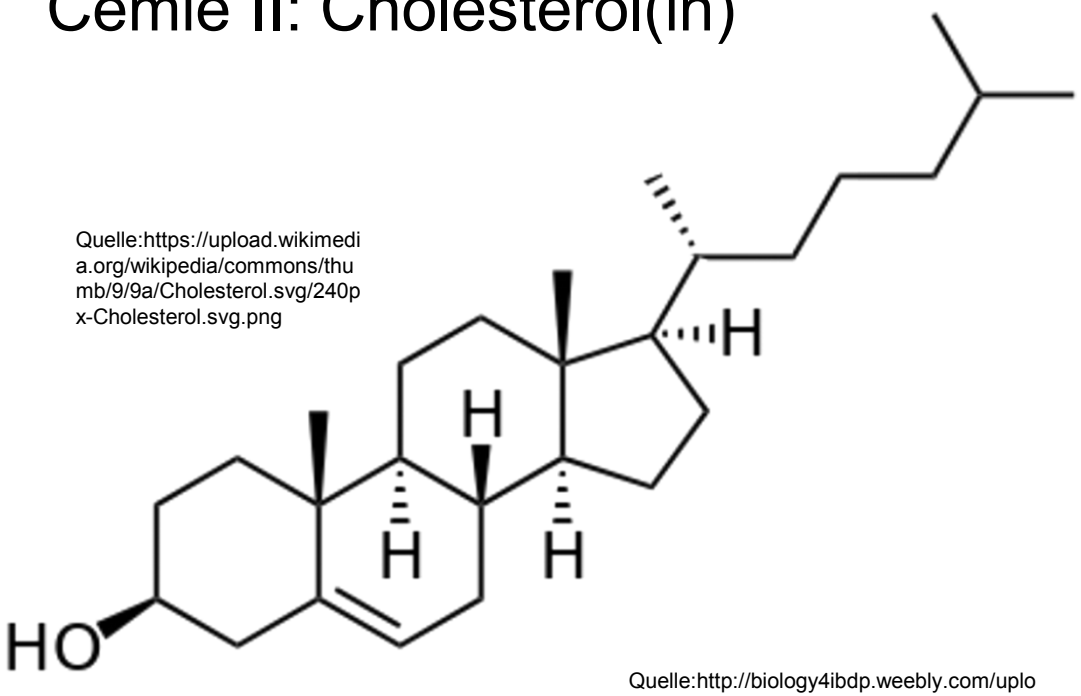


Phosphatidylinositol

Quelle: http://oregonstate.edu/dept/biochem/hhmi/hhmiclasses/bb450/winter2002/OP/PINOS.GIF

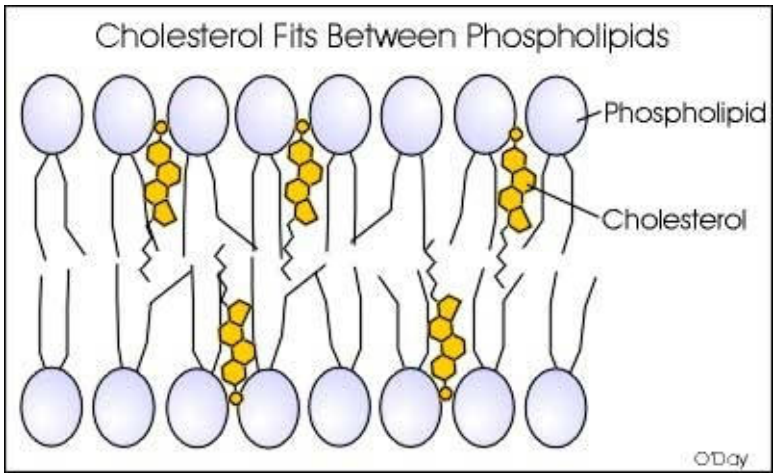
Cemie II: Cholesterol(in)

Quelle:https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9a/Cholesterol.svg/240px-Cholesterol.svg.png



Quelle:http://1.bp.blogspot.com/-B20m-svJ-aY/UMs_0ZVZhPI/AAAAAAAAAD8/Qq8kEmpUDPY/s1600/cholewrsterol.gif

Quelle:http://biology4ibdp.weebly.com/uploads/9/0/8/0/9080078/608539464.jpg

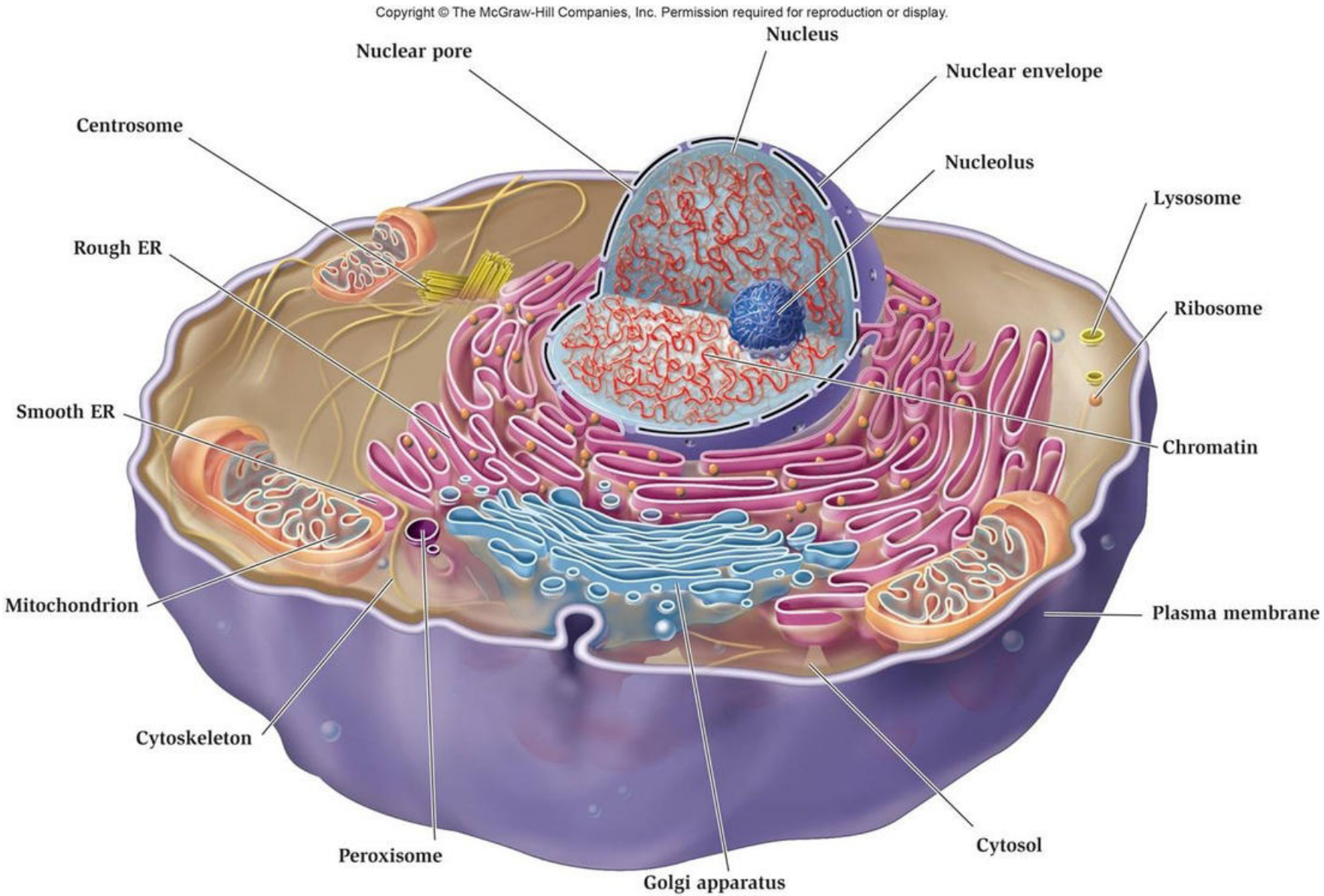


Biologische Membranen

Allgemeine Zellphysiologie I

- Biologische Membranen
  - Phospholipid Bilayer
  - Intrazelluläre Kompartimente
  - Membrandynamik
  - Membranpermeabilität
- Plasmamembran-Transport

