

Einführung in die Medizinphysik

Was:

- Physik des Lebens
- Physikalische Techniken für die Diagnostik
- Physikalische Methoden für die Therapie

Wann:

Mo 8¹⁵ - 9⁰⁰
Mi 8³⁰ - 10⁰⁰

Wo: P1 - O2 - 323

Wer: Dieter Suter
Raum P1-O1-216 Tel. 3512
Dieter.Suter@uni-dortmund.de
<http://e3.physik.uni-dortmund.de>

Übungen

Wann: Fr 08³⁰ - 10⁰⁰

Wo: P1 - 02 - 323

Übungsleiter: Hans Georg Krojanski
Raum P1-E0-209, Tel. 3560
hansg@e3.physik.uni-dortmund.de

Ablauf: Übungsblätter werden Fr in der Übung verteilt
Abgabe bis Mi 10:15 in Briefkasten 217.
Rückgabe und Besprechung Fr in der Übungsstunde

Medizinische Physik, Band 1-3
J. Bille, W. Schlegel (Hrsg.)
Springer-Verlag 1999 - 2005

Biophysics
R. Glaser
Springer-Verlag 2001

Biophysik
W. Hoppe, W. Lohmann, H. Markl, H. Ziegler (Hrsg.)
Springer-Verlag 1982

Bildgebende Verfahren in der Medizin
O. Dössel
Springer-Verlag 2000

1) Medizin und Physik

1.1 Organisatorisches

1.2 Medizin

1.3 Ausbildungsangebot

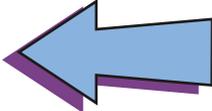
1.4 Physik und Leben

1.5 Die Zelle als Grundbaustein

1.6 Biomoleküle

Bedeutung: v. lat. ars medicina : Heilkunst, Heilkunde

Medizin ist die Wissenschaft vom gesunden und kranken Lebewesen:

- **Humanmedizin** 
- **Zahnmedizin**
- **Veterinärmedizin**
- **Phytomedizin (Pflanzenkrankheiten und Schädlinge)**

Humanmedizin

Gesundheit und Krankheit des Menschen

körperlich : physisch

geistig : psychisch

Vorbeugung : Prophylaxe

Erkennung : Diagnostik

Behandlung : Therapie

Zeugung, Schwangerschaft, Geburt, Tod

Medizinische Fachgebiete

- 1. Anästhesiologie**
- 2. Anatomie**
- 3. Arbeitsmedizin**
- 4. Augenheilkunde**
- 5. Biochemie**
- 6. Chirurgie**
- 7. Frauenheilkunde und Geburtshilfe**
- 8. Hals-Nasen-Ohrenheilkunde**
- 9. Haut- und Geschlechtskrankheiten**
- 10. Humangenetik**
- 11. Hygiene und Umweltmedizin**
- 12. Innere Medizin und**
- 13. Kinder- und Jugendmedizin**
- 14. Kinder- und Jugendpsychiatrie**
- 15. Laboratoriumsmedizin**
- 16. Mikrobiologie, Virologie und Infektionsepidemiologie**

Medizinische Fachgebiete

17. Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie
18. Neurochirurgie
19. Neurologie
20. Nuklearmedizin
21. Öffentliches Gesundheitswesen
22. Pathologie
23. Pharmakologie
24. Physikalische und Rehabilitative Medizin
25. Physiologie
26. Psychiatrie und Psychotherapie
27. Psychosomatische Medizin und Psychotherapie
28. Radiologie
29. Rechtsmedizin
30. Strahlentherapie
31. Transfusionsmedizin
32. Urologie

genauerer:

(Muster-) Weiterbildungsordnung, Stand Mai 2005

<http://www.baek.de/30/Weiterbildung/index.html>

Medizin und Kultur

Die Medizin ist ein Teilbereich der menschlichen Kultur, daher ist ihr Erscheinungsbild variabel.

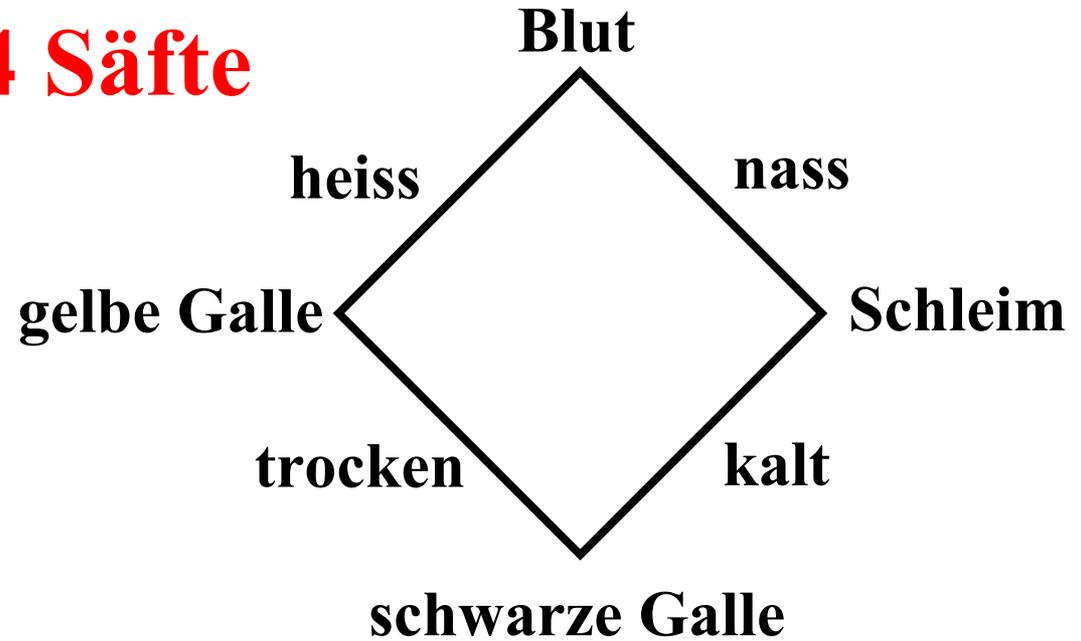


**Howard Terpning:
Blessing From the
Medicine Man**

Anfänge der wissensch. Medizin

Kernpunkt der Lehre:

4 Säfte



Hippokrates von Kos
ca. 460-375 v. Chr.

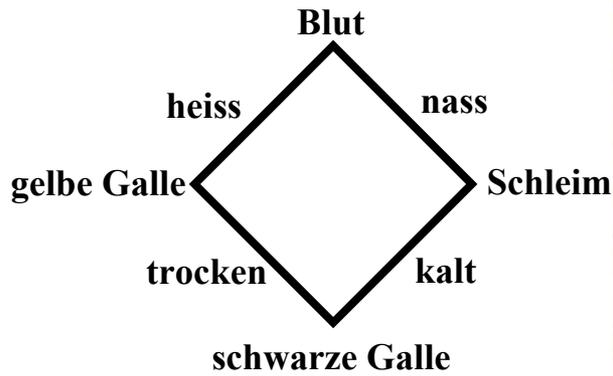
z. Vgl.:
Aristoteles
4 Elemente



Temperamentenlehre

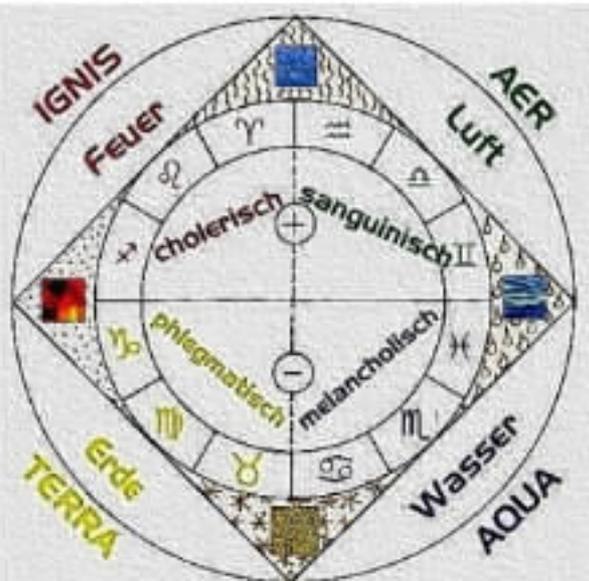
Melancholiker: schw. Galle

Phlegmatiker: Schleim



Choleriker: gelbe Galle

Sanguiniker: Blut



Hippokratische Techniken

Aderlass



**Krankheit =
Ungleichgewicht zwischen den
Säften**

Schröpfköpfe

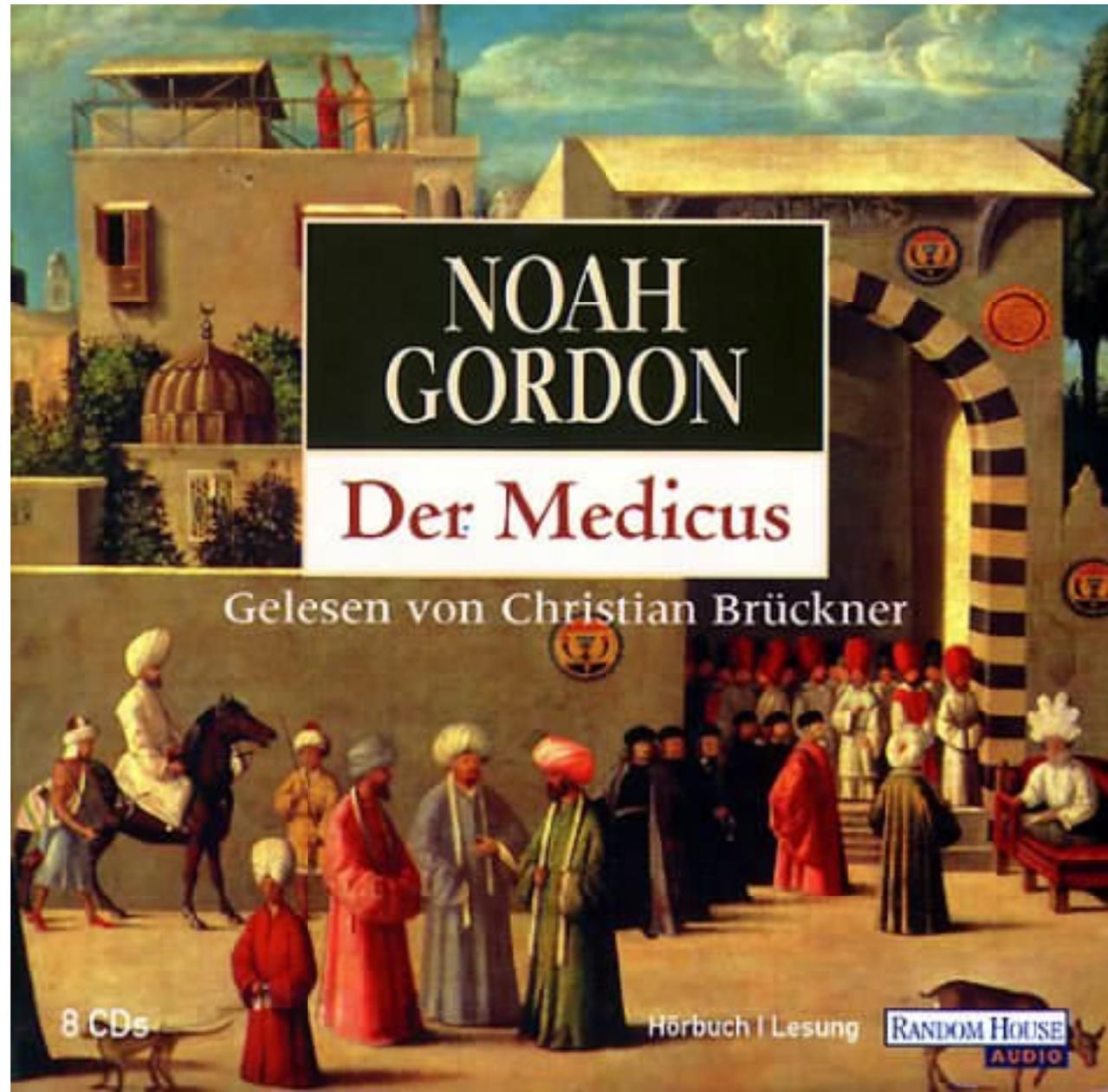


Medizin im Mittelalter

Mittelalter: Tradition, Religion, Glaube

“Medicus, Chirurg oder Bader - sie alle leugnen die unbestreitbare Wahrheit, dass die Dreifaltigkeit und die Heiligen allein die Kraft haben, zu heilen.”

Priester in “Der Medicus”
von Noah Gordon



Medizin im Mittelalter



Kranke suchen Heilung und Almosen bei der Hl. Gertrud

Derick Baegert, Museum für Kunst und
Kulturgeschichte, Dortmund

Medizin im Mittelalter



**Untersuchung von Leprakranken
aus
Hans von Gersdorffs
Feldtbuch der Wundartzney**

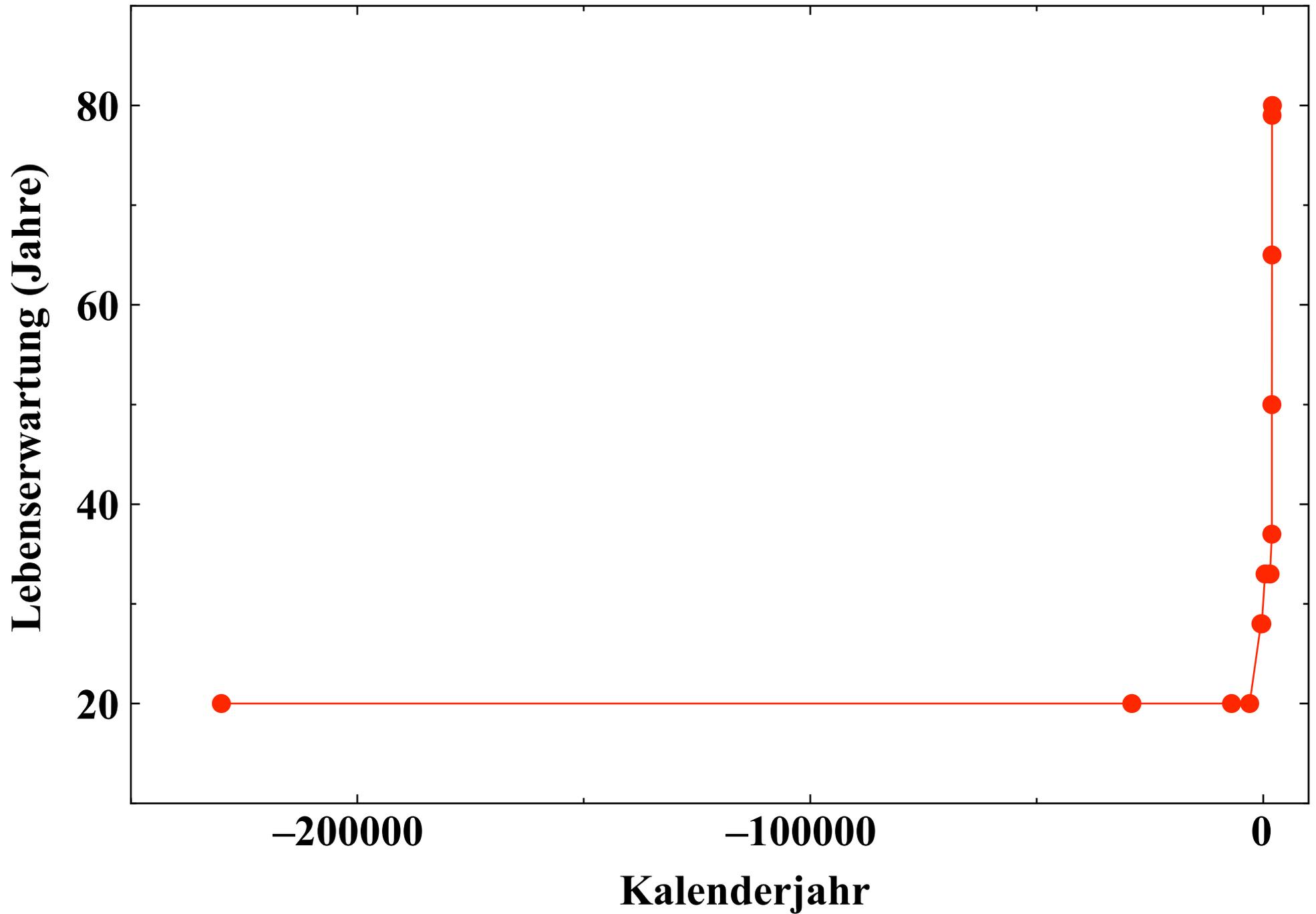
Medizin und Naturwissenschaft

Renaissance, Neuzeit: Biologische Grundlagen

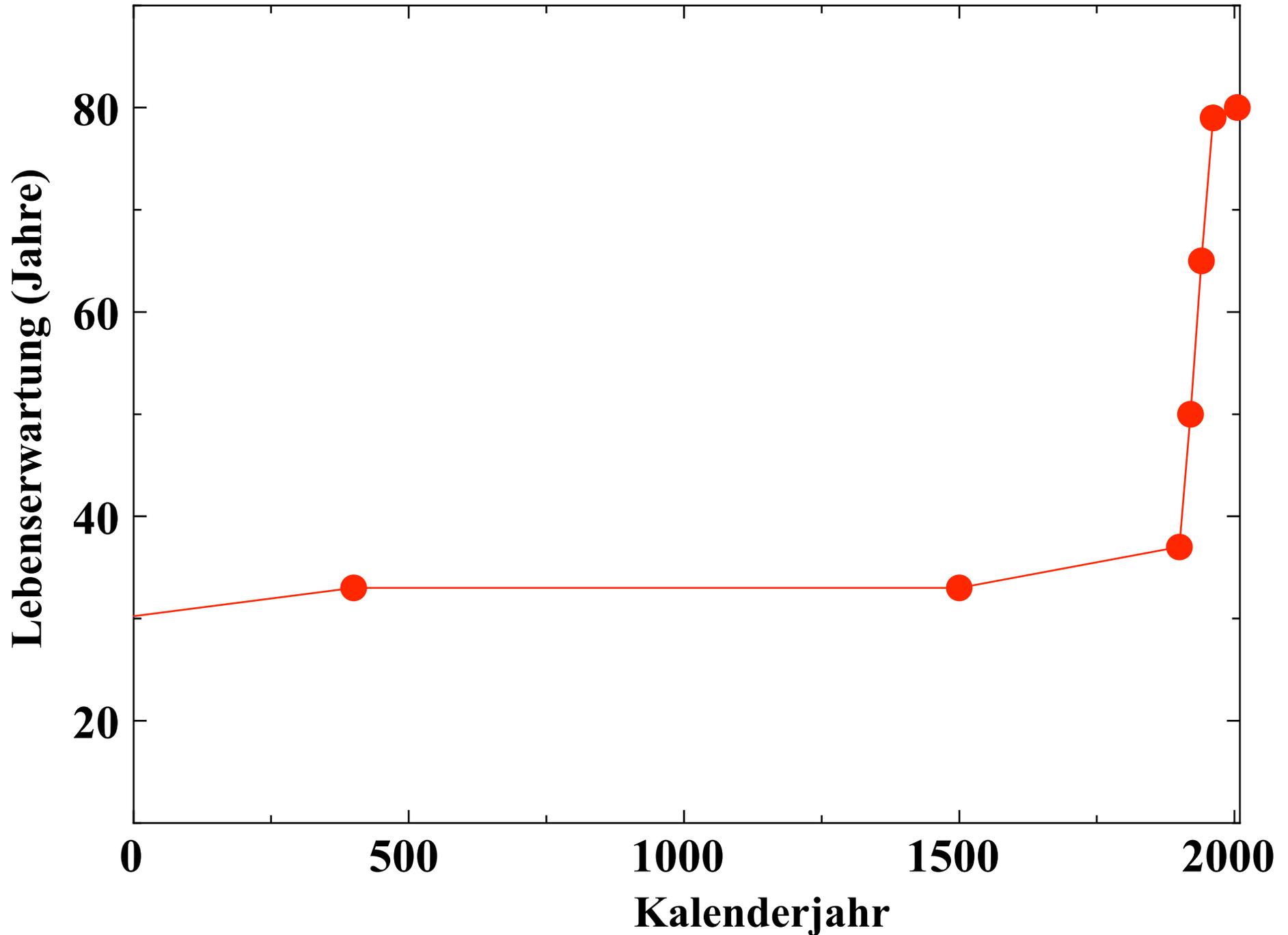


Rembrandt (1632): Der Arzt Nicolaes Tulp bei der Demonstration der Anatomie des Armes