Intrazelluläre Kompartimentierung



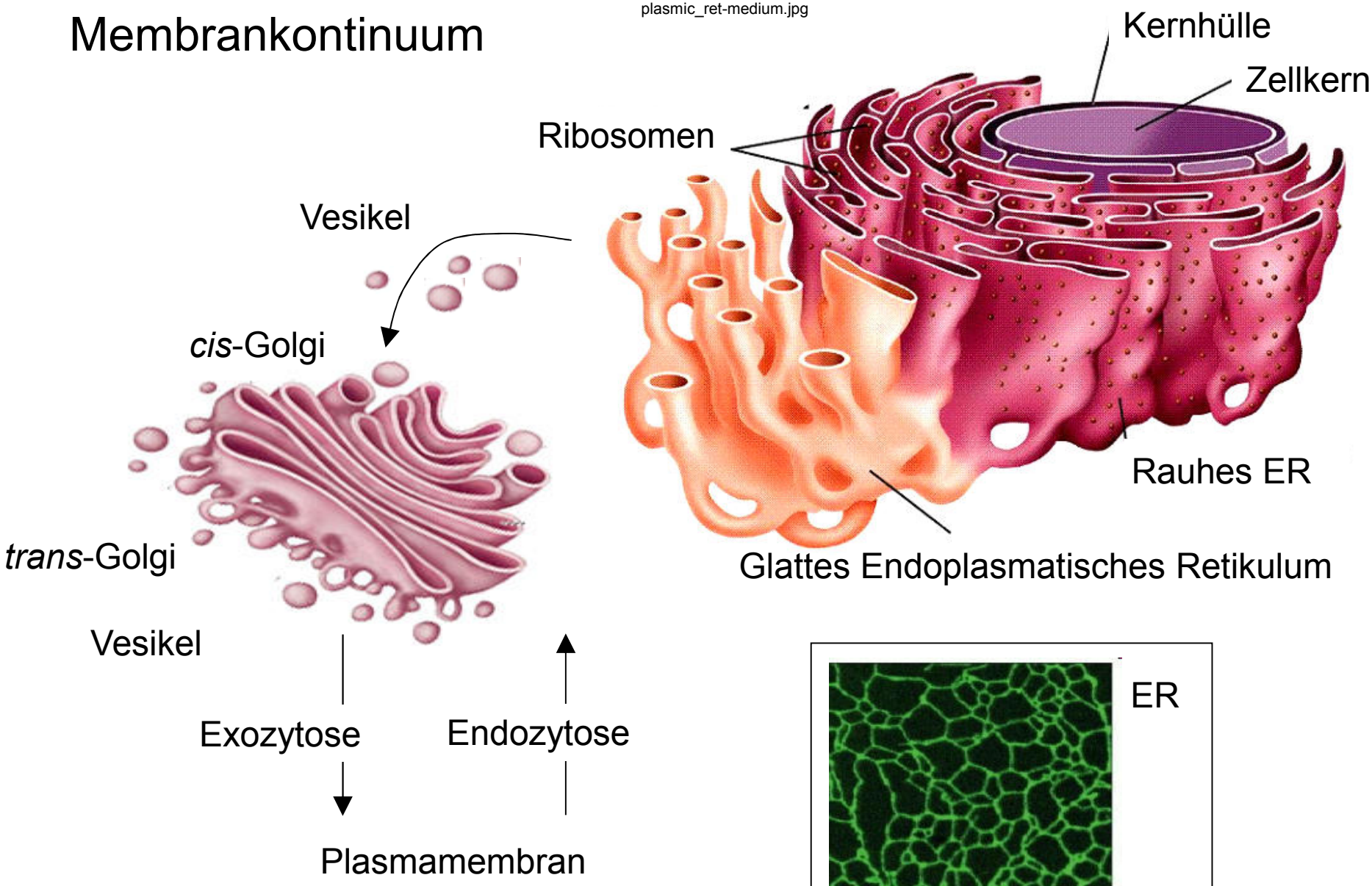
Quelle:http://biology4isc.weebly.com/uploads/9/0/8/0/9080078/4444785_orig.jpg?387

Allgemeine Zellphysiologie I

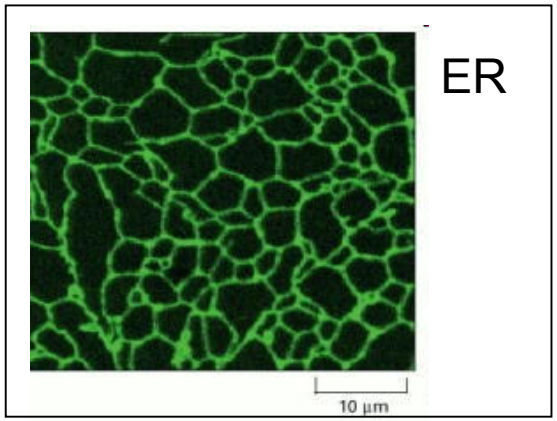
- Biologische Membranen
  - Phospholipid Bilayer
  - Intrazelluläre Kompartimente
  - Membrandynamik
  - Membranpermeabilität
- Plasmamembran-Transport

Membrankontinuum

Quelle: http://www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigma-aldrich/product7/020/endoplasmic_ret.eps/_jcr_content/renditions/endoplasmic_ret-medium.jpg

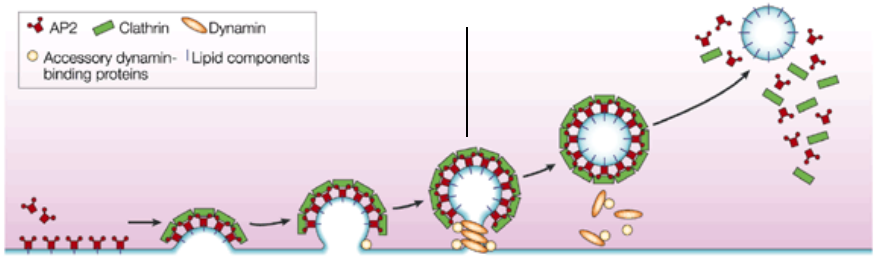


Quelle: https://media1.britannica.com/eb-media/52/116252-120-E654E669.jpg



Endo- und Exozytose

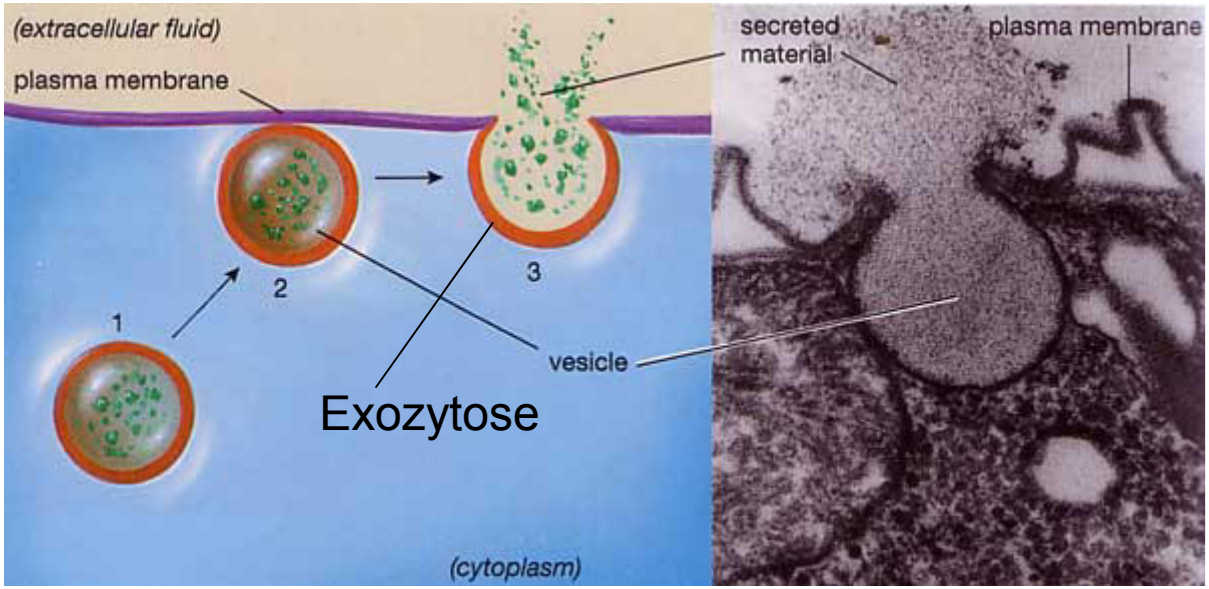
Endozytose



Quelle:http://www.nature.com/nrm/journal/v4/n2/images/nrm1016-i2.gif

Exosomen

Quelle: https://www.thermofisher.com/de/de/home/life-science/cell-analysis/exosomes/exosomes-documentary-episode-3/_jcr_content/MainParsys/image_889.img.jpg/1384900185776.jpg