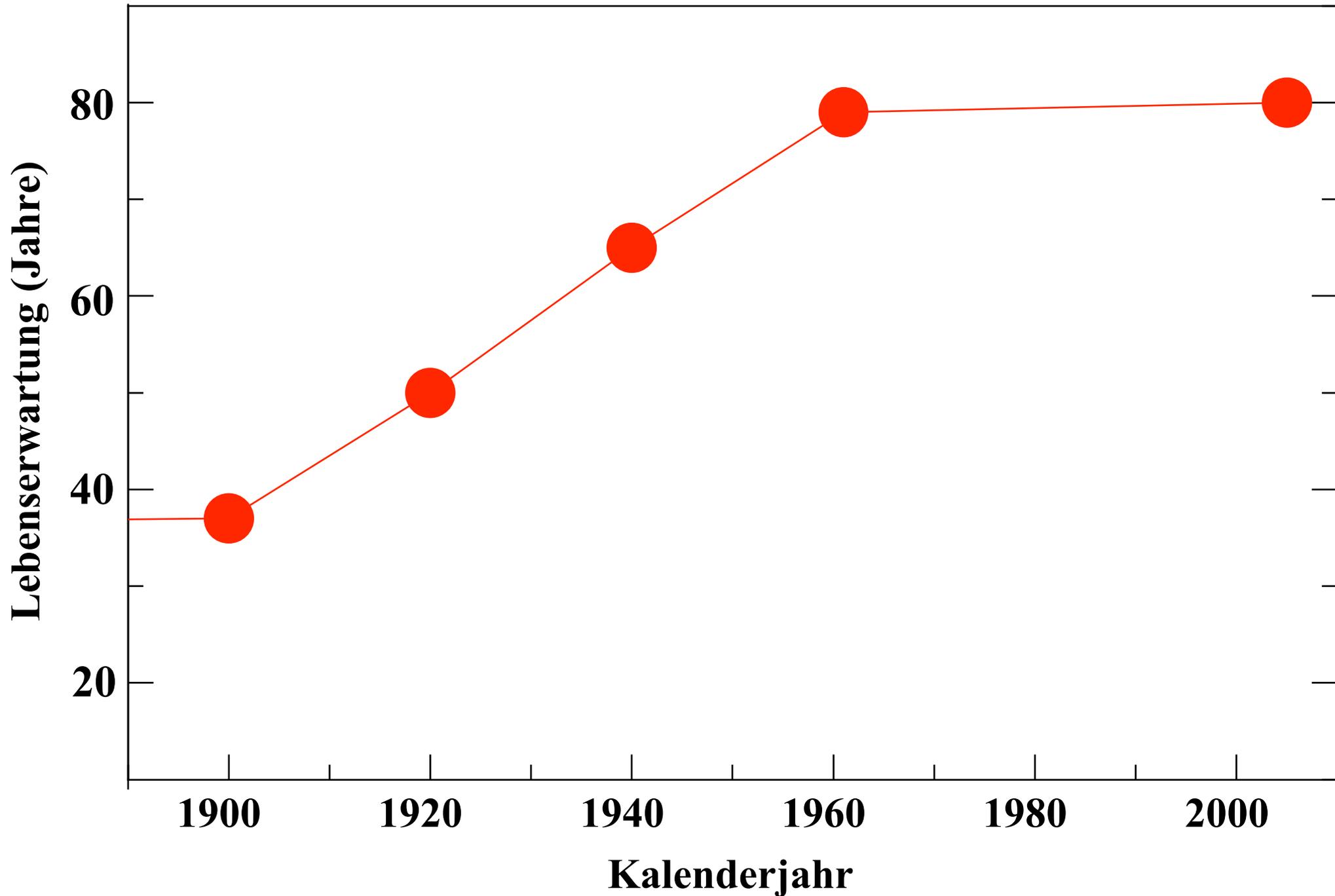
Lebenserwartung



Lebenserwartung

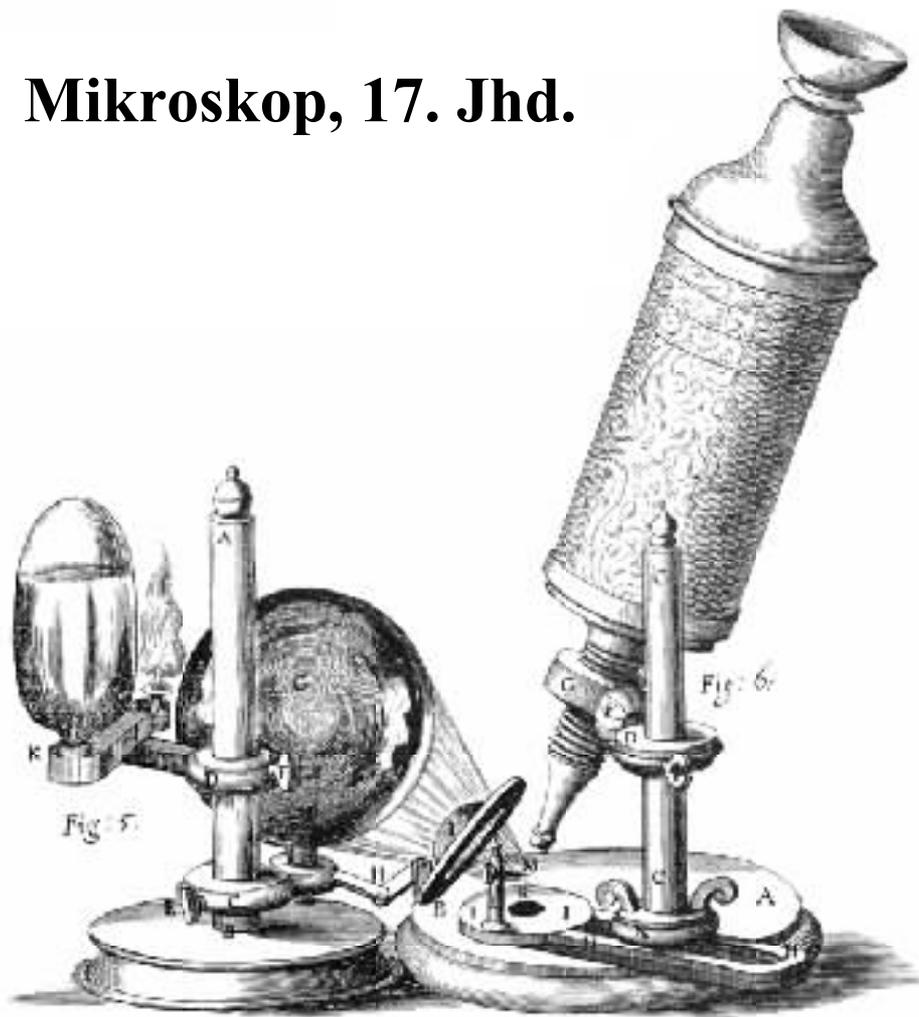


Lebenserwartung

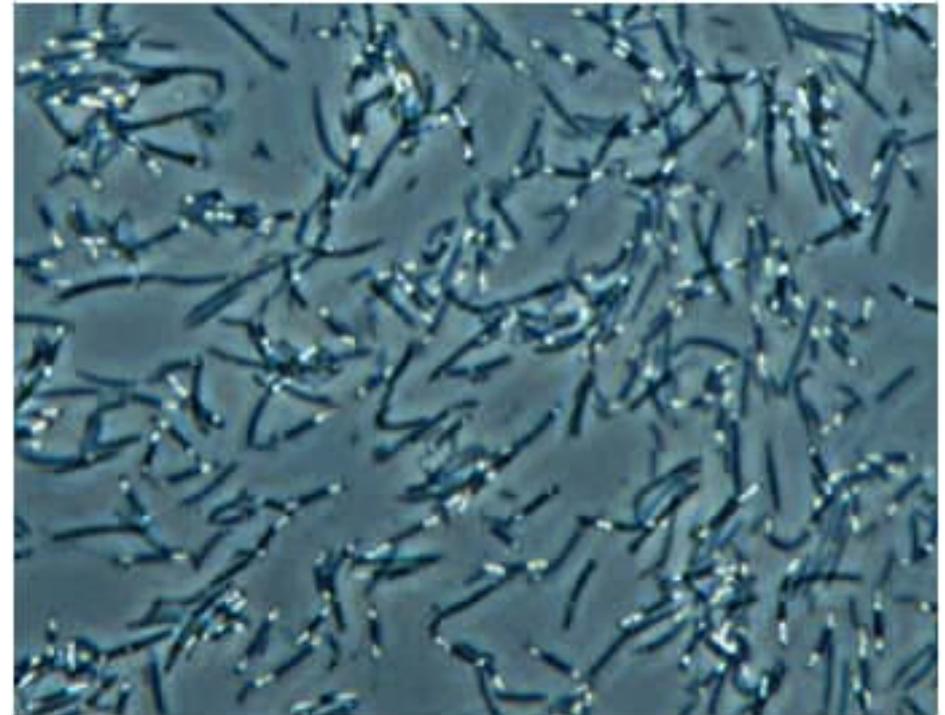


Medizin und Naturwissenschaft

Mikroskop, 17. Jhd.



Die Entwicklung des Mikroskops führte unmittelbar zur Entdeckung von Bakterien (Anton van Leeuwenhoek, 1676) und zum Forschungsgebiet “Mikrobiologie”.



Medizin und Naturwissenschaft

20. JHd.: Wissenschaftliche Entdeckungen führen zu neuen Medikamenten, Geräten, Techniken

Am wichtigsten: Antibiotika

Bsp.: Penizillin; ursprünglich entdeckt 1896 (Ernest Duchesne);

Clodomiro Picado Twight entdeckt antibiotischen Effekt 1923.

Alexander Fleming bemerkt 1928 Wachstums hemmenden Effekt auf Bakterien.

Der Fortschritt der Medizin gründet sich in praktisch allen Bereichen auf Beiträge aus Naturwissenschaft und Technik.

Medizin und Naturwissenschaft

Physikalische Erkenntnisse und Methoden tragen zusammen mit ihrer technischen Umsetzung zur Erkennung und Behandlung von Krankheiten sowie zur Erhaltung und Wiederherstellung der Gesundheit des Menschen bei.

Sowohl im klinischen Alltag als auch in den Forschungseinrichtungen der Biowissenschaften ist die Mitarbeit des Physikers immer stärker gefragt.

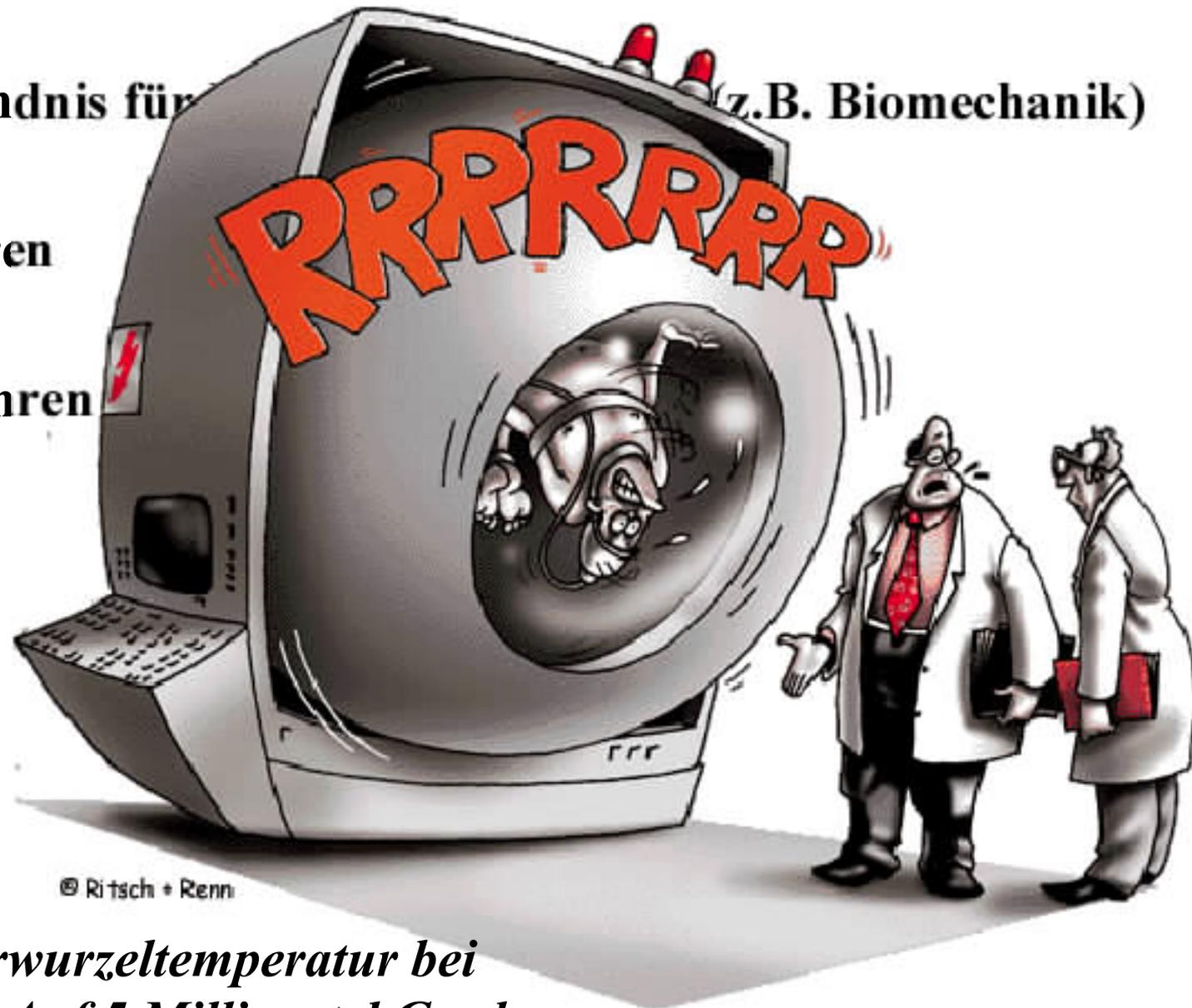
Im Zuge dieser Entwicklung hat sich in manchen Feldern der Krankenversorgung eine besonders enge Zusammenarbeit zwischen Arzt, Physiker und medizinischem Assistenzpersonal herausgebildet.

Beispiele:

- ionisierende Strahlung**
- Laser**
- Roboter und Navigationstechniken**
- Bildgebung**
- Audiologie und die Ophthalmologie**

1.3 Ausbildungsangebot

- Physikalisches Verständnis für (z.B. Biomechanik)
- Diagnostische Verfahren
- Therapeutische Verfahren



Das Gerät mißt die Haarwurzeltemperatur bei Schleuderbewegungen. Auf 5 Millionstel Grad.

Inhalt der Vorlesung

1) Einführung

Physik des Körpers

2) Biomechanik

3) Blutkreislauf

4) Ohr

5) Auge

Diagnostische Methoden

6) Röntgendiagnostik

7) Nukleardiagnostik

8) Ultraschall

9) MRI

10) Magnetische und elektrische Quellen

Therapeutische Methoden

11) Ionisierende Strahlung

12) Laser

**Einführung, Übersicht
wenig Details !**

Physik & Medizin als Nebenfach

- Praktika :

- 1-tägiges Praktikum am FZ Jülich: Bildgebende Verfahren**

- Weitere Vorlesungen :

- Principles of Magnetic Resonance Imaging**

J. Shah; 2V im WS

- Innovative Verfahren in der Strahlentherapie**

S. Levegrün, 1V im SS

- Brachytherapie und Spezialverfahren in der Strahlentherapie**

D. Flühs, 1V im SS

- Dosimetrie mit Anwendungen**

M. Bambynek, 1V im WS

- Seminare :

- Festkörperspektroskopie,**

- Beschleunigerphysik und Synchrotronstrahlung**

- Aktuelle Fragen der Teilchenphysik, Astroteilchen- und Medizinphysik**

- Prüfung :

Physikalisches Nebenfach : 6-8 SWS

Nichtphysikalisches Nebenfach

Theoretische Medizin 12 SWS, WS + SS

- **Anatomie (I und II) (4 SWS)**
- **Biochemie (I und II) (4 SWS)**
- **Physiologie (I und II) (4 SWS)**

Mündliche Prüfung

weitere Möglichkeit: Biophysik

Lehrstuhl für Biophysik, FB Biologie, Univ. Bochum

- **Einführung in die Biophysik (Struktur der Materie)
(3 V + 1 Ü im SS)**
- **Biophysik II: Biomolekulare Struktur und Dynamik
(2 V + 1 Ü im WS)**
- **Seminar (1 von 2) (1 SWS im WS)**
- **4 Praktikumsversuche**
- **mündliche Prüfung**

Medizinische Physik und Technik

Fernstudium an der Univ. Kaiserslautern

Vorraussetzungen MPT:

Zertifikatsstudium: 4 Semester

für berufstätige Physiker und Elektroingenieure

**Wissenschaftliche Hochschulausbildung
(Diplom, Master)**

Master-Studium: 6 Semester

**für berufstätige Absolventen bestimmter
ingenieur- oder naturwiss. Studiengänge**

Universität, Fachhochschule

+ 1 Jahr Praxis ???

Medizinische Physik und Technik

Aufbau Zertifikatsstudium:

1.Semester:

Einsendeaufgaben:

Informatik: Grundlagen und Einsatz in der Medizin

Biomathematik, insbesondere Statistik

Organisatorische und rechtliche Grundsätze im Gesundheitswesen

(Krankenhaus: Organisation, Verantwortlichkeiten, Haftung,
Haushaltrecht, ...)

Präsenzphase G1:

Kennenlernen, Klärung von Fragen, ...

Klausur:

Medizintechnik

(Beatmung&Narkose, Kreislaufunterstützung, Monitoring, Dialyse,...)

Gesetzlicher Rahmen für den Umgang mit Medizintechnik

(Medizinproduktegesetz, MPBetreibV, Sicherheitsbeauftragte, ...)

Medizinische Physik und Technik

2.Semester:

Einsendeaufgaben:

Biochemie und Biophysik

(Molekularbiologie, Stoffwechsel, Biophysik der Zelle, Bioelektrizität und -magnetismus, Sinnesorgane, Strahlenbiophysik, ...)

Anatomie und Physiologie

(Der menschliche Körper)

Einführung in den Strahlenschutz

(Strahlenphysik, -biologie, Dosimetrie, Strahlenschutz, Rechtsvorschriften, ...)

Präsenzphase G1:

Tutorium Anatomie und Physiologie

Praktikum Strahlenschutz

Klausuren:

Anatomie und Physiologie

Einführung in den Strahlenschutz => Zertifikat Grundkurs Str.schutz

Medizinische Physik und Technik

3./4.Semester: 3 mögliche Vertiefungen

Alle: Physikalische Meßtechniken in der Medizin

Physik und Technik der Nuklearmedizin

Physik und Technik der Röntgendiagnostik

Physik und Technik der Strahlentherapie

Medizinische Optik

Grundlagen von Lasern

Medizinische Anwendung von Lasern

Bilderzeugung und -verarbeitung in der Medizin (Klausur)

Physik und Technik der Ultraschallanwendung in der Medizin

Kernspintomographie und -spektroskopie (Klausur)

Bilderzeugung und -bewertung in der Strahlenphysik (Klausur)

Jeweils Einsendeaufgaben, Klausuren und Praktika

Medizinische Physik und Technik

Aufbau Masterstudium:

1./2. Semester: wie bei Zertifikatsstudium

3./4. Semester: 1 Vertiefung wie bei Zertifikatsstudium

5. Semester: 1 weitere Vertiefung

6. Semester: Klinische Studien

Qualitätsmanagement

Anfertigung einer Masterarbeit

Fachanerkennung

Fachanerkennung als Medizinphysiker:

- **Medizinphysiker ist derzeit in Deutschland keine geschützte oder staatlich definierte Berufsbezeichnung**
(im Gegensatz zu anderen europäischen Ländern)
- **Das Berufsbild des Medizinphysikers mit Fachanerkennung (FAMP) wird von der DGMP (Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik) in ihrer Weiter- und Fortbildungsordnung geregelt.**
(Anlehnung an sich abzeichnende europäische Standards)
- **nach einem Diplom oder Master in Physik:**
3-jährige Weiterbildungsphase unter Anleitung eines dazu ermächtigten Mentors mit 360 Stunden Fortbildungsleistungen gemäß Punktekatalog.
Bis zur Hälfte der Punkte (180 Stunden) können erlassen werden, wenn einschlägige Lehrveranstaltungen aus dem Studium nachgewiesen werden.
Eine einschlägige Diplomarbeit kann die Weiterbildungsphase um ein halbes Jahr, eine Promotion um ein Jahr abkürzen.

Was tun Medizinphysiker?



The American Association of Physicists in Medicine

- **Clinical service and consultation**
- **Research and development**
- **Teaching**

Mehr Details:

http://www.aapm.org/medical_physicist/types_work.asp

“ Aufgrund des vielfach festgestellten Fachkräftemangels im Bereich der Medizinphysik und -technik bieten sich den Absolventen der Fernstudiengänge sehr gute berufliche Perspektiven auf dem Arbeitsmarkt, insbesondere in Krankenhäusern, Kliniken und Großpraxen.

Weitere Arbeitsfelder sind Bereiche der Forschung und Entwicklung medizinischer Geräte und Verfahren, Prüf-, Kontroll- und Wartungswesen, Vertrieb und Schulung in Unternehmen, Behörden und Forschungseinrichtungen. “

Physik als Grundlage

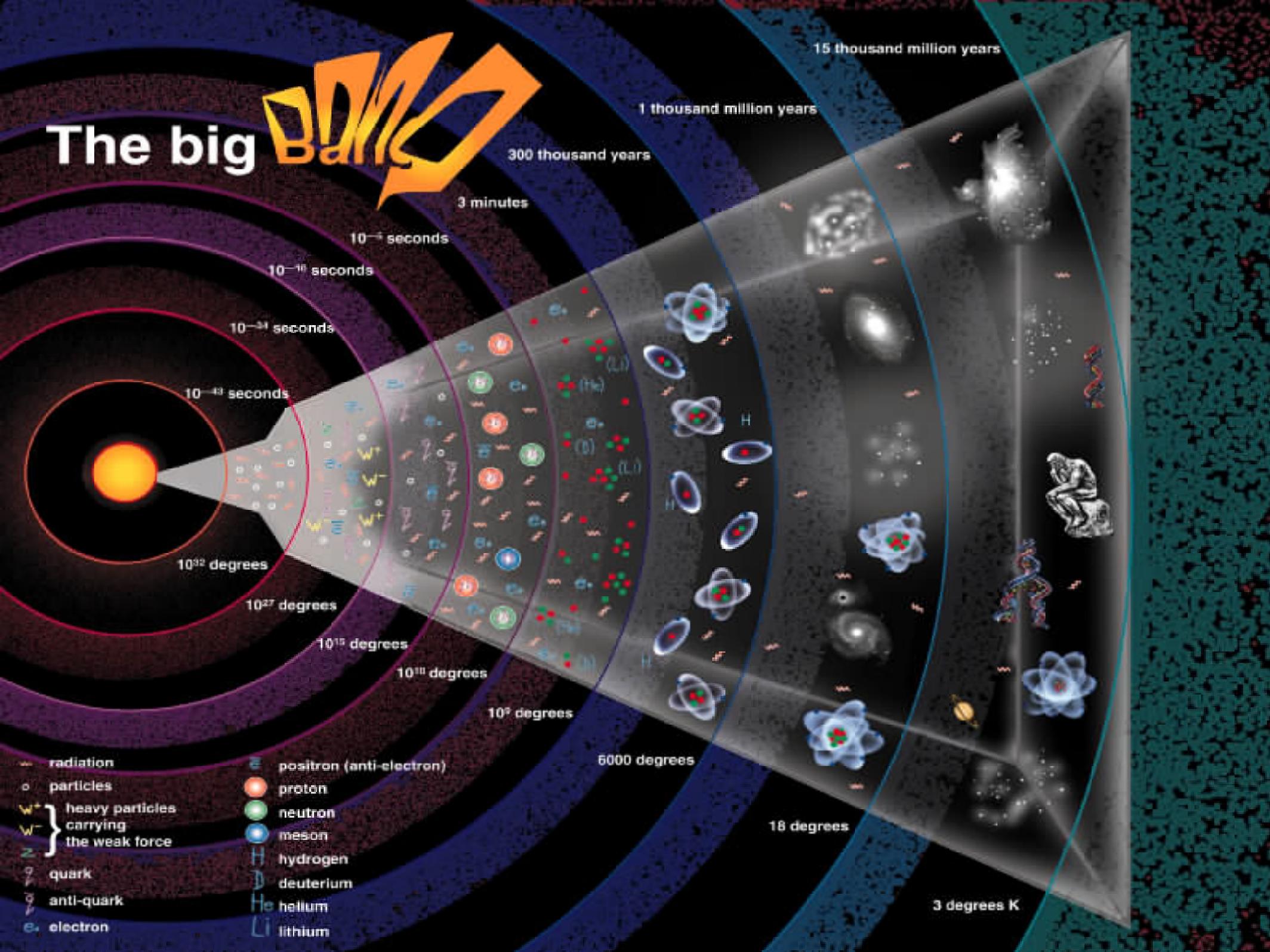
Die Natur ist nämlich einfach und schwelgt nicht in überflüssigen Ursachen der Dinge

Newton

Ein Großteil des Universums bedarf keiner Erklärung. Elefanten zum Beispiel. Sobald Moleküle gelernt haben, miteinander in Wettbewerb zu treten und andere Moleküle nach ihrem Bild zu erschaffen, werden nach einiger Zeit Elefanten und Dinge, die ihnen ähneln, durch die Lande ziehen.

Peter Atkins

The big Bang



- radiation
- particles
- heavy particles carrying the weak force
- heavy particles carrying the weak force
- quark
- anti-quark
- electron

- positron (anti-electron)
- proton
- neutron
- meson
- hydrogen
- deuterium
- helium
- lithium

Physik und Leben

- **Entstehung des Sonnensystems**

- **Entstehung des Lebens**

 - Wasser, Wasser - Anomalie**

- **Formen des Lebens**

 - Größenskalen von Lebewesen**

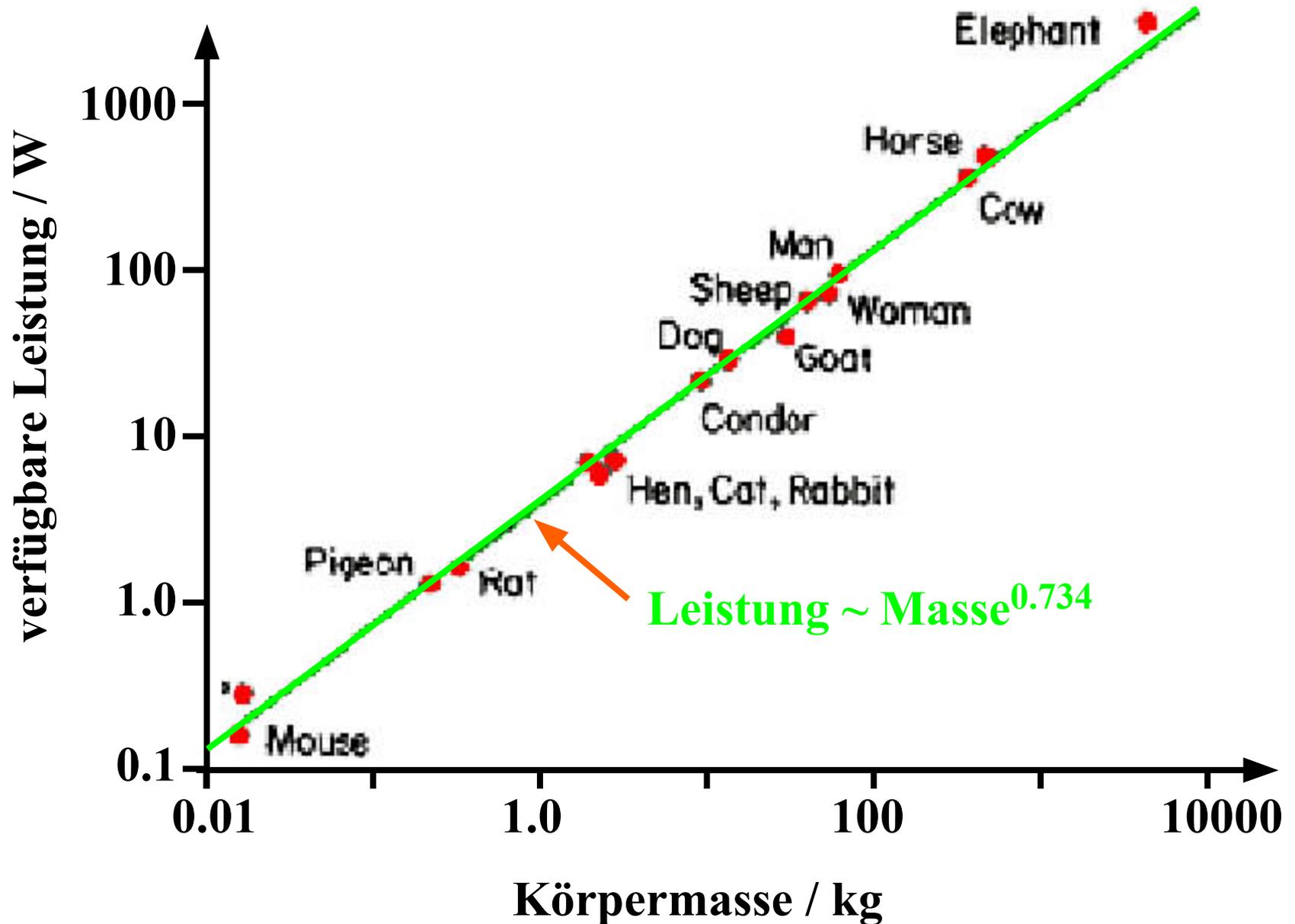
 - Physikalische Grenzen**

 - Energie und Entropie**



Skalierung

Die "Maus - Elefant Kurve"



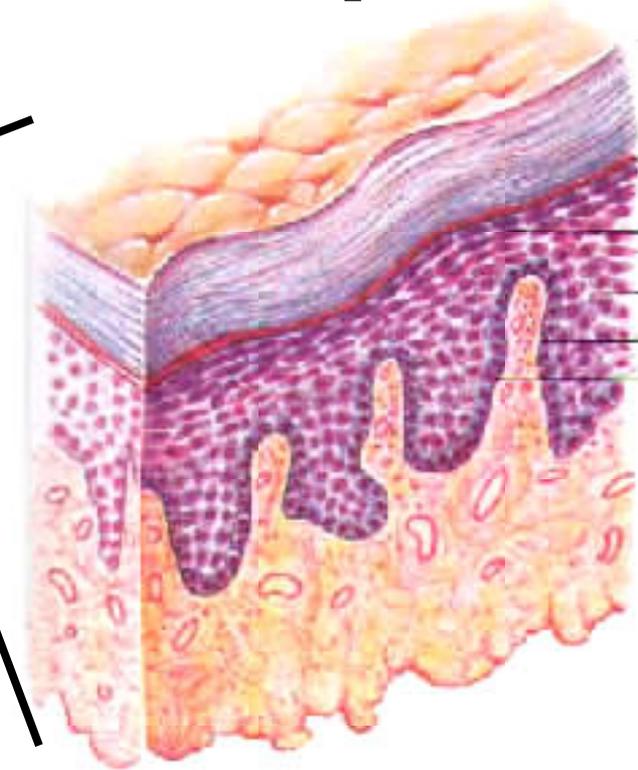
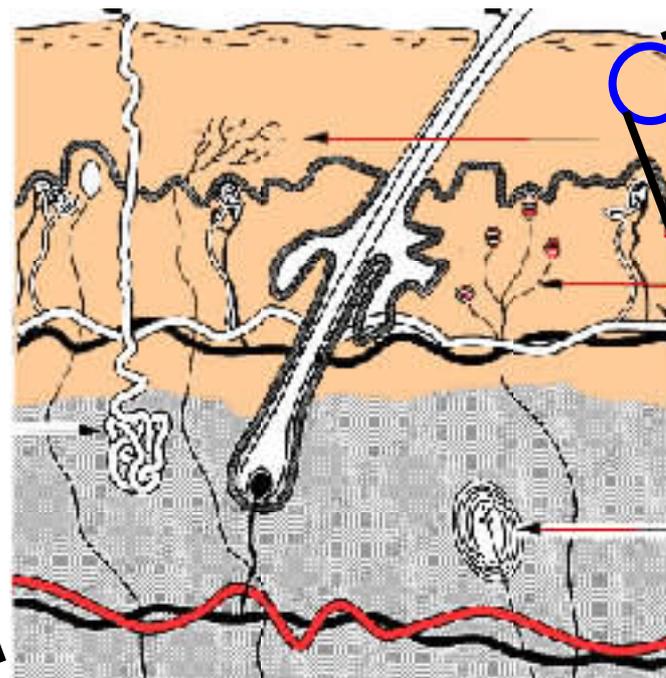
Biologische Strukturelemente