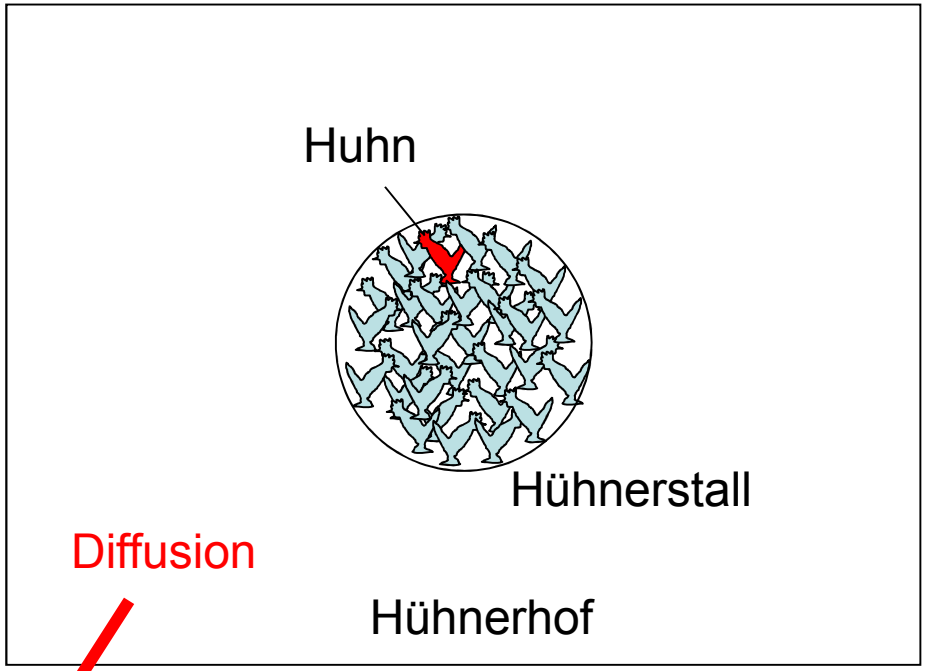


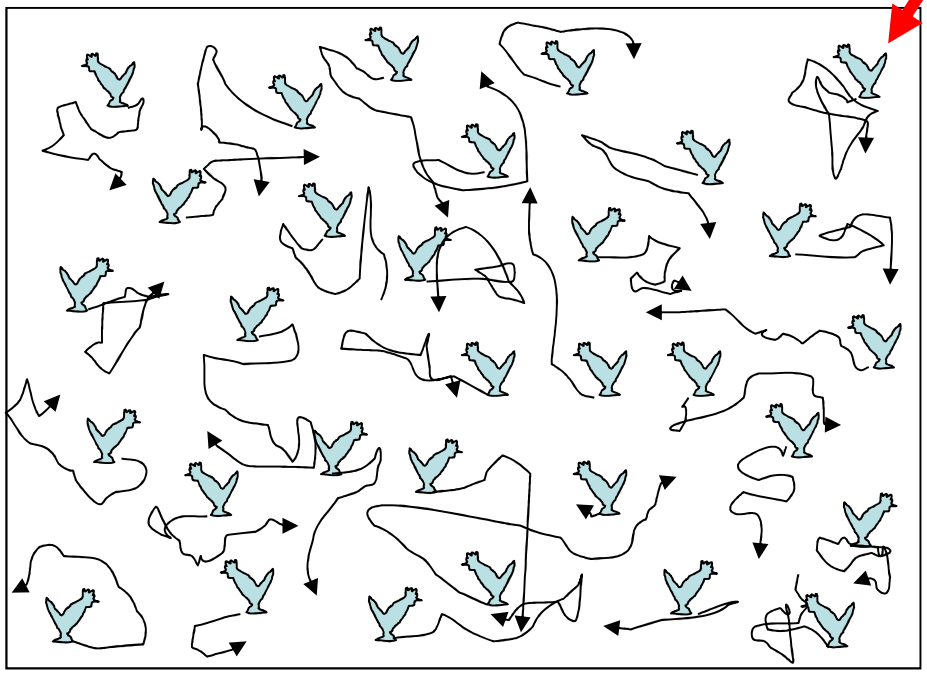
Quelle: http://sun.menloschool.org/~dspence/biology/chapter5/images/exocytosis.jpg

Allgemeine Zellphysiologie I

- Biologische Membranen
  - Phospholipid Bilayer
  - Intrazelluläre Kompartimente
  - Membrandynamik
  - Membranpermeabilität
- Plasmamembran-Transport

Diffusion

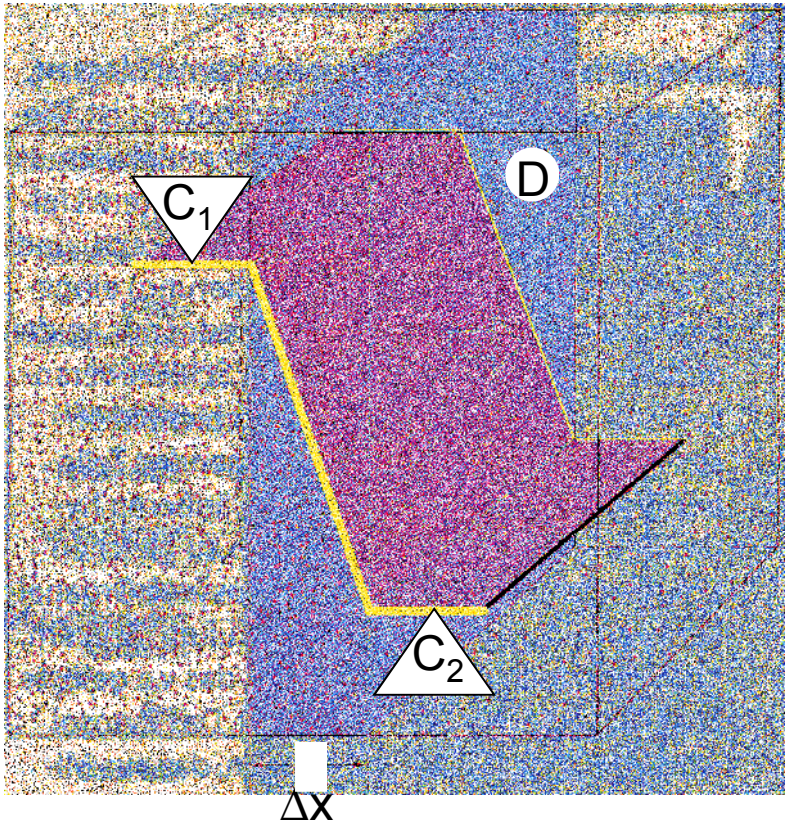




Diffusion über Membranen: Permeabilitätskoeffizient *P*

$$J_{diff} = k \cdot F \cdot D \cdot \frac{\Delta C}{\Delta x} \quad [mol \cdot s^{-1}]$$

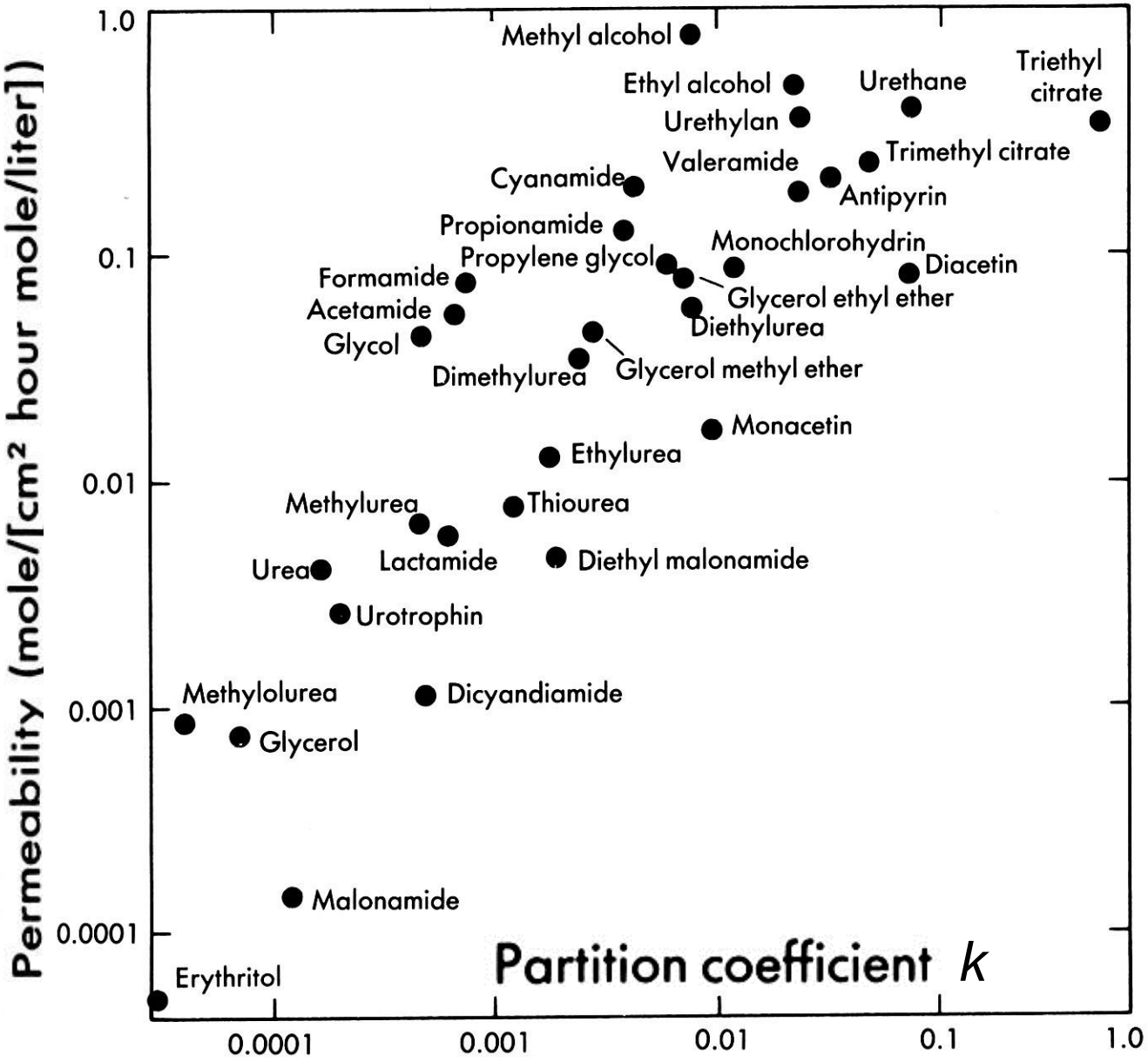
J_{diff} : Diffusionsstrom
ΔC : Konzentrationsunterschied ($\Delta C = C_1 - C_2$)
F: Diffusionsfläche
D: Diffusionskoeffizient
Δx: Schichtdicke
k: Öl-Wasser-Verteilungskoeffizient



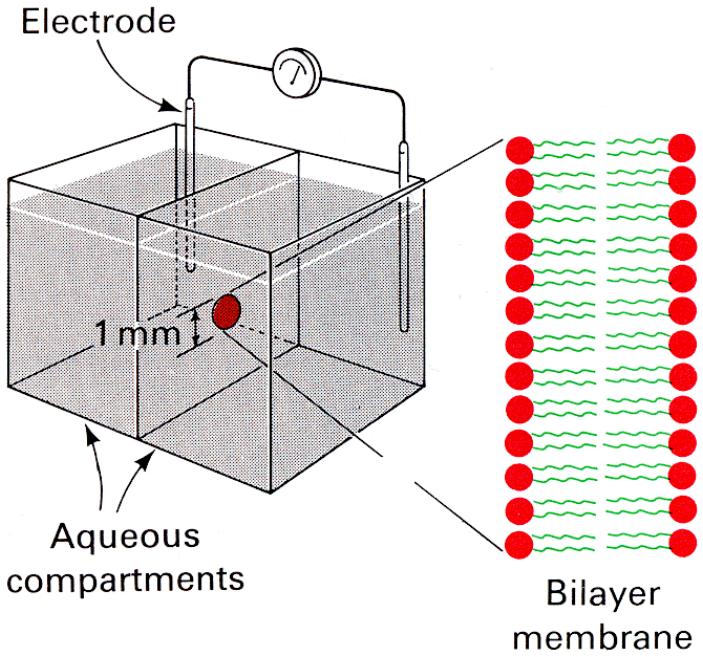
$$P = k \cdot \frac{D}{\Delta x} \quad [m \cdot s^{-1}]$$

P: Permeabilitätskoeffizient

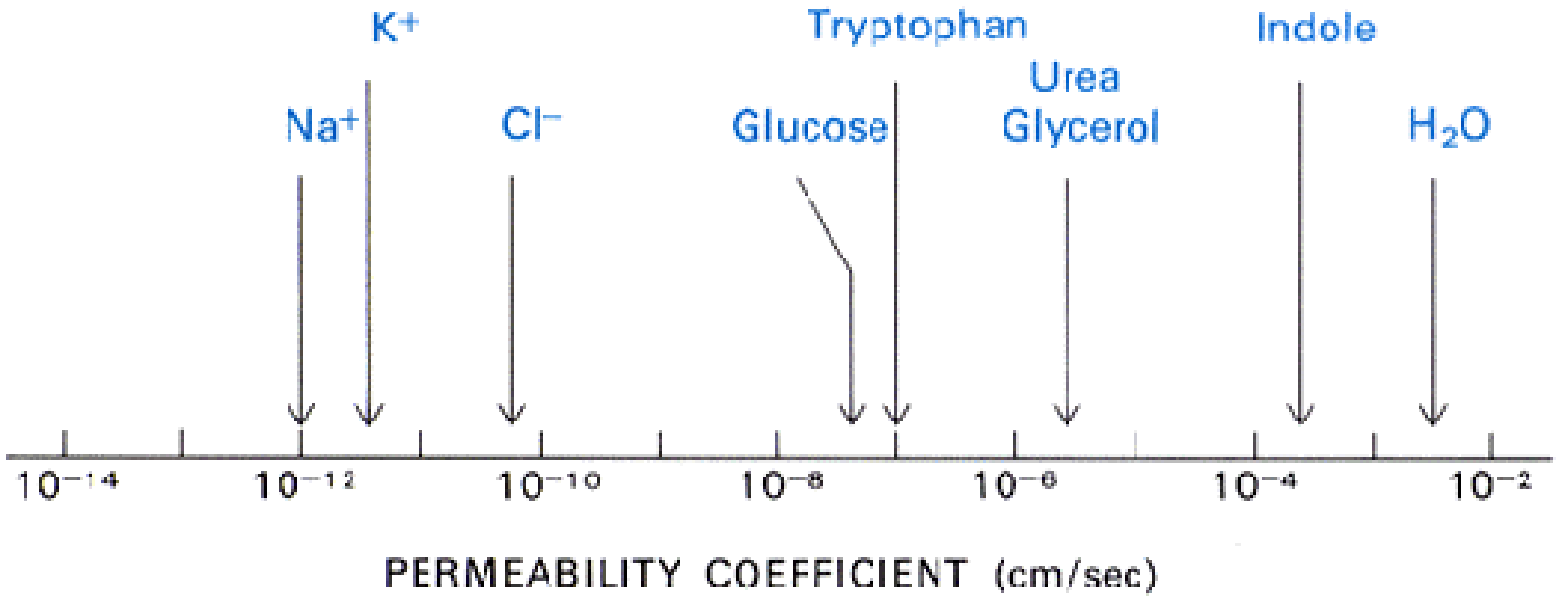
Diffusion über Membranen: Öl-Wasser-Verteilungskoeffizient *k*



Diffusion über Membranen: Membranpermeabilität



Quelle: Lubert Stryer. Biochemistry. Third edition. Freeman and Company. 1988



Konvektion I: Diffusionsstrecken sehr limitiert

Table 1-1 The time required for diffusion to occur over various diffusion distances*

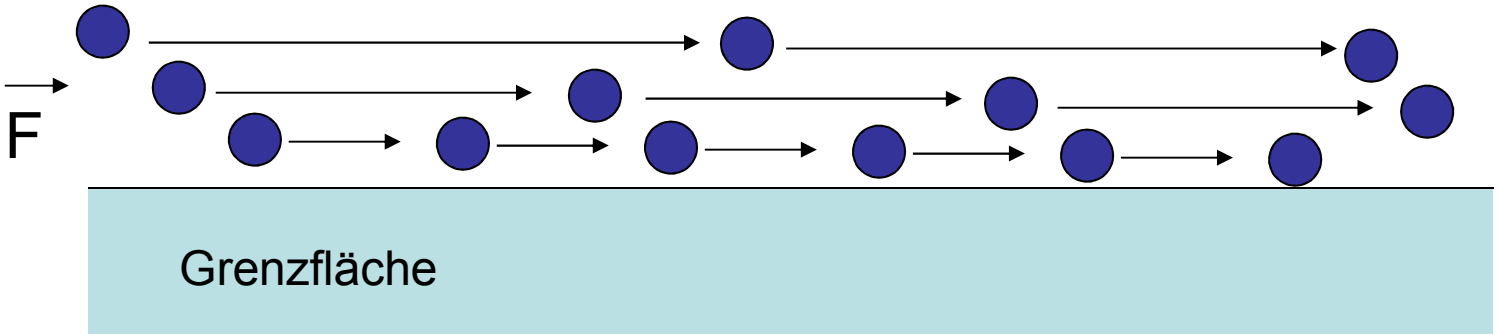
Diffusion distance (μm)	*Time required for diffusion*
1	0.5 msec
10	50 msec
100	5 seconds
1000 (1 mm)	8.3 minutes
10,000 (1 cm)	14 hours

*The time required for the "average" molecule (with diffusion coefficient taken to be 1×10^{-5} cm^2/second) to diffuse the required distance was computed from the Einstein relation.