Hierarchie der Strukturelemente am Beispiel Mensch

Organismus: Mensch

Gewebe: Epidermis

Organ: Haut



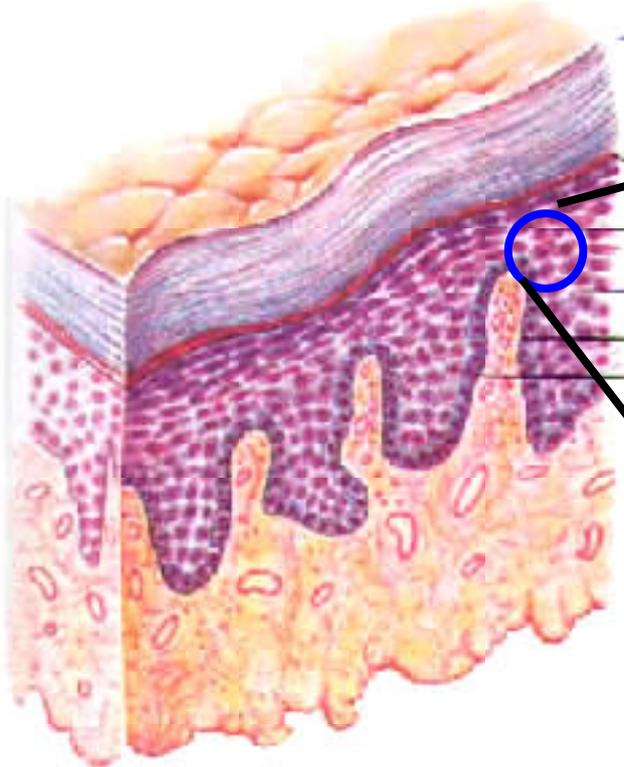
1m

1mm

100 μm

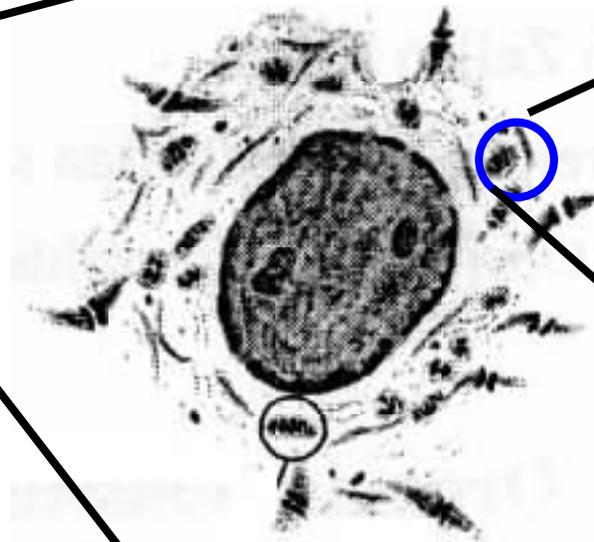
Biologische Strukturelemente

Gewebe: Epidermis



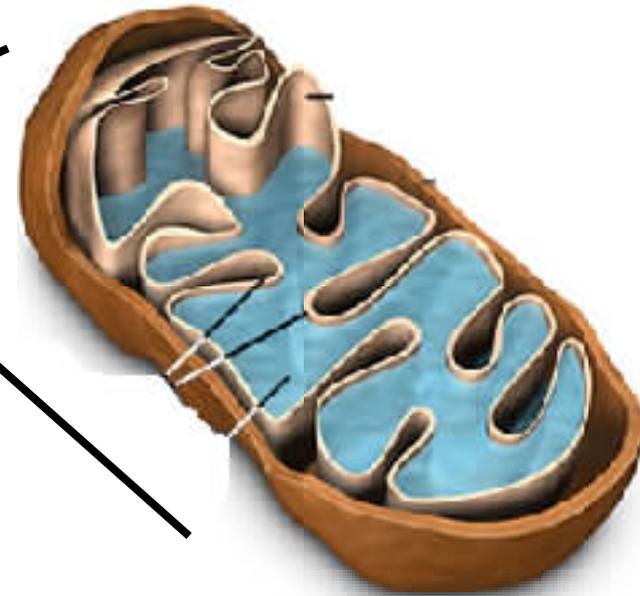
100 μm

Zelle: Basalzelle



10 μm

Organell: Mitochondrium

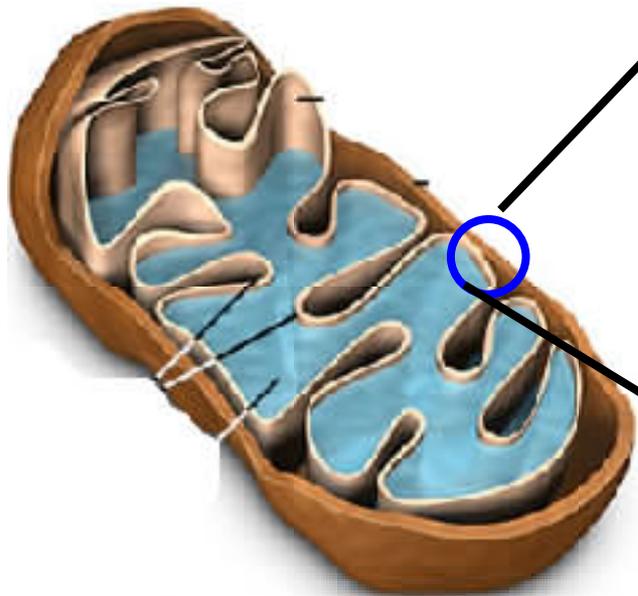


1 μm

Kap. 1.5

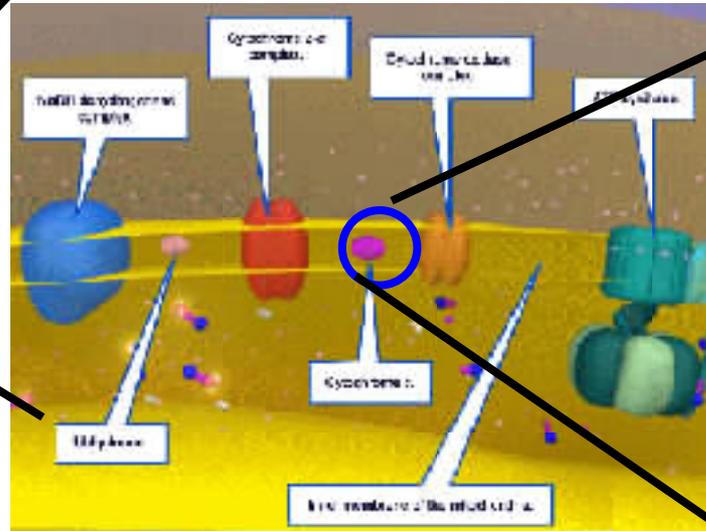
Biologische Strukturelemente

Organell: Mitochondrium



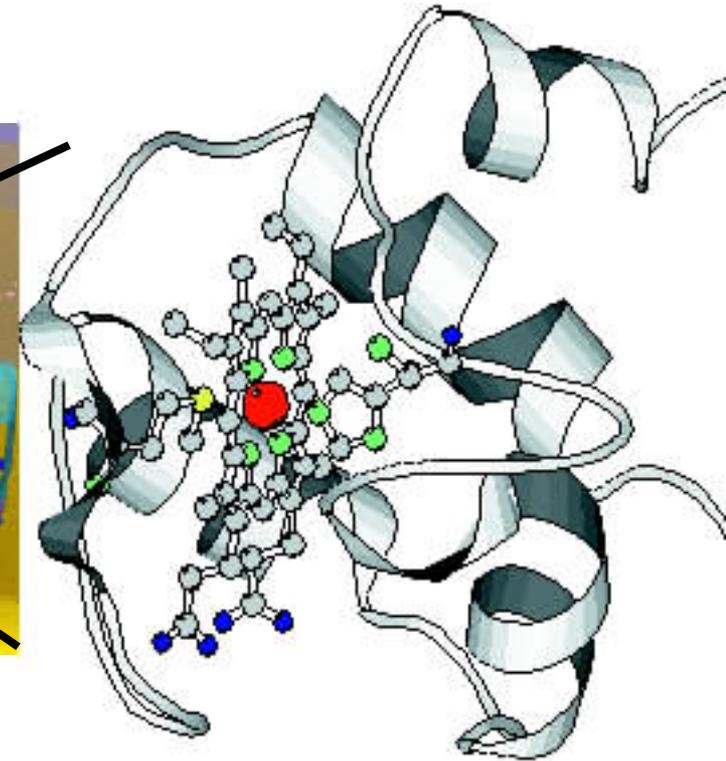
1 μm

Molekülaggregat:
Membran



10 nm

Molekül: Cytochrom



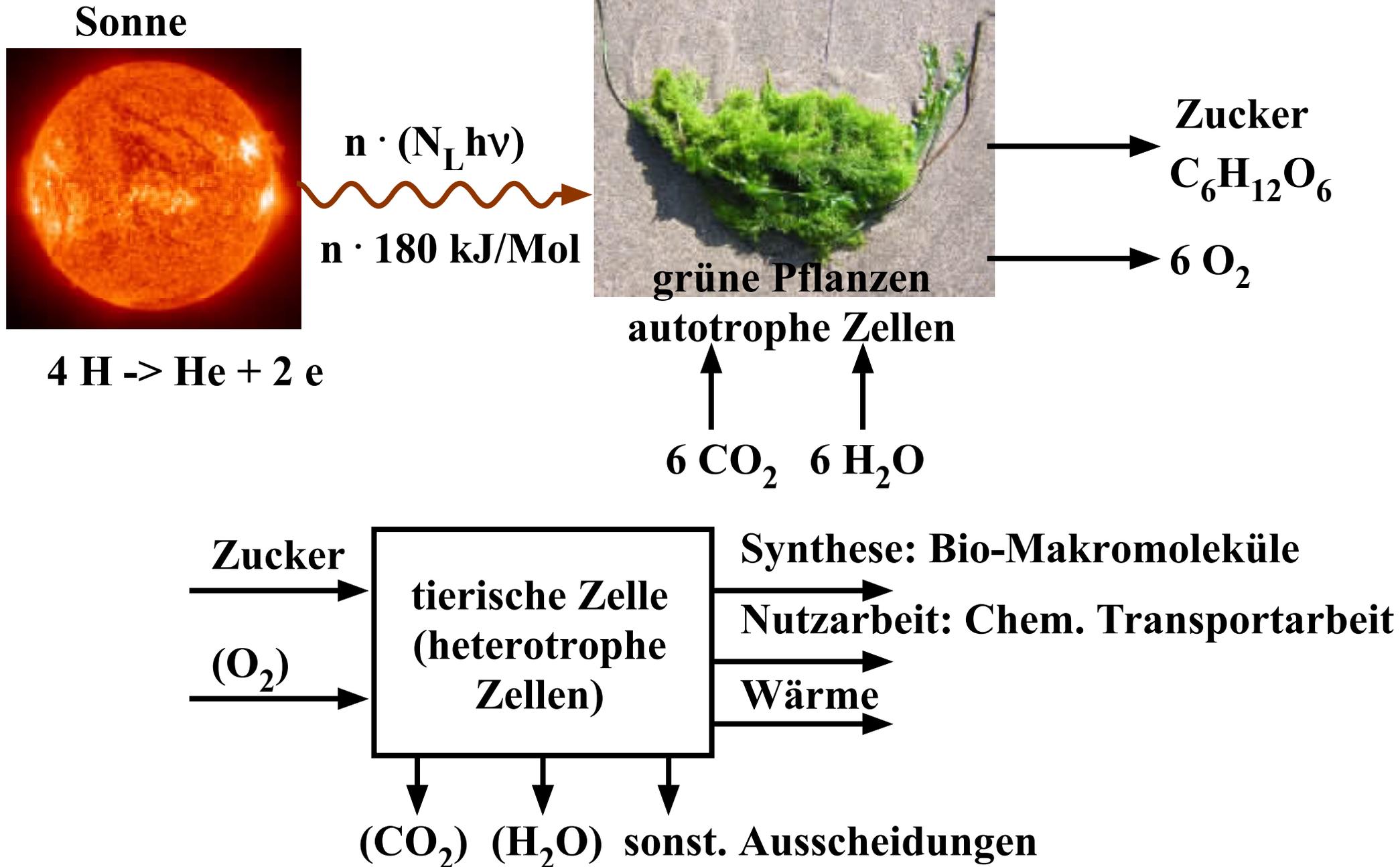
1 nm

Wichtige Molekülarten:

- Proteine
- Nukleinsäuren
- Zucker
- Lipide

Kapitel 1.6

Sonne als Energiespender



Energiefluss im Organismus

Angebot

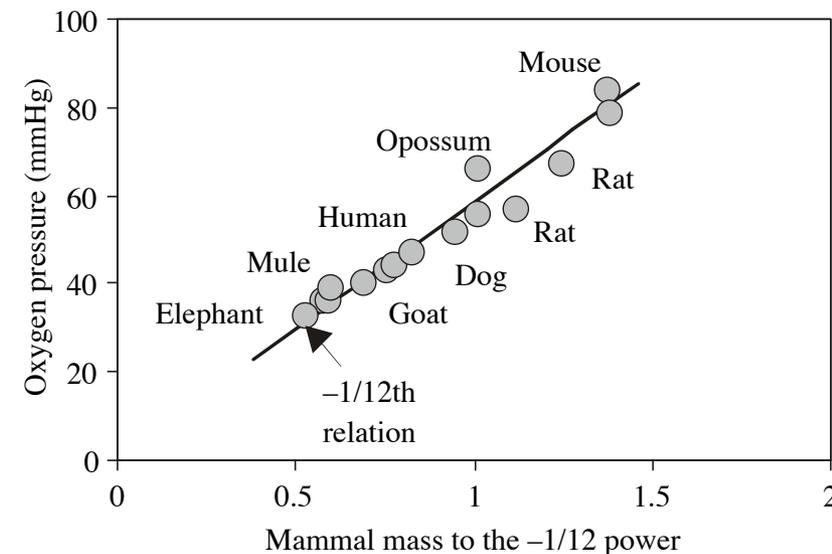
- 1) Ventilation
- 2) Diffusion in der Lunge
- 3) Leistung des Herzes
- 4) Diffusion Kapillaren - Gewebe
- 5) Diffusion in Mitochondrien