Quelle: Beren & Levy. Physiology. 3rd Edition

Konvektion II: Definition

Konvektion wird durch eine Strömung hervorgerufen, die Teilchen befördert. Ursache für die transportierende Strömung können unterschiedliche Kräfte sein, wie z. B. die Schwerkraft oder Kräfte, die von Druck-, Dichte-, Temperatur- oder Konzentrationsunterschieden herrühren.



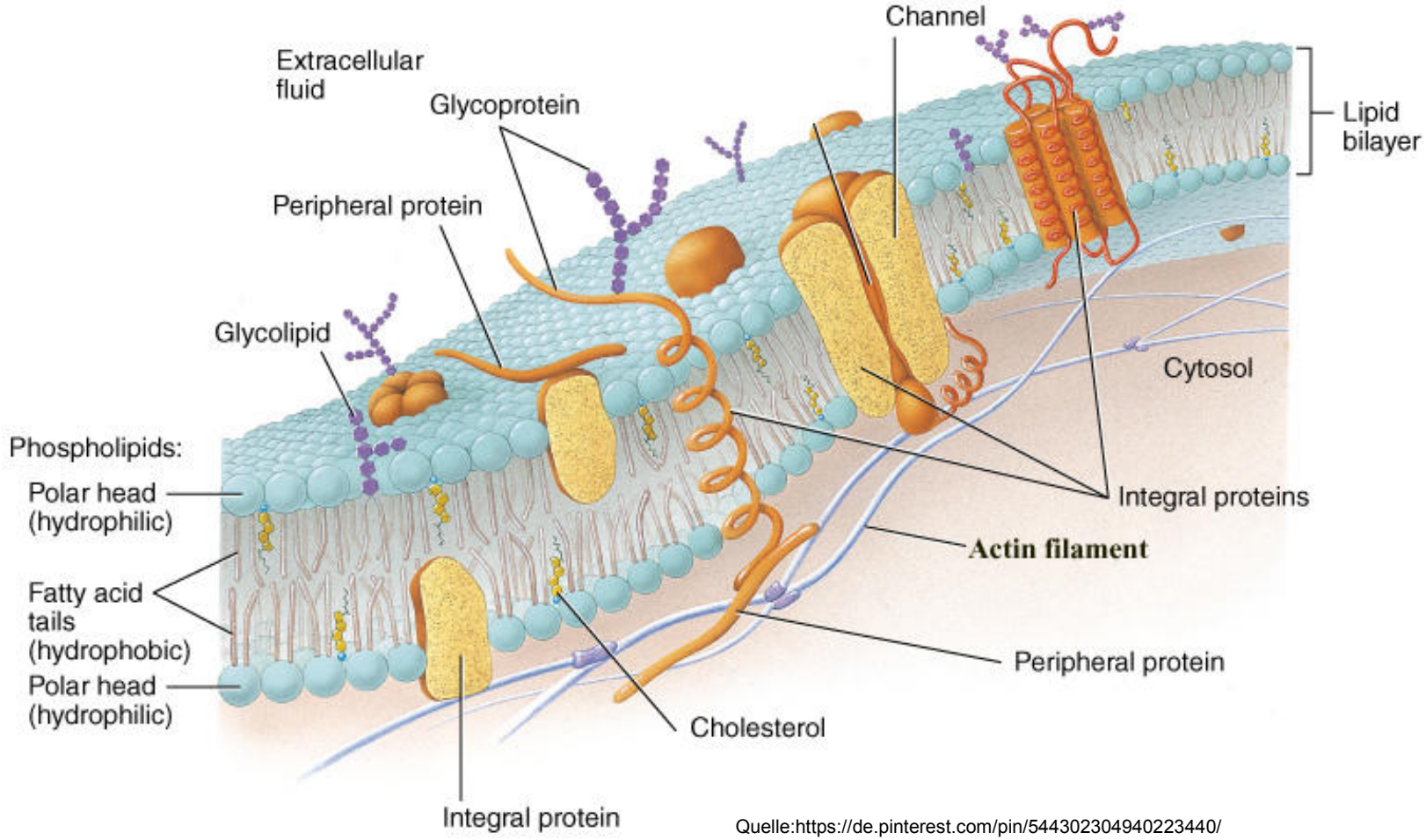
Allgemeine Zellphysiologie I

- Biologische Membranen
- Plasmamembran-Transport

  Chemische Gradienten durch Ionen-Pumpen

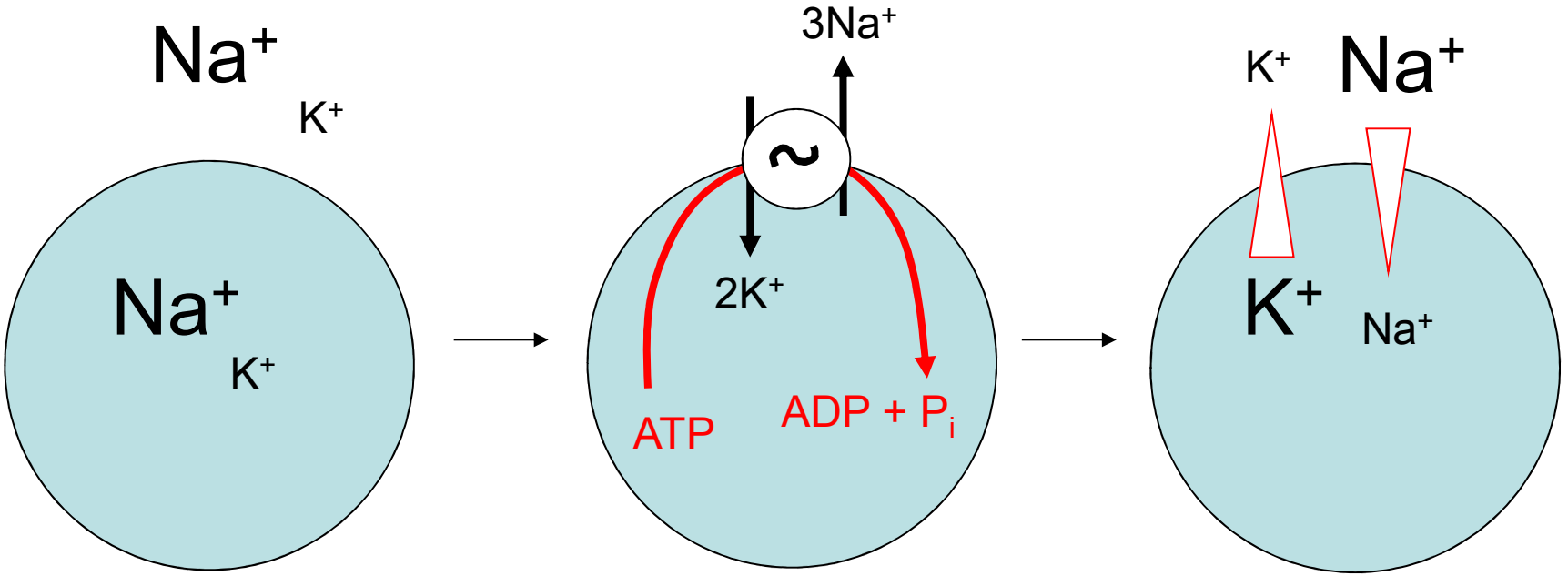
  Passive Transporte

Membrane-Proteine gewährleisten den regulierten Transport von fettunlöslichen Soluten

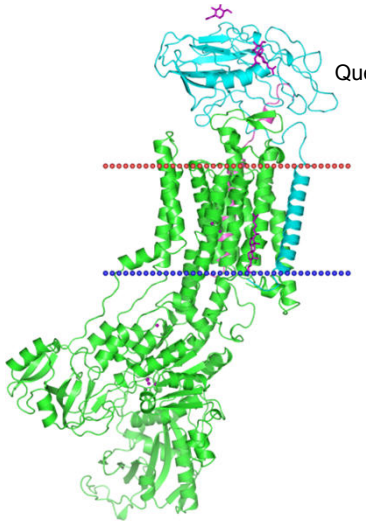


Quelle:https://de.pinterest.com/pin/544302304940223440/

Aktiver Transport: Ionenpumpen bauen unter Enerergieverbrauch chemische Gradienten über die Plasmamembran auf