Nachfrage

- 6) Proteinsynthese
- 7) Ionenpumpen
- 8) Muskeln: ATPase

Unterschiedliche Skalierung

Bsp: Blut-Sauerstoffgehalt



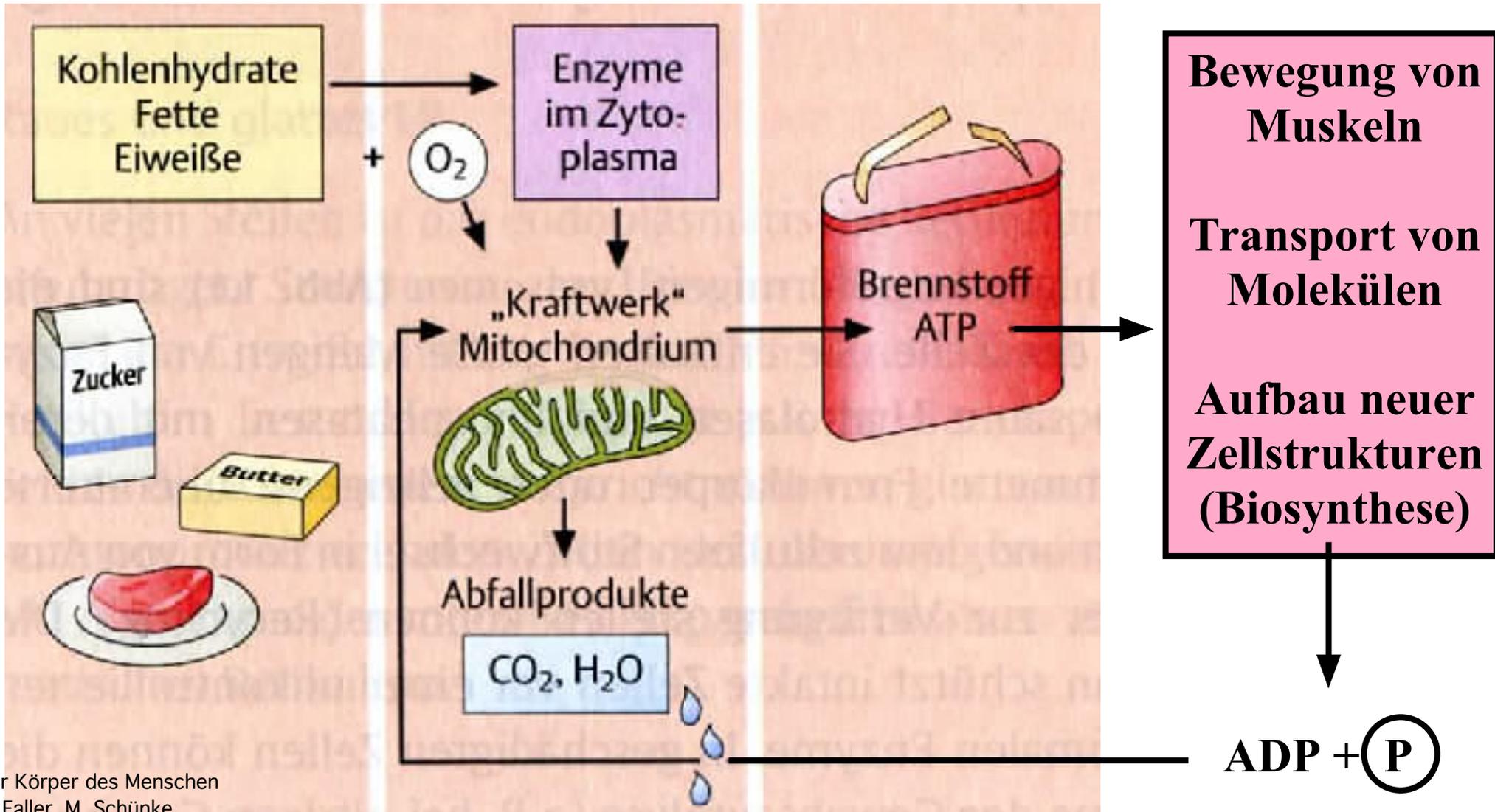
Energiefluss in der Zelle

Energie in
der Nahrung

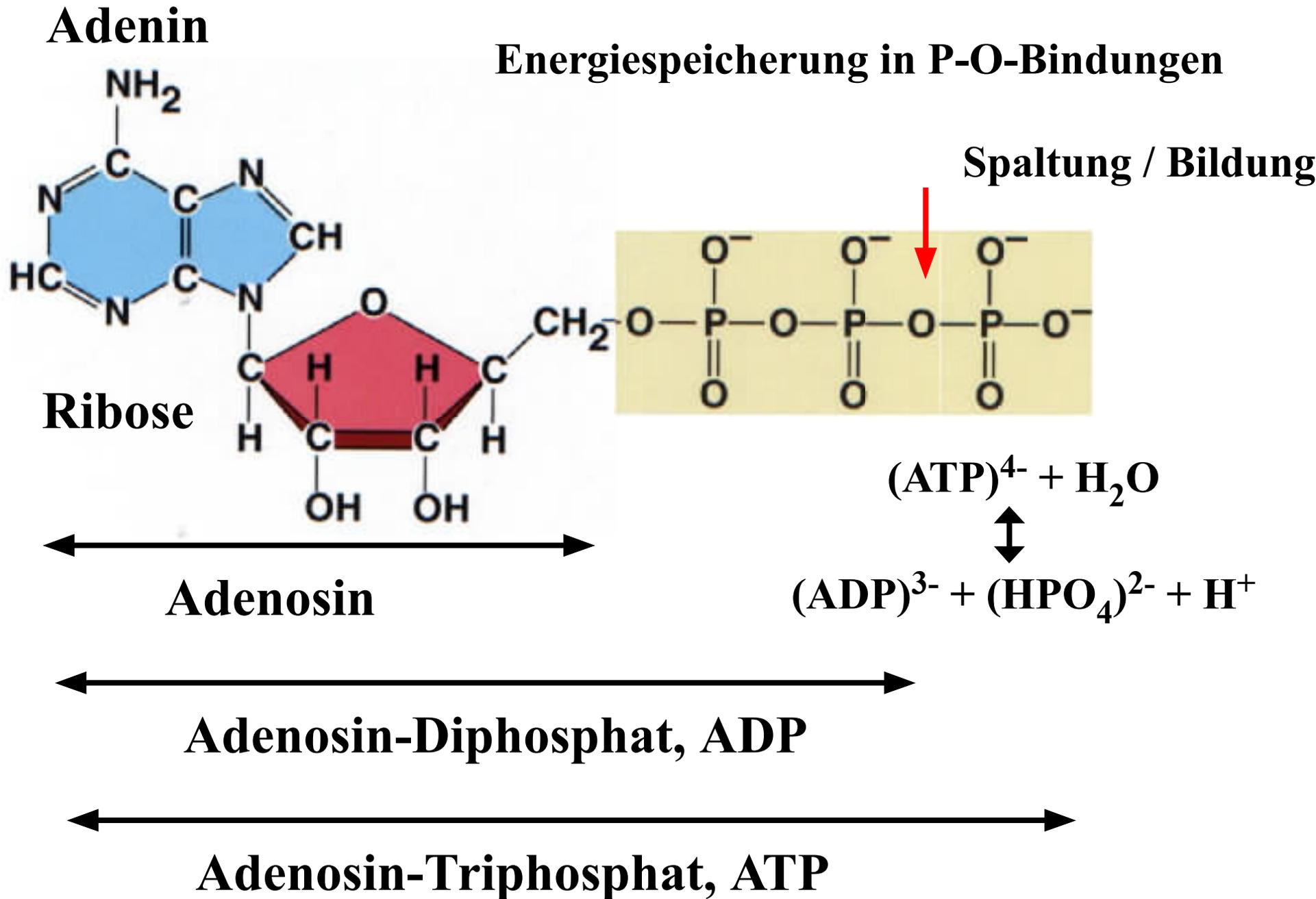
Energie-
umwandlung

erzeugte
Energieform

Verwendung
der Energie



ATP: biologischer Brennstoff



Energiebilanz

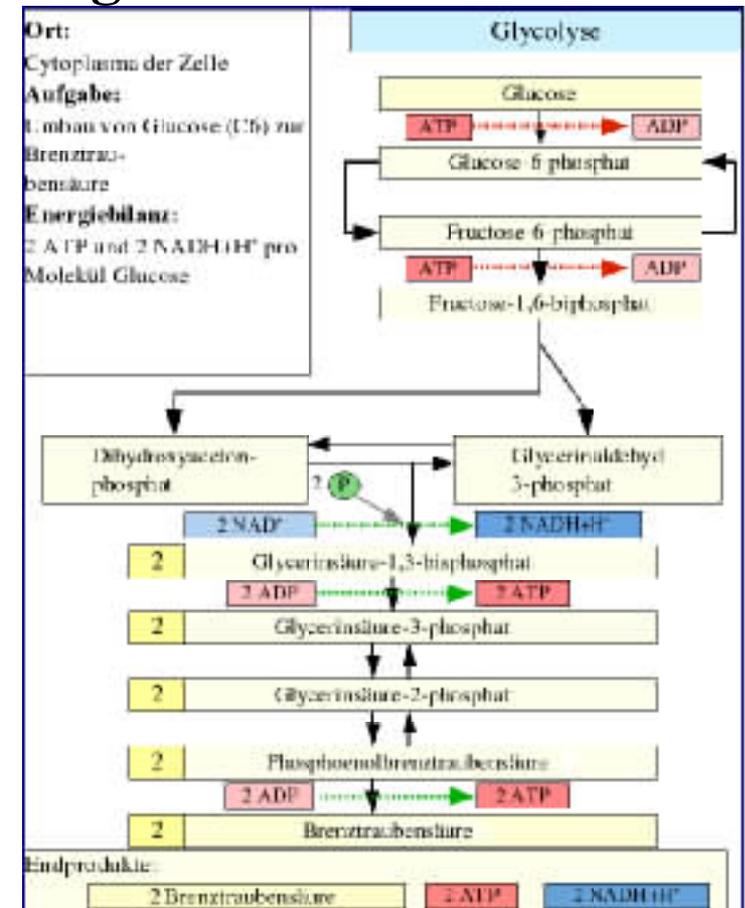
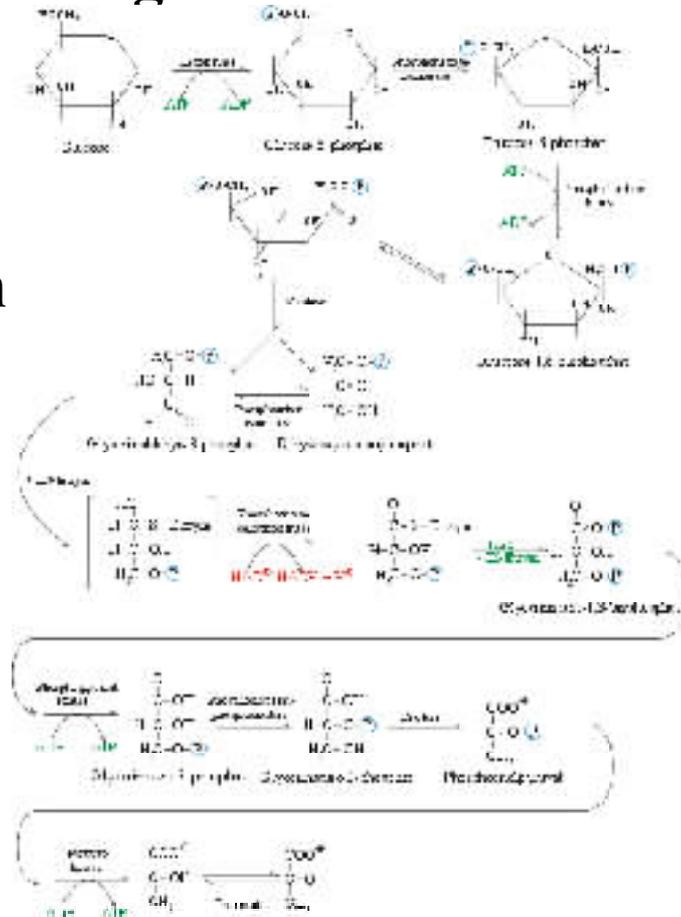
Warum Atmung?

Glykolyse: 1mol D-Glucose \Rightarrow 2mol ATP (0.6eV/Molekül freiges.)

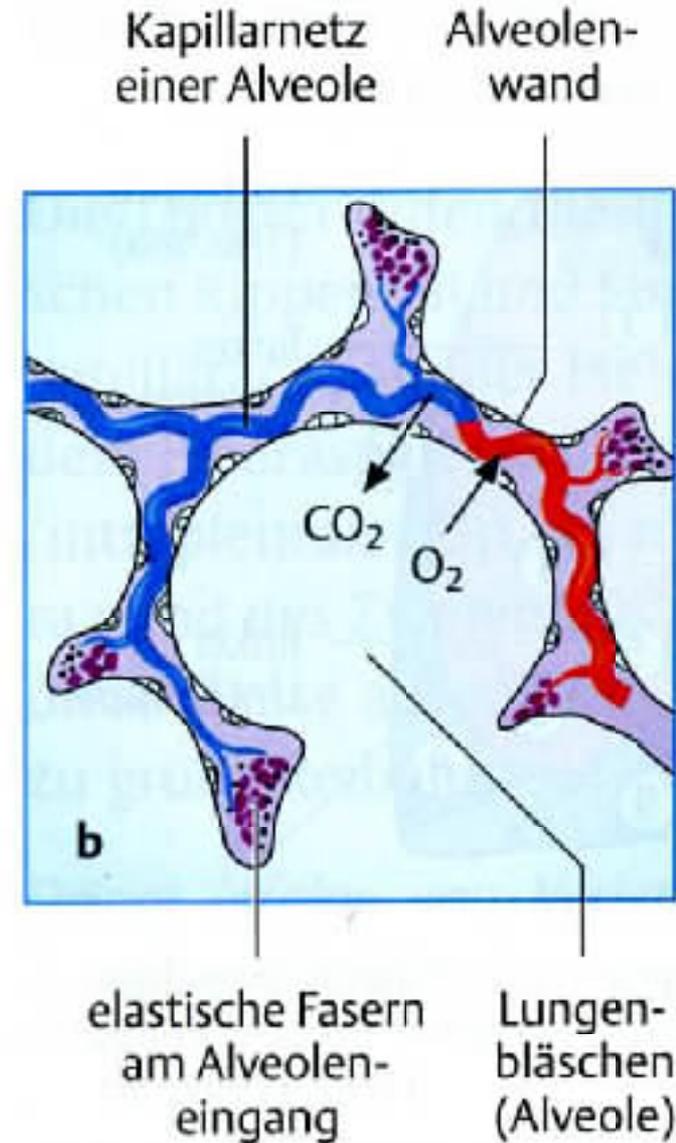
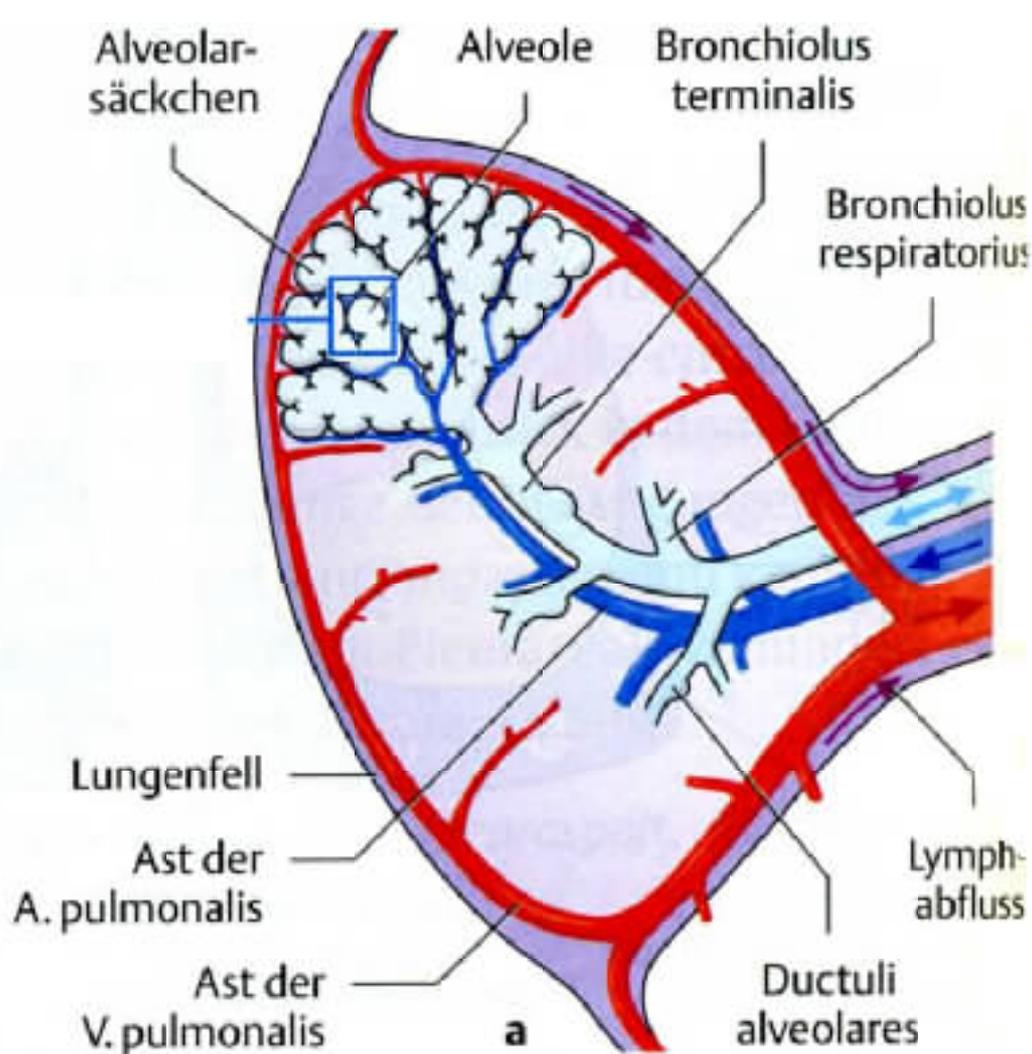
Atmungskette: \Rightarrow zusätzliche 36mol ATP ! (11.4eV/Molekül freiges.)

gewaltiger Vorteil für aerobe Organismen

Glykolyse über den Embden-Meyerhof-Weg

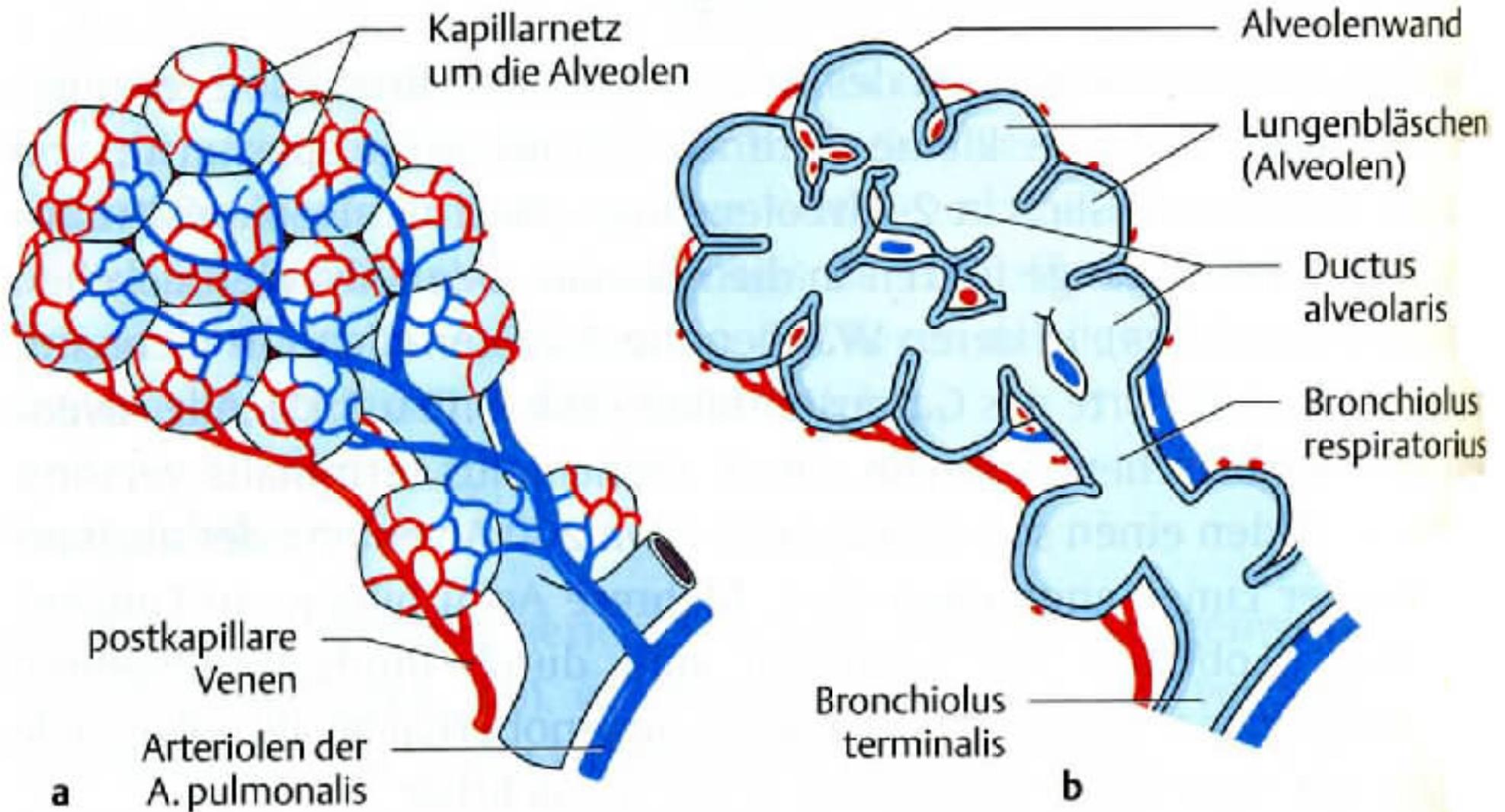


Aufbau der Lunge

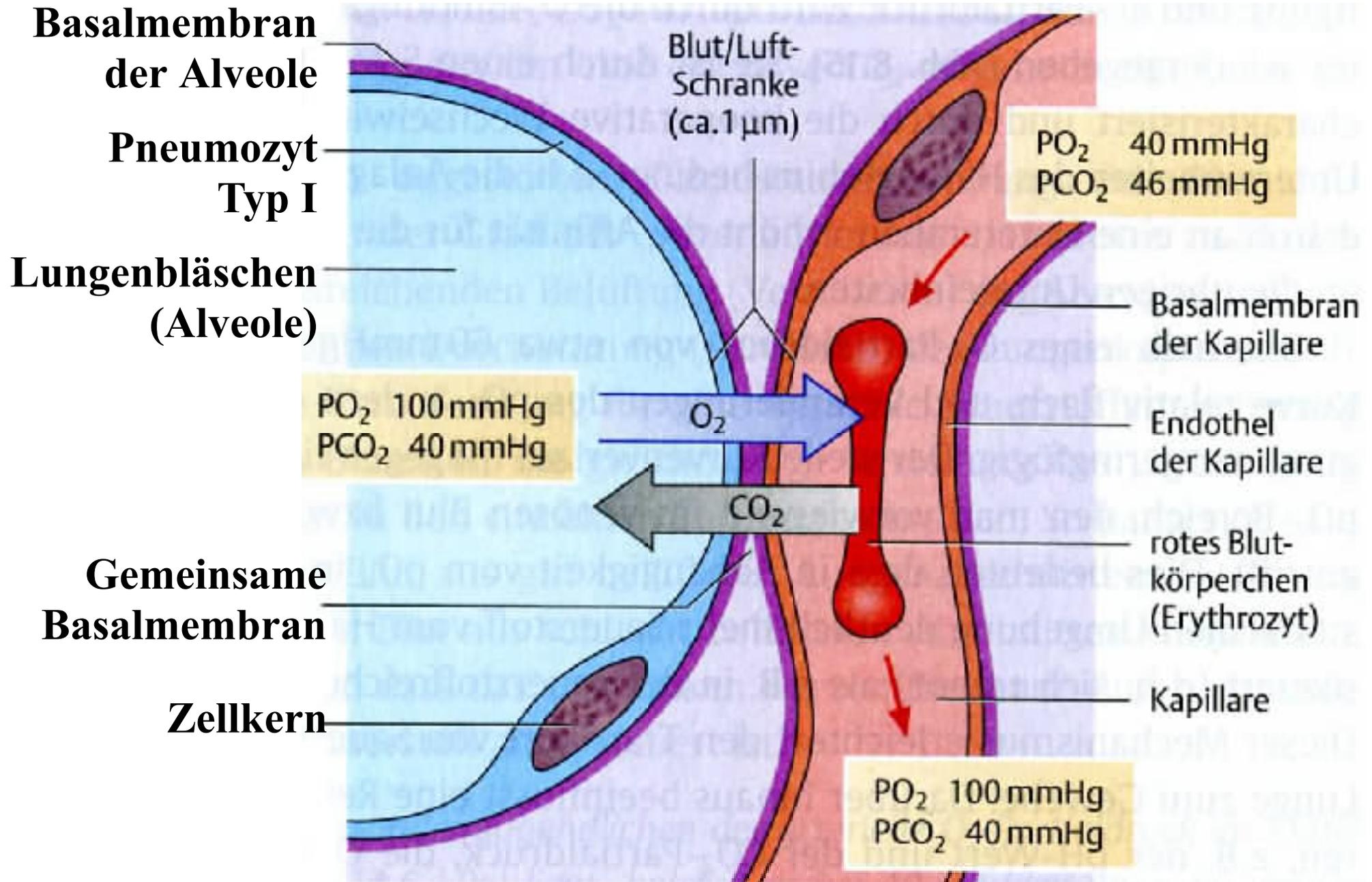


**Treibende Kräfte für Diffusion der Atemgase (O_2, CO_2):
Partialdruckunterschiede zwischen Alveolen und dem Blut**

Alveolensäckchen



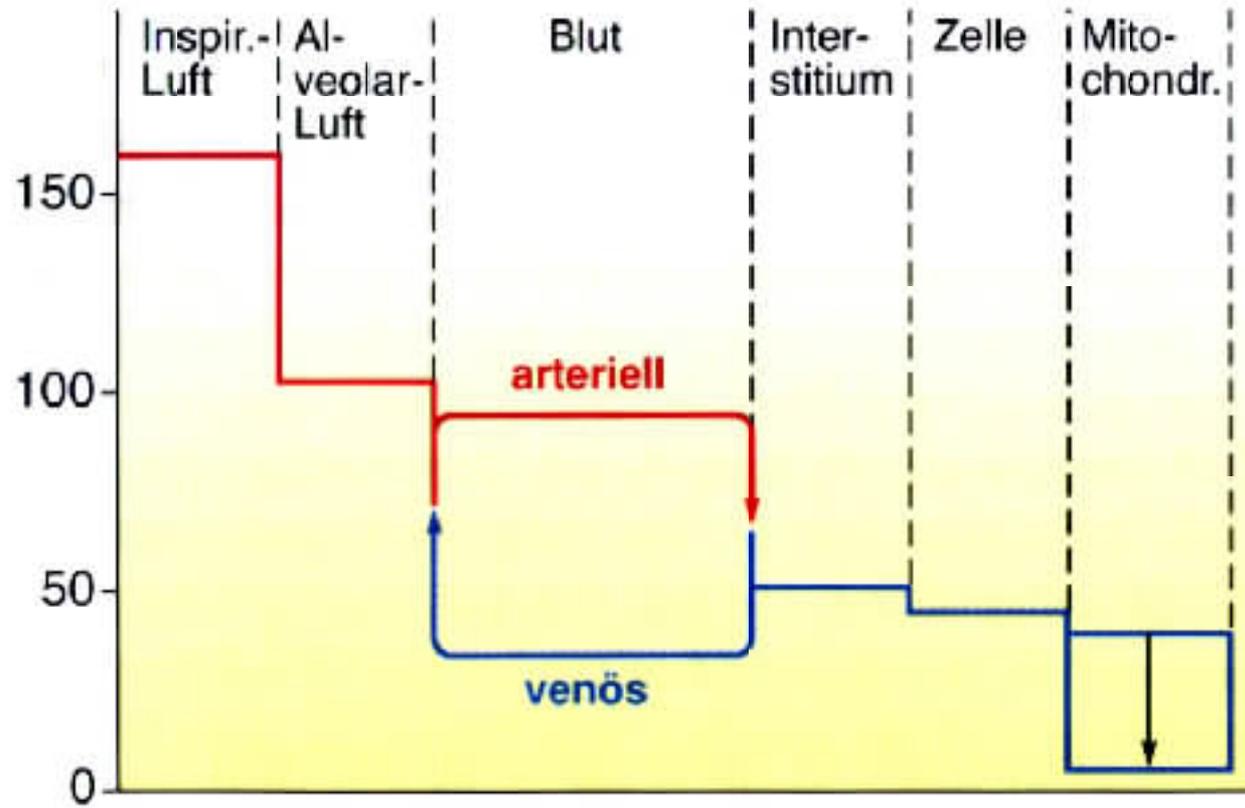
Sauerstoffaufnahme



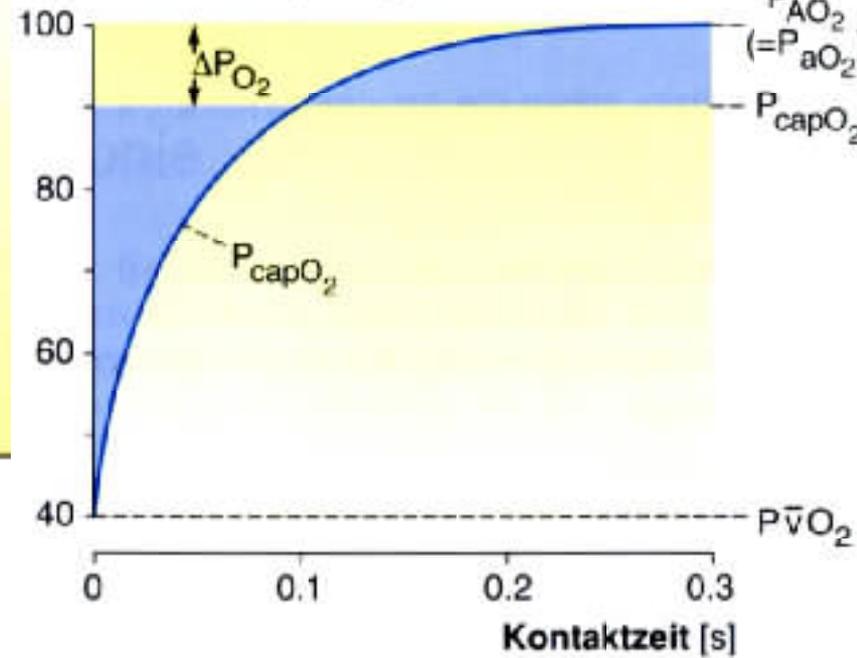
gesamte Austauschfläche ~ 100 m²

Partialdruckgefälle

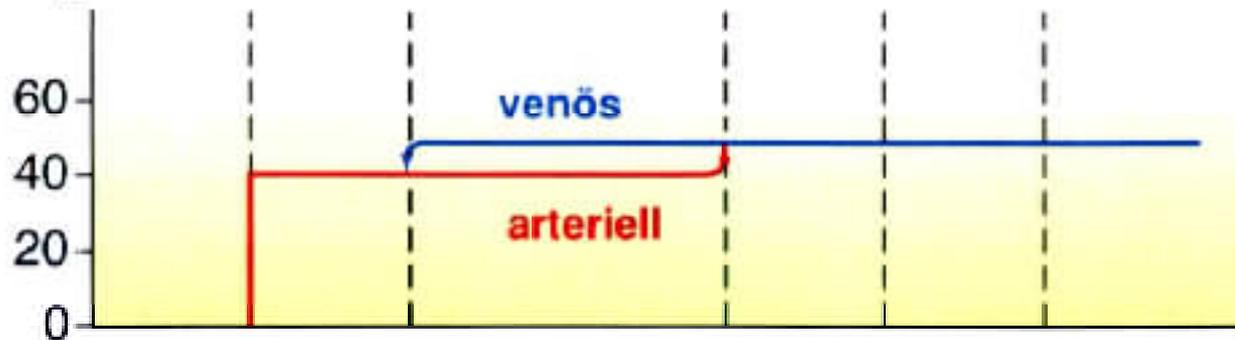
P_{O_2} [mmHg]



O_2 -Partialdruck [mmHg]



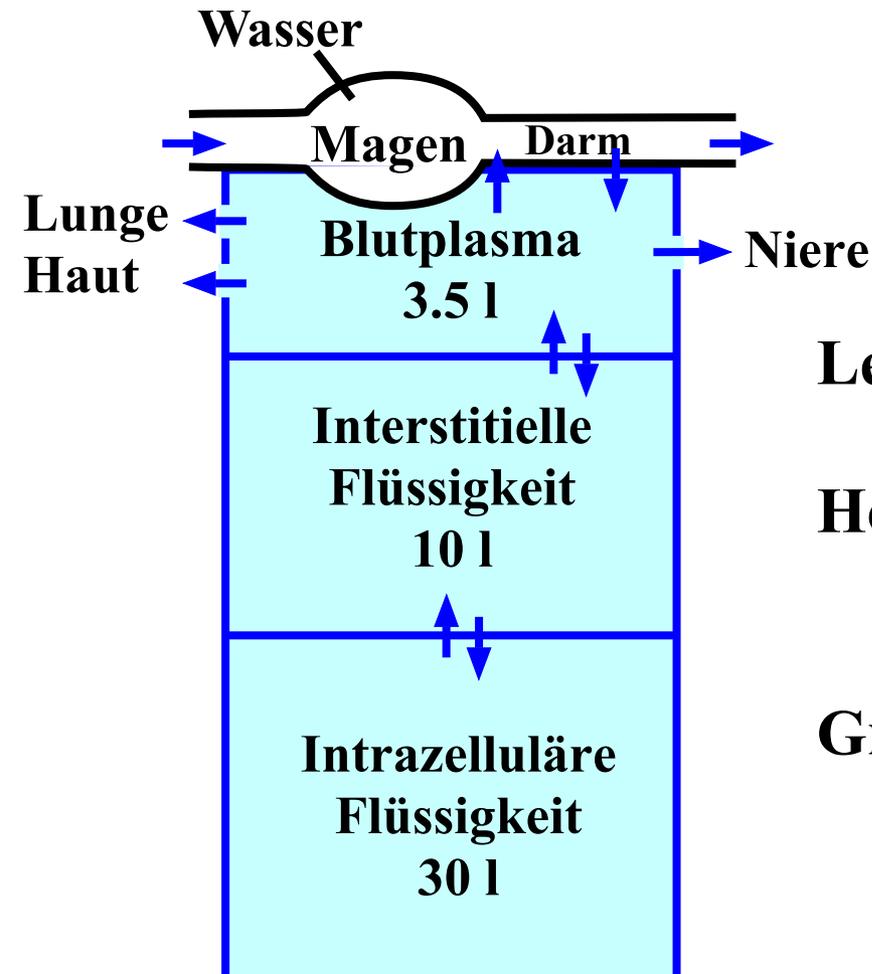
P_{CO_2} [mmHg]



Wasser im Körper

Wassergehalt:	Neugeborene	75%
	Erwachsene	50-65%
Transzelluläres	Fett-/Knochengewebe	10-20%
	meiste andere Gewebe	70-80%

-> u.a. wichtig für die bildgebenden Verfahren

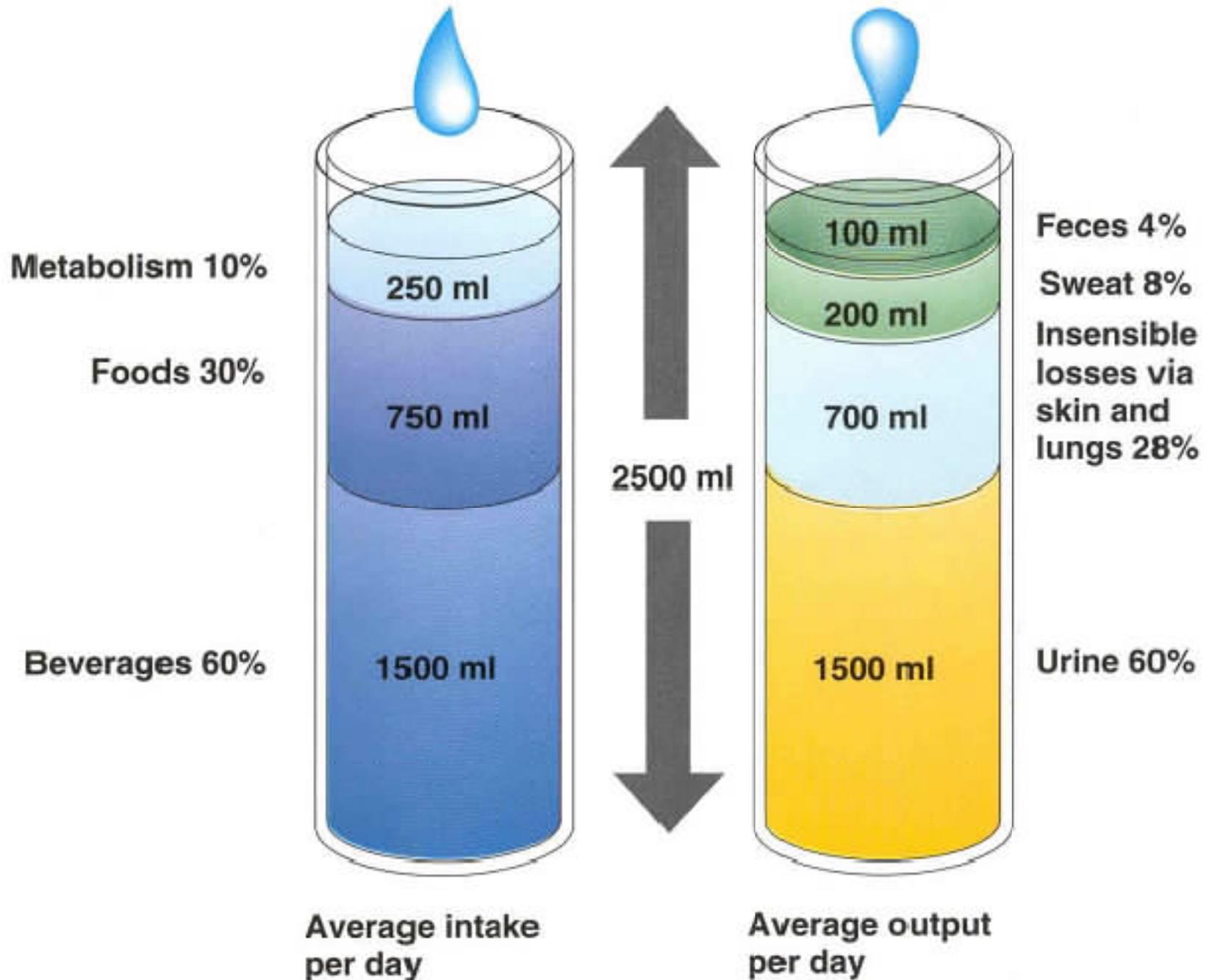


Lebensnotwendige Voraussetzung:

Homöostase = Konstanthaltung des sog. "inneren Milieus"

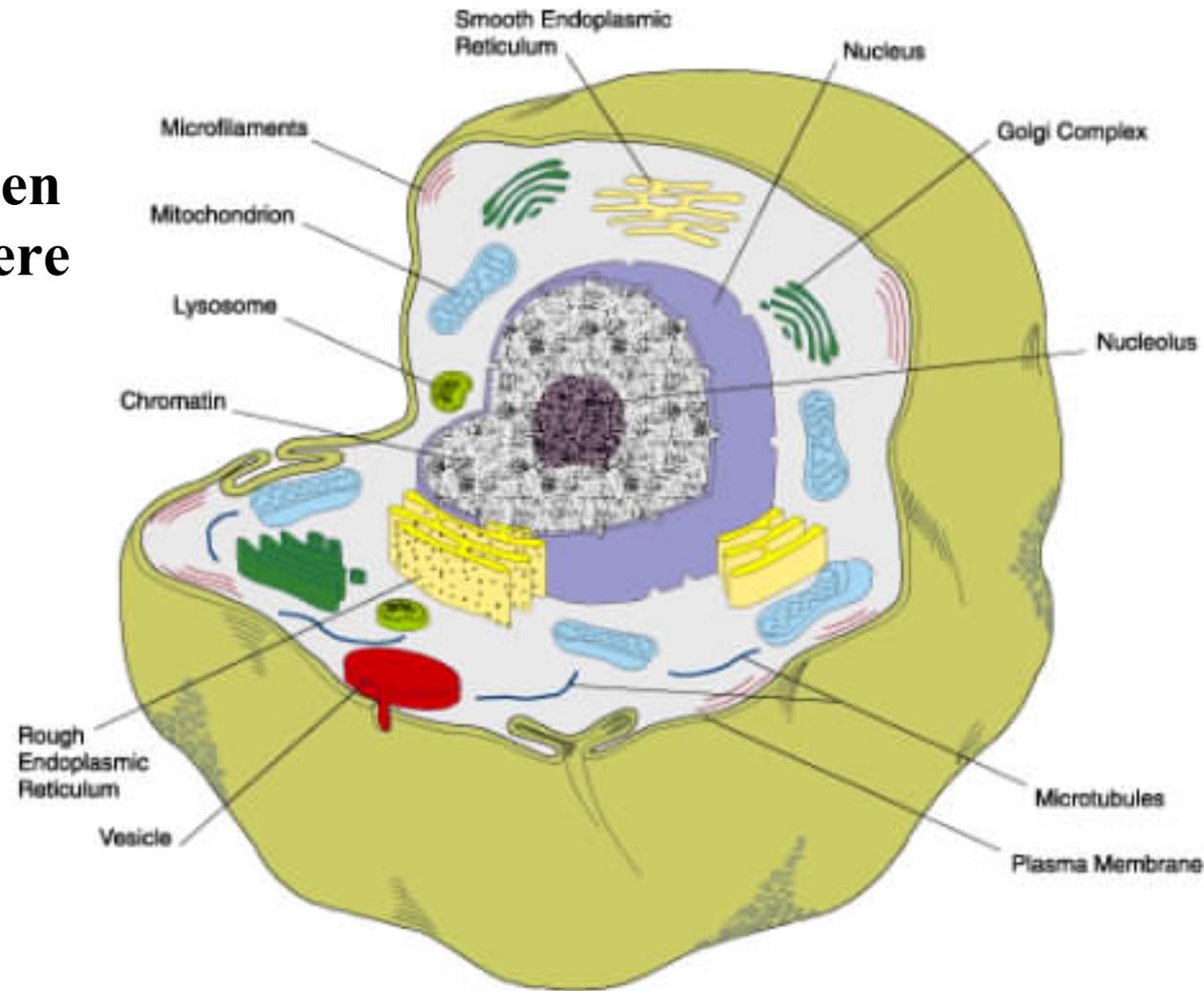
Grund: Atmung, Nahrungsaufnahme, Stoffwechselaktivität der Zellen