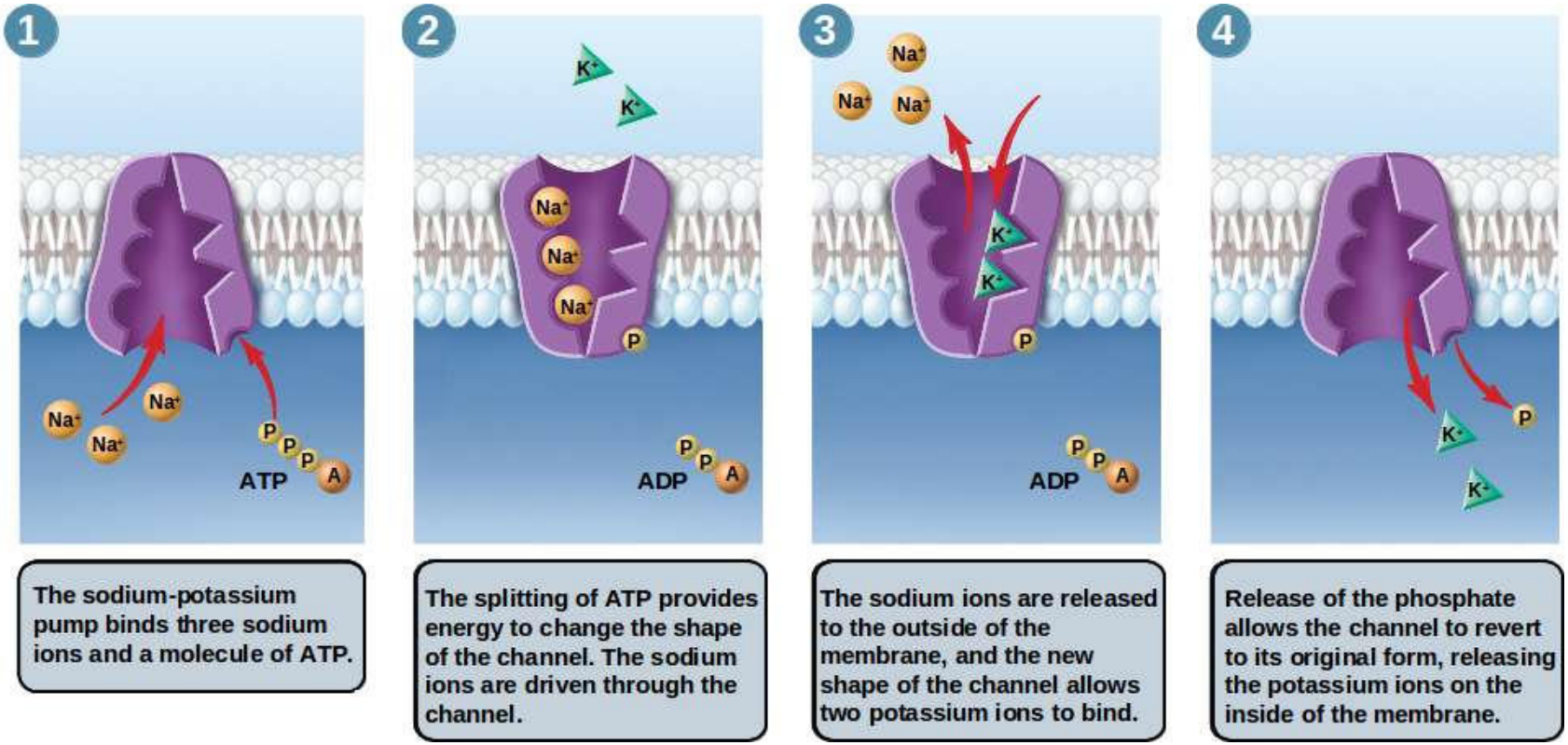


Na/K-ATPase



Quelle: http://opm.phar.umich.edu/images/png/2zxe.png

Quelle: http://www.celticseasaltblog.com/wp-content/uploads/2014/09/04_ta15.jpg



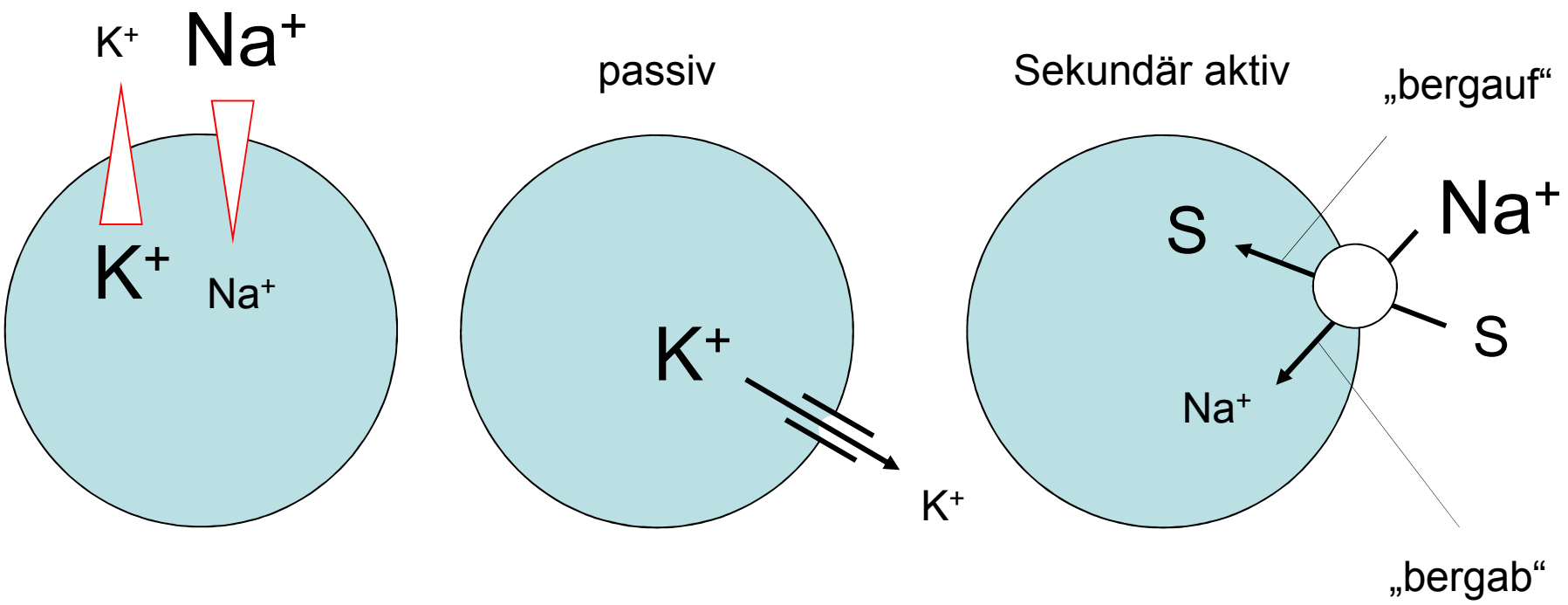
Allgemeine Zellphysiologie I

- Biologische Membranen
- Plasmamembran-Transport

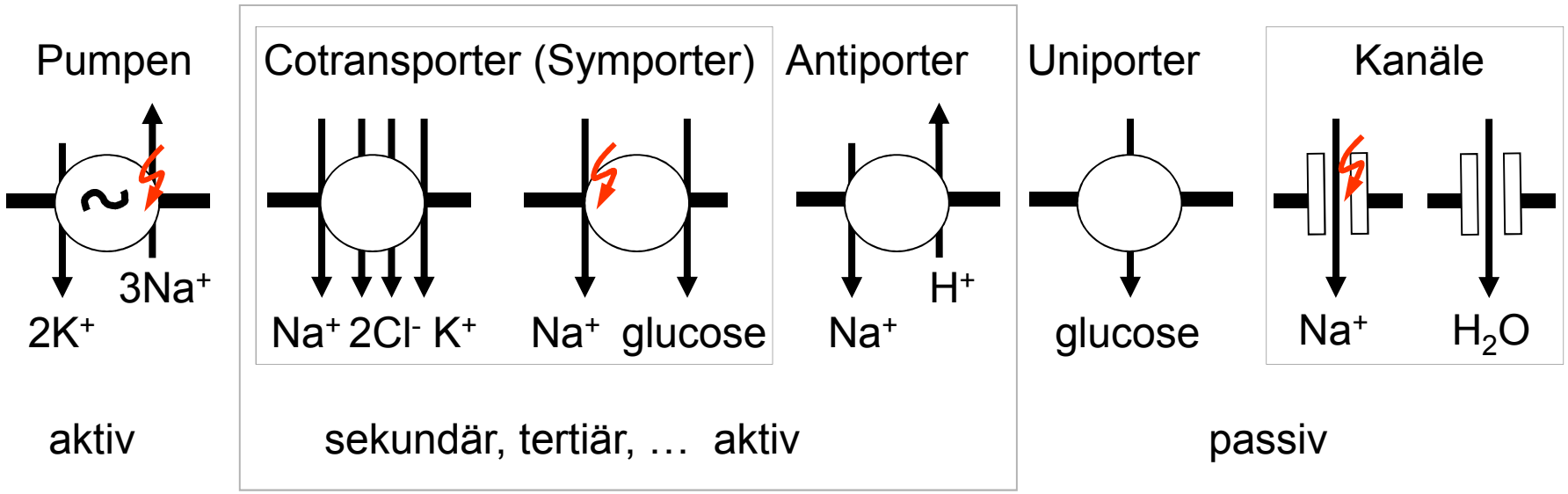
  Chemische Gradienten durch Ionen-Pumpen