Wasserhaushalt



● kleinste selbstständig lebende Einheit

● Grundbaustein aller lebenden Organismen (Menschen, Tiere und Pflanzen)



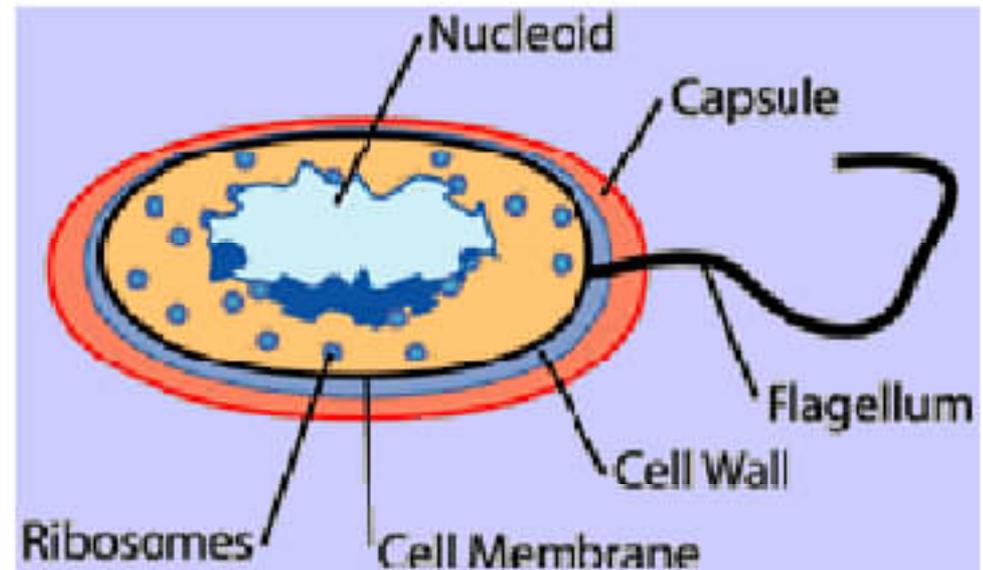
1 Säugetierzelle:
 10^{10} Proteinmoleküle;
 10^4 verschiedene Proteintypen

Zellen

Prokaryotische Zellen:

ohne Zellkern (karyon=Zellkern)

Stoffwechsel ohne O_2

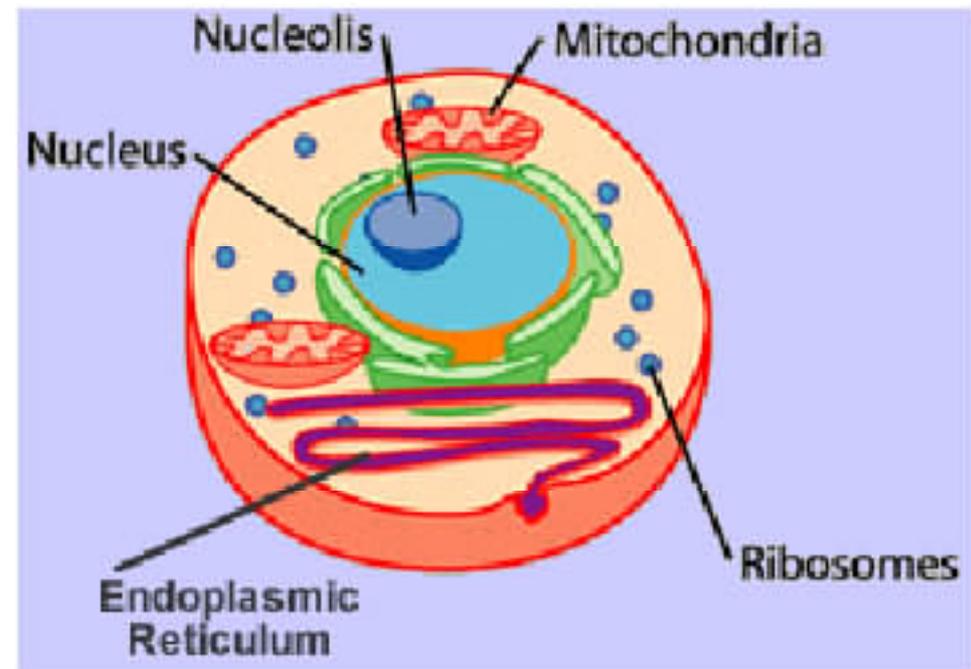


Eukaryotische Zellen:

DNA im Zellkern gespeichert

Stoffwechsel mit O_2

hoch strukturiert

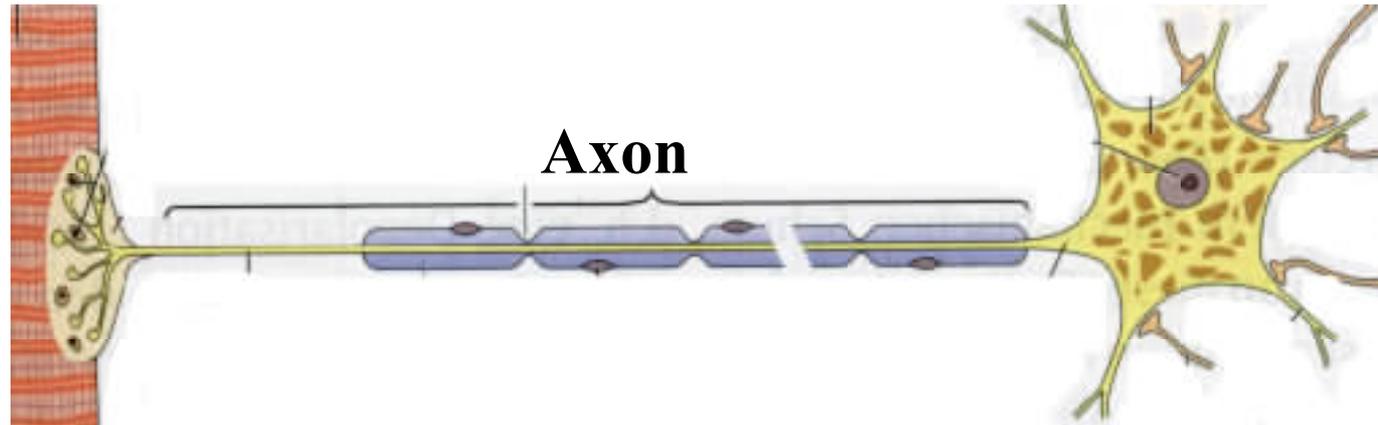


Menschliche Zellen

Mensch:

$7,5 \cdot 10^{13}$ Zellen

($5\mu\text{m} \dots 150\mu\text{m}$)



**$2,5 \cdot 10^{13}$ Erythrozyten
(rote Blutkörperchen)**

$1 \cdot 10^{11}$ Zellen des Nervensystems

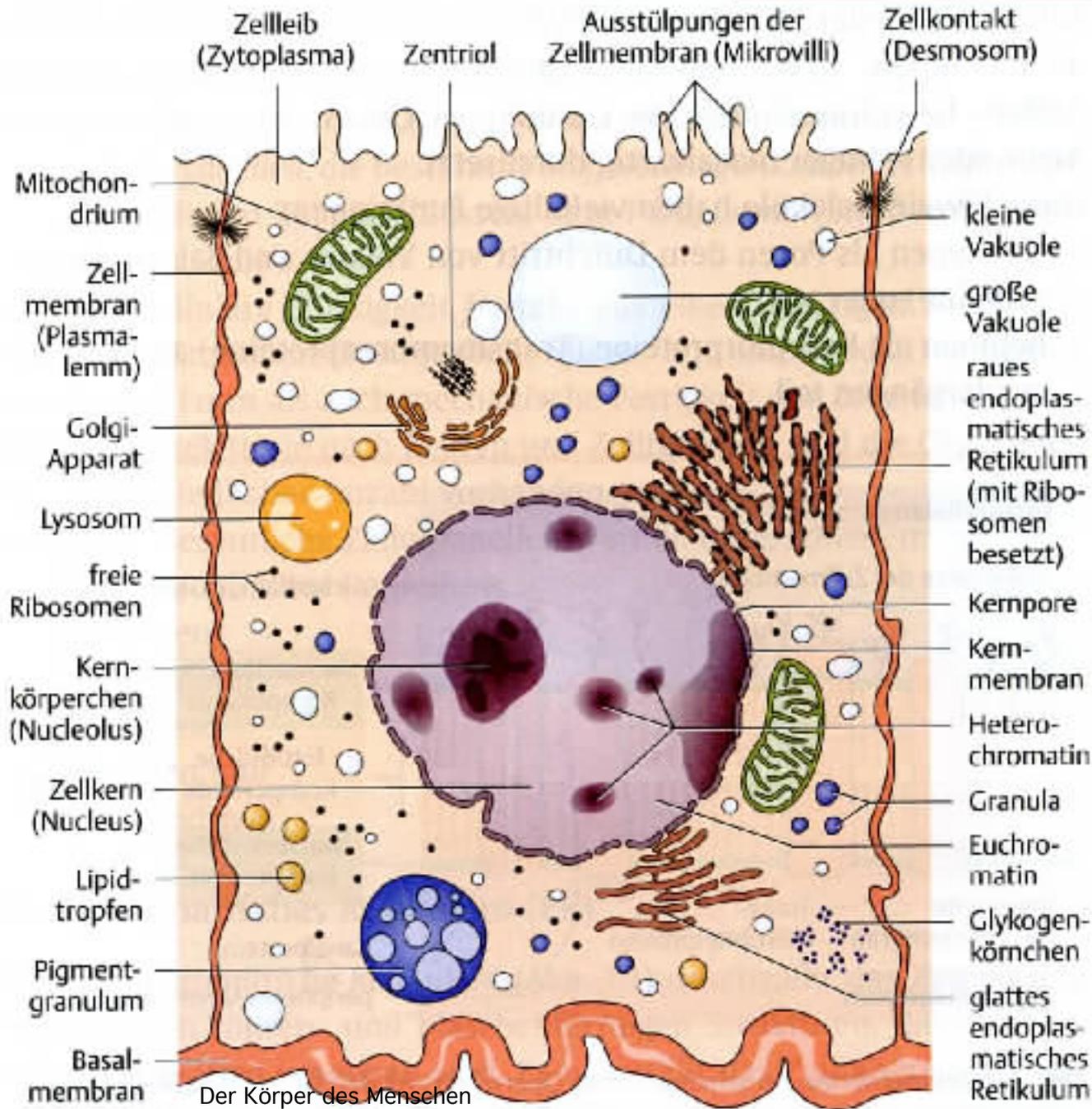
Grundeigenschaften:

- **Stoffwechsel und Energiegewinnung**
- **Vermehrung und begrenzte Lebensdauer
(Bsp: $1,6 \cdot 10^8$ rote Blutkörperchen/Minute)**
- **Reizaufnahme und -beantwortung**

+ spezifische Eigenschaften (Abwehrzellen, Drüsenzellen, ...)

Aufbau einer Zelle

Vereinfachte Darstellung
nach elektronenmikro-
skopischen Befunden



Der Körper des Menschen
A. Faller, M. Schünke

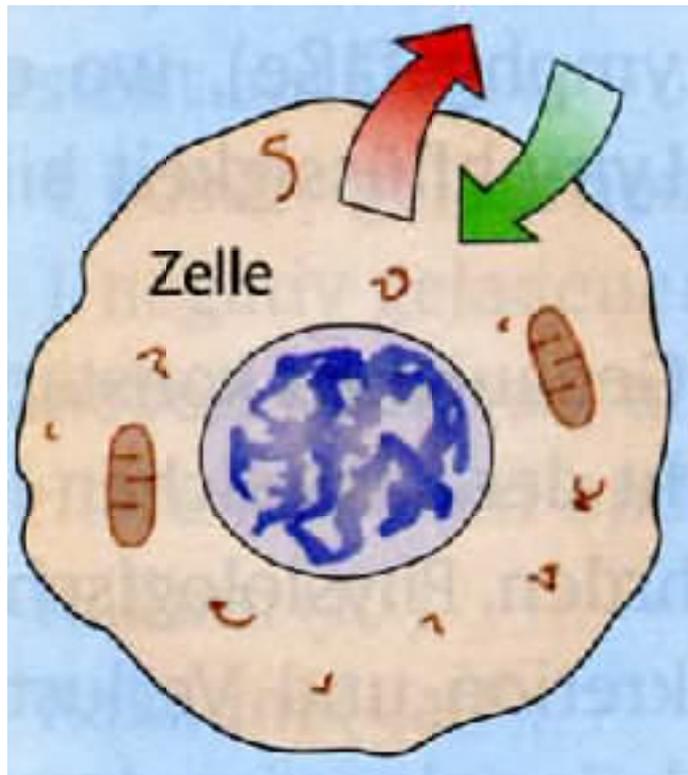
Bei lichtmikroskopischer
Betrachtung erkennbar:

- flüssiger Zelleib (Zytoplasma) mit Zellorganellen (Mitochondrium, ...), Stoffwechselprodukten und intrazelluläre Flüssigkeit (wässrige Salzlösung & Proteine)
- Zellkern (außer Erythrozyten; 1 Zellkern bis >1000 Skelettmuskeln)
- umgebende Zellmembran (Lipiddoppelschicht)