  Passive Transporte

Sekundär aktiver Transport, passiver Transport:
chemische und/oder elektrische Gradienten treiben den Transport an

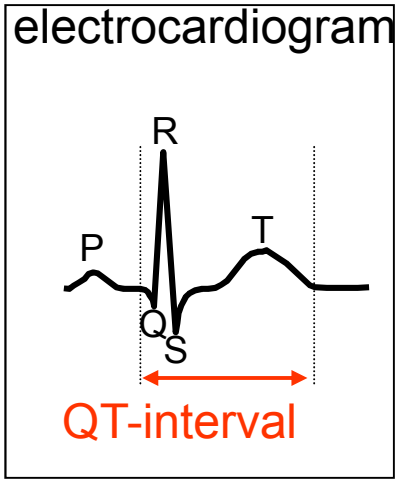


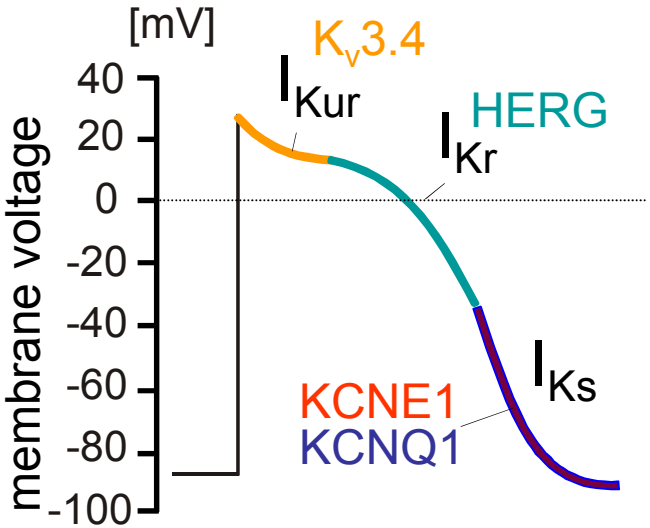
Transporter-Typen



= elektrogen

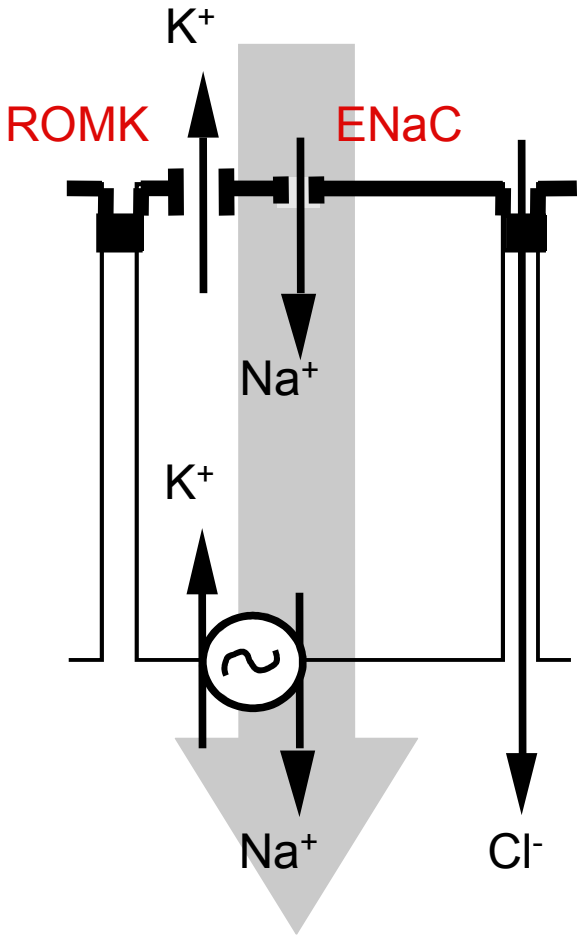
Ionenkanäle: I Funktionen





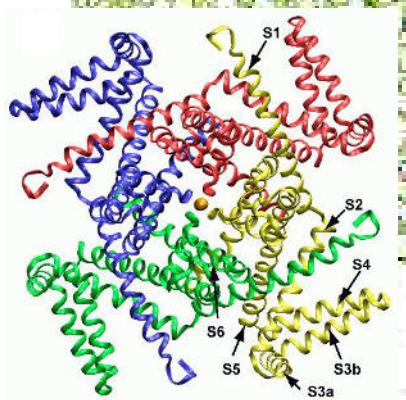
heart action potential

epithelial transport



Ionenkanäle: II Struktur

Quelle: http://chemistry.umeche.maine.edu/CHY431/Channels/Klayer.jpg

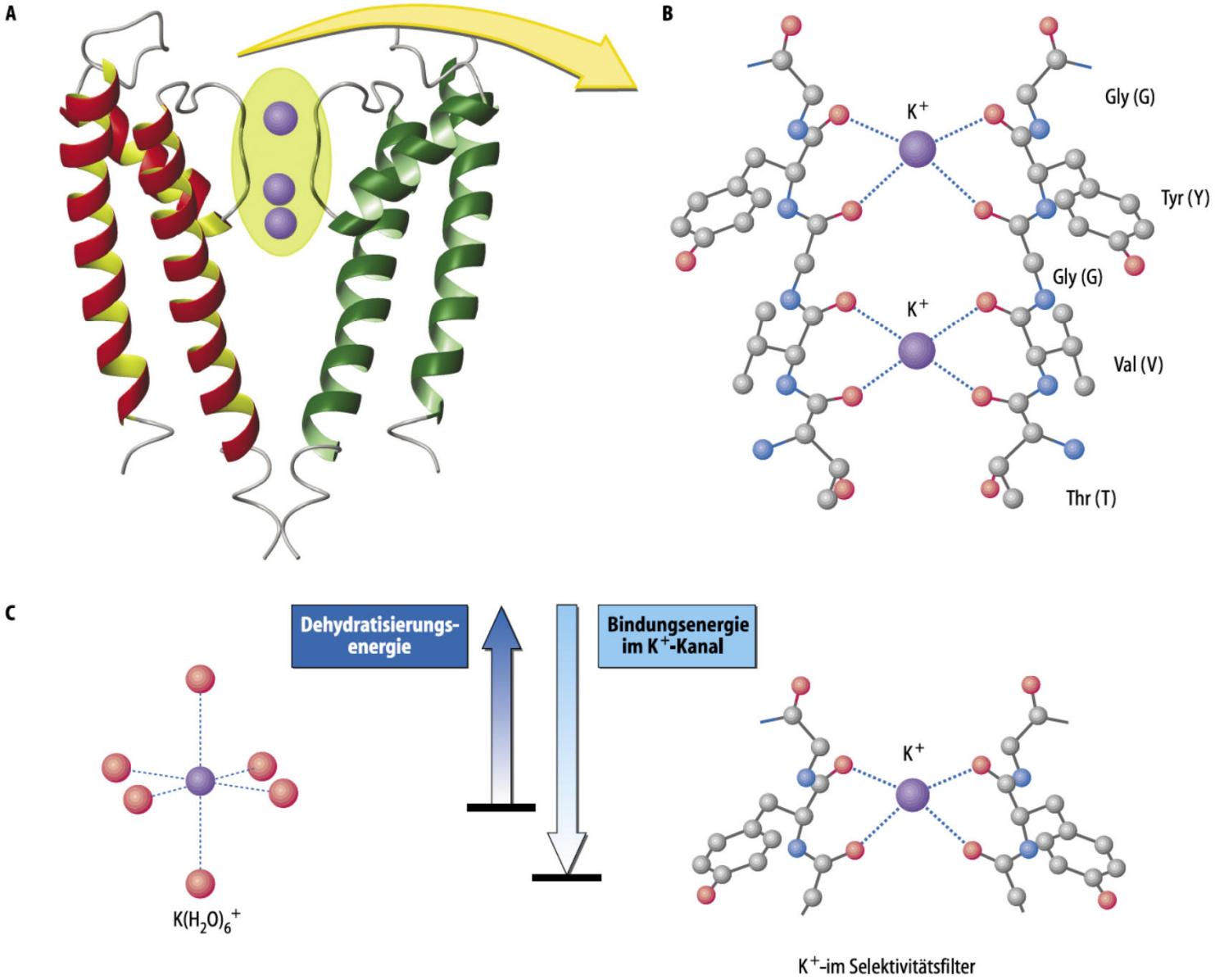


Quelle: http://aups.org.au/Proceedings/37/15-27/Figure_4.jpg

Ionenkanäle: III Spezifität

Aus: R. F. Schmidt, F. Lang, G. Thews – Physiologie des Menschen
Kapitel 4: Grundlagen zellulärer Erregbarkeit

© Springer Medizin Verlag Heidelberg 2005



Ionenkanäle: IV Kanal-Typen

K^+-Kanäle

- spannungsaktivierte
- Ca^{2+}-aktivierte

Na^+-Kanäle

- spannungsaktivierte
- epitheliale

Ca^{2+}-Kanäle

- spannungsaktivierte
- speicherregulierte

Nichtselektive Kationen-Kanäle

- TRP-Kanäle
- Transmitterrezeptoren

Cl^--Kanäle

- CFTR (ABC-Transporter)

Organische Osmolyte-Kanäle

- malariainfizierte Erythrozyten

H^+-Kanäle

- Immunabwehr

H_2O-Kanäle

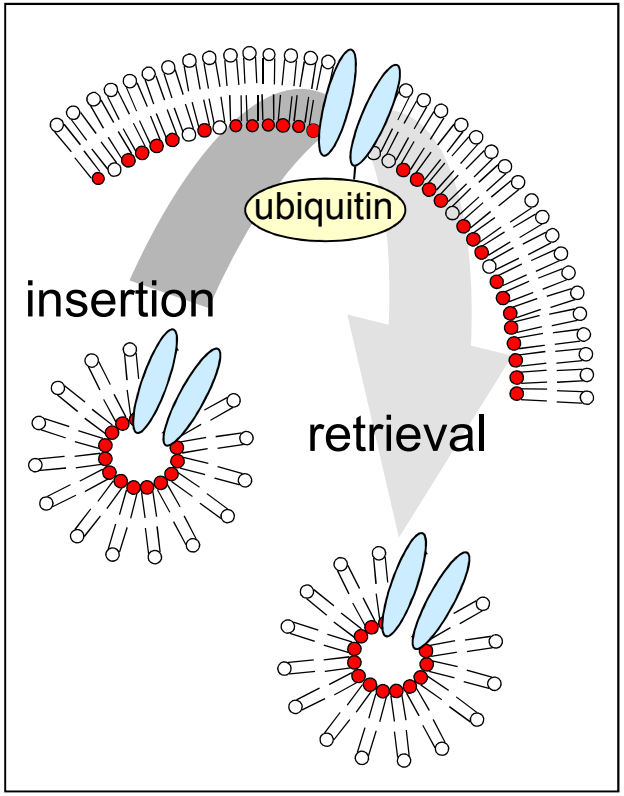
- Aquaporine

Ionenkanäle: V Regulation der Ionenkanalaktivität

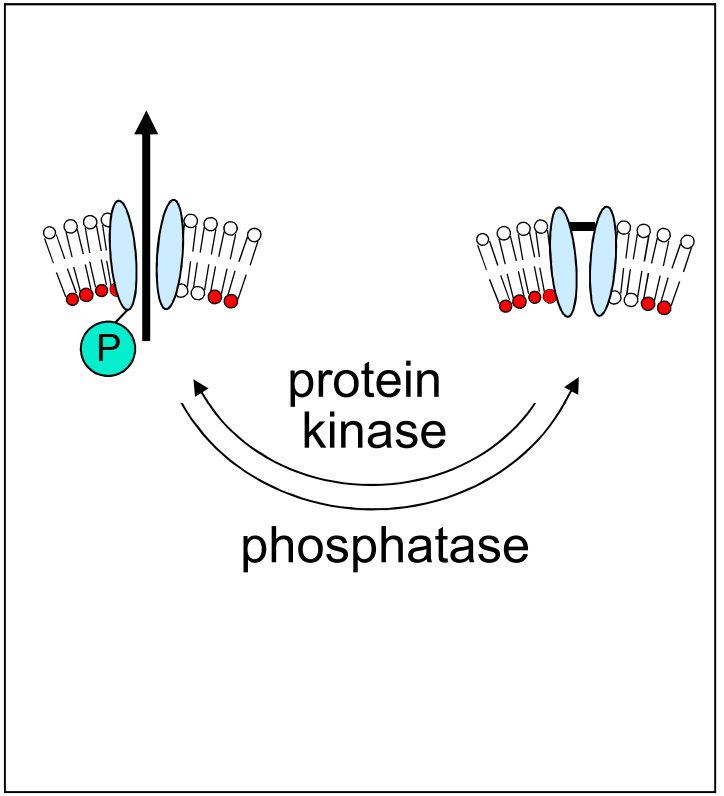
Liganden

Membranspannung

Oberflächenexpression



Chemische Modifikation



Osmose

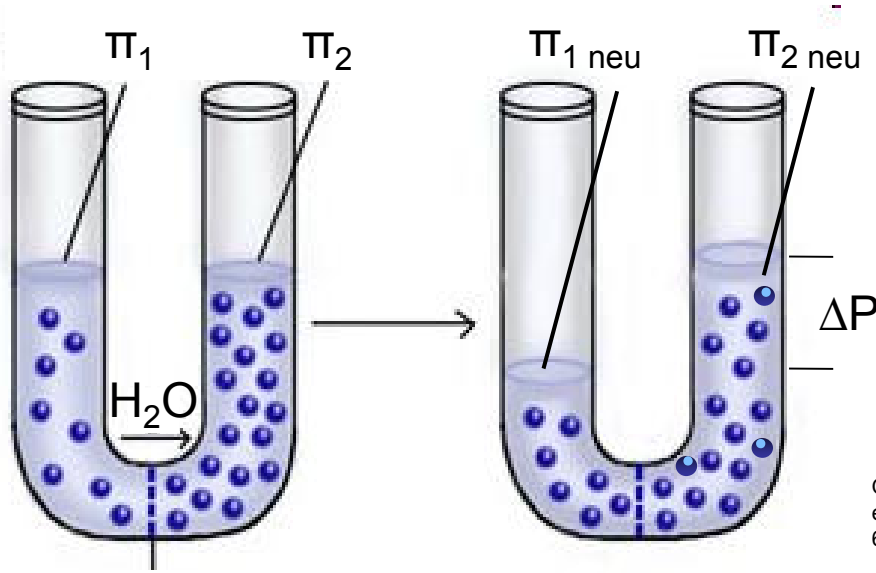
van-’t-Hoff’sche Gesetz

$$\pi = i \cdot c \cdot R \cdot T \ [Pa]$$

π : osmotischer Druck
i: Anzahl Ionen, die durch Dissoziation eines Moleküls entstehen
c: molale Konzentration des gelösten Stoffes [mol · (kg Lösungsmittel)$^{-1}$]
R: allgemeine Gaskonstante
T: absolute Temperatur [K]
gilt nur für verdünnte Lösungen, bei denen Wechselwirkungen zwischen den gelösten Molekülen vernachlässigbar sind

Wasserflüsse

Wasser fließt *iso*osmotisch den aktiv, sekundär-aktiv bzw. passiv transportierten Stoffen (Ionen, Glukose, Aminosäuren, etc.) hinterher



Quelle:http://static.cosmiq.de/data/de/79d/24/79d24e39121c494a76ebf66044e491d0_1.jpg

selektiv permeable Membran

ΔP: hydrostatischer Druck

$\Delta P = \pi_{2\ neu} - \pi_{1\ neu}$

Beim Verdünnen der Konzentration eines gelösten Teilchen verringert sich die freie Enthalpie (Gibbsche Energie) und vergrößert sich die Entropie

Klausurfragen

Welche Antwort ist richtig:

Die (proteinfreie) Plasmamembran ist ausreichend (bezogen auf die Erfordernisse der Zelle) permeabel für:

a) Wasser
b) Atemgase
c) Glukose
d) K^+
e) alle Hormone

Sekundär aktiver Transport bezeichnet:

a) Elektrodiffusion von Ionen durch Kanäle
b) Das Pumpen von Ionen unter ATP-Verbrauch
c) der Uniport von z. B. Glukose entlang des chemischen Gradienten
d) das Ausnützen der elektochemischen Triebkraft eines Ions, das im Ko- oder Antiport zusammen mit dem Solut transportiert wird
e) den Kotransport von Soluten