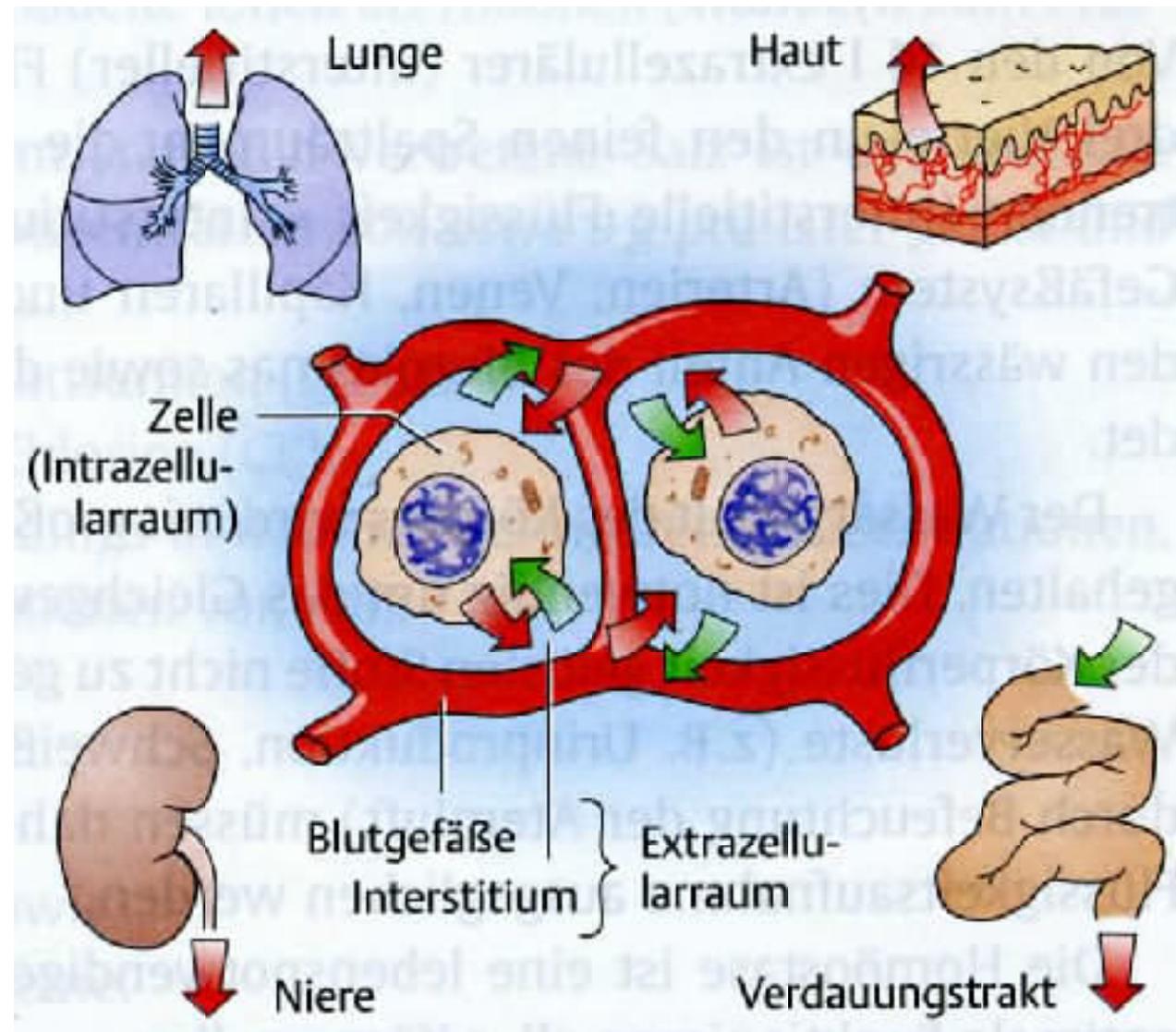
Stoffaustausch

Zellen im Menschen

Einzeller

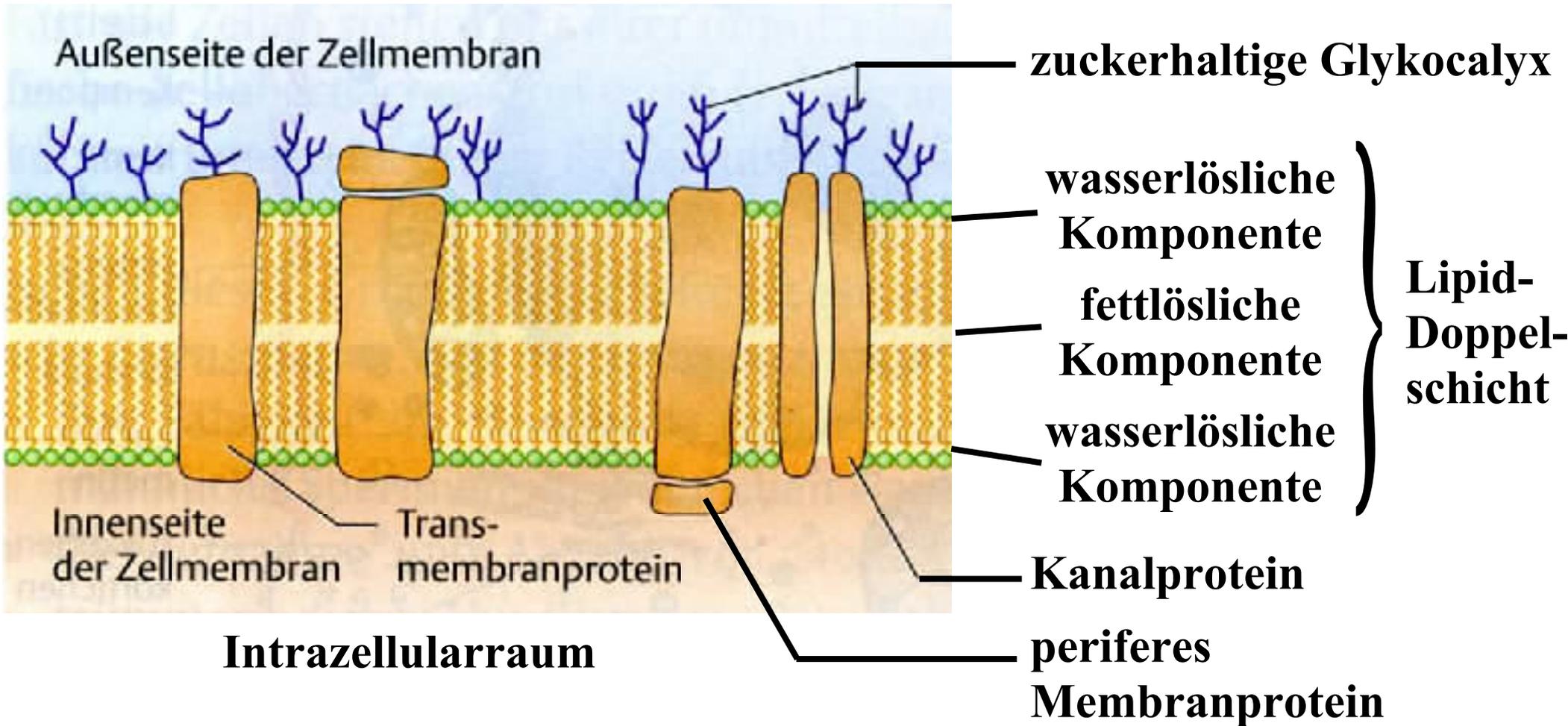


**Stoffaustausch mit
wässriger Umgebung:
gleichbleibende
Zusammensetzung**



Aufbau der Zellmembran

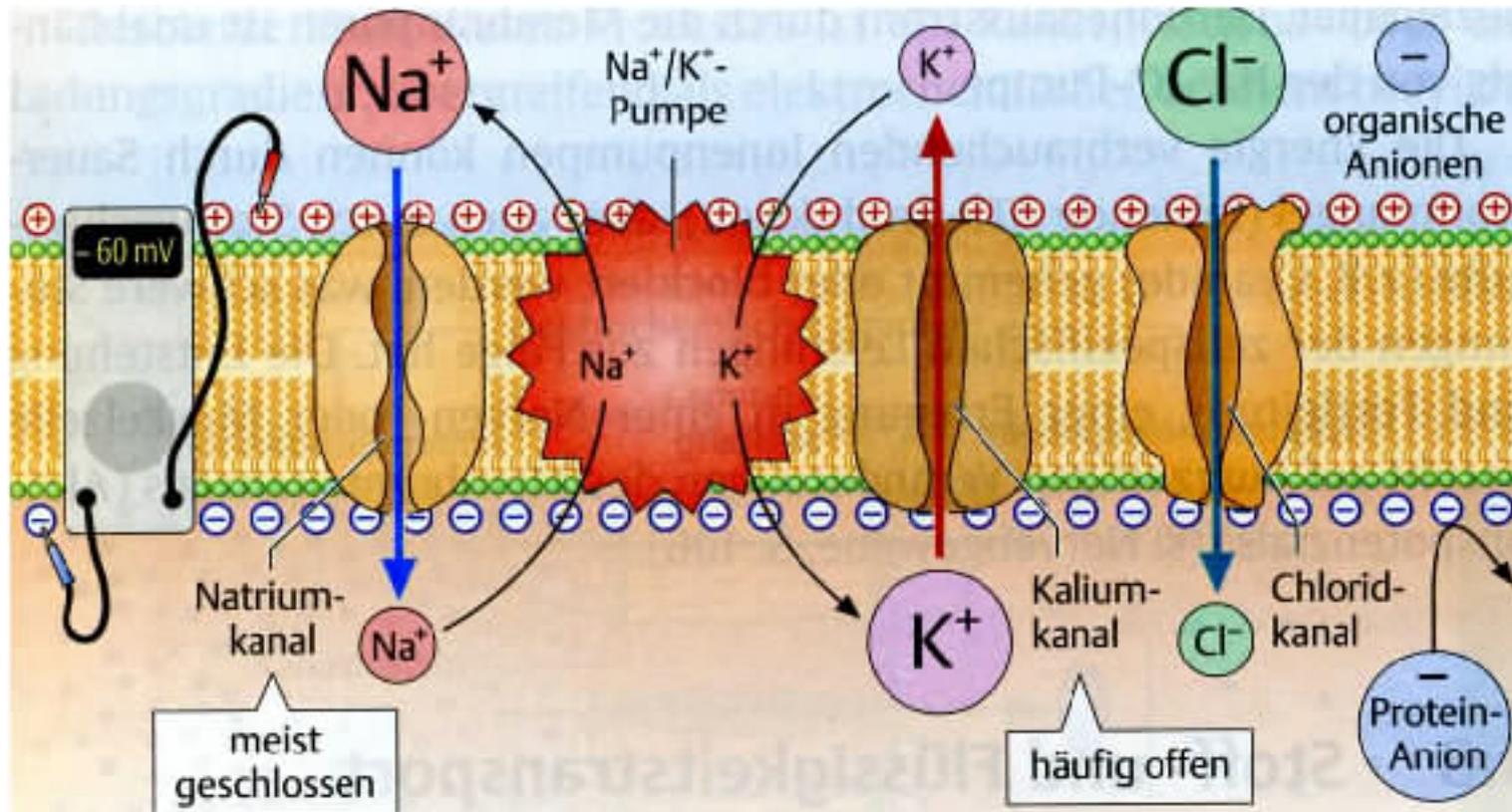
Extrazellularraum



Membranpotenzial

im Ruhezustand positive Ladung

Extrazellularraum

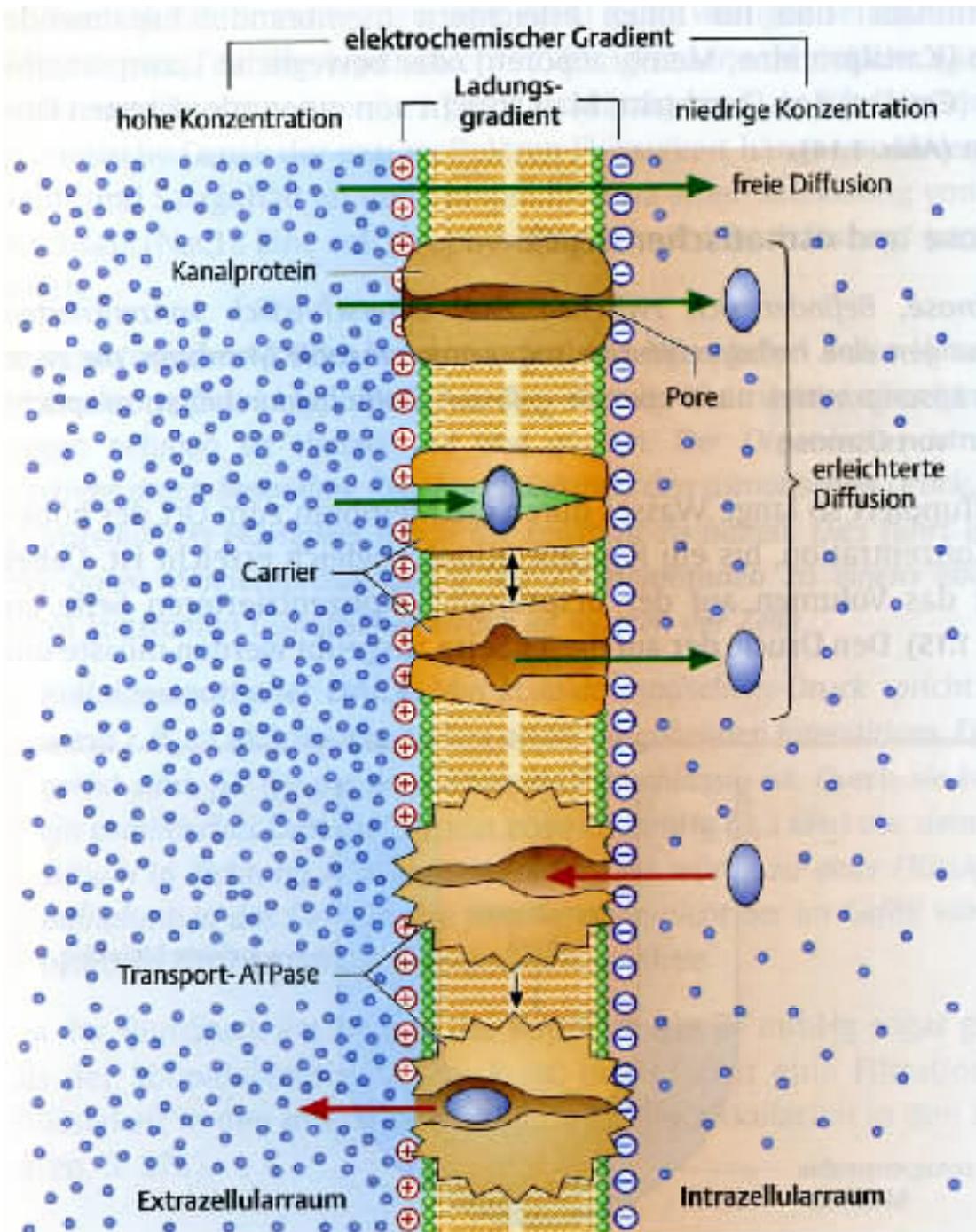


Potenzialdifferenz =
Membranpotenzial

Intrazellularraum

im Ruhezustand negative Ladung

Stofftransport



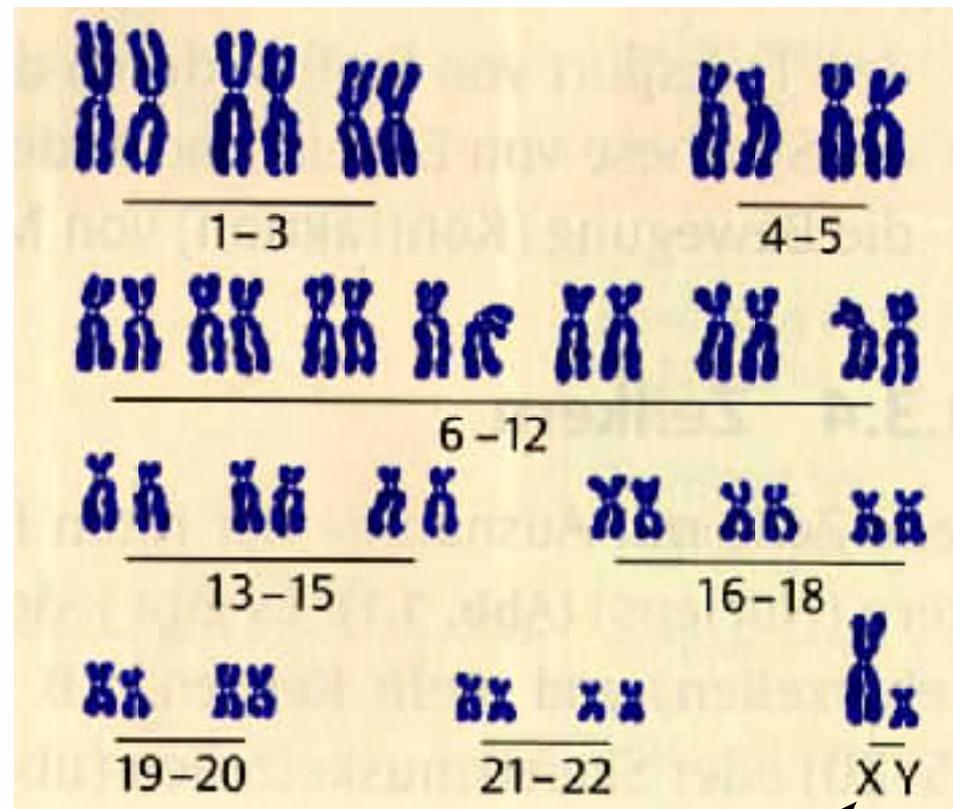
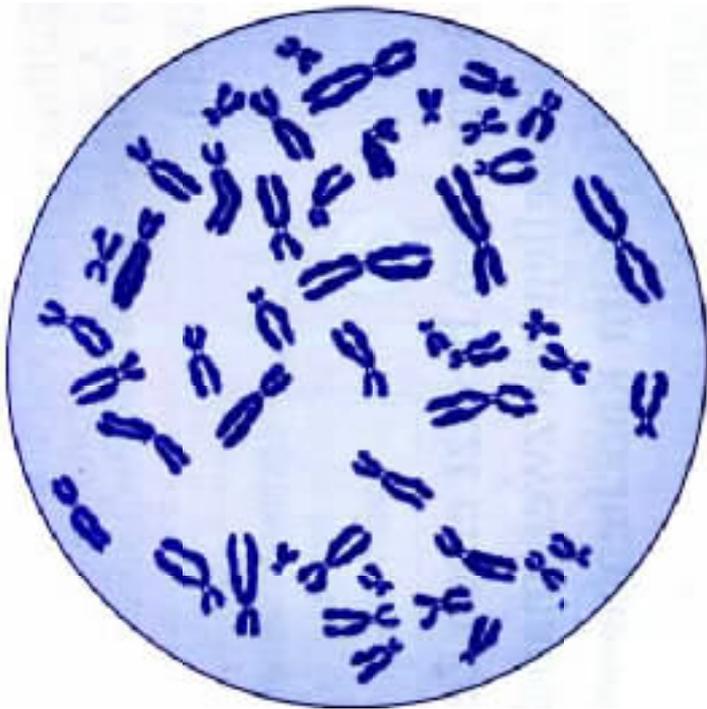
**passiver Transport:
Diffusion, Osmose**

**aktiver Transport
benötigt Energie**

Chromosome

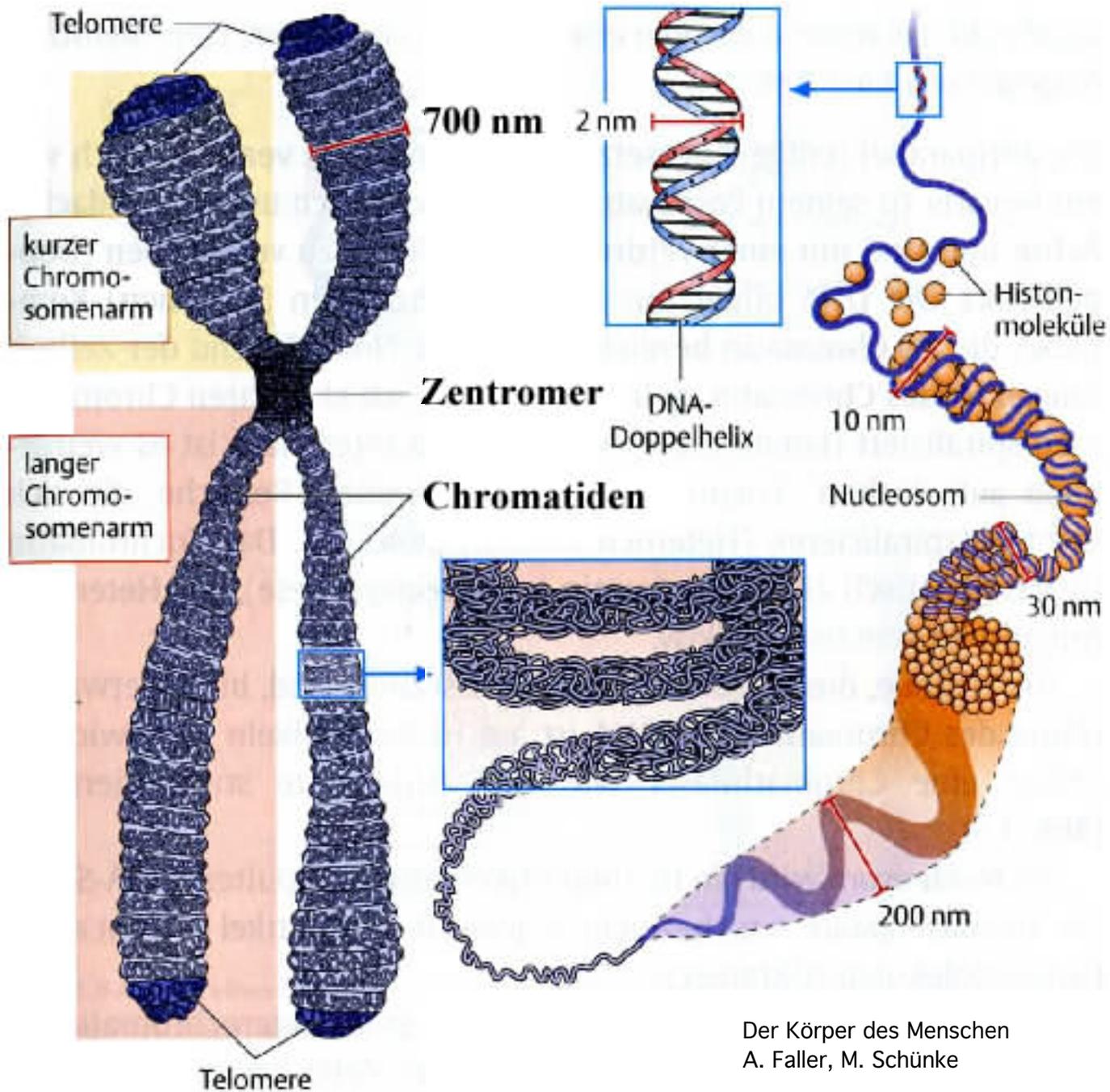
Im Zellkern: Chromosomen (Träger der Erbanlagen = Gene)

Menschliche Zellkerne: 23 Chromosomenpaare (mütterlich/väterlich)



bestimmt Geschlecht

Aufbau eines Chromosoms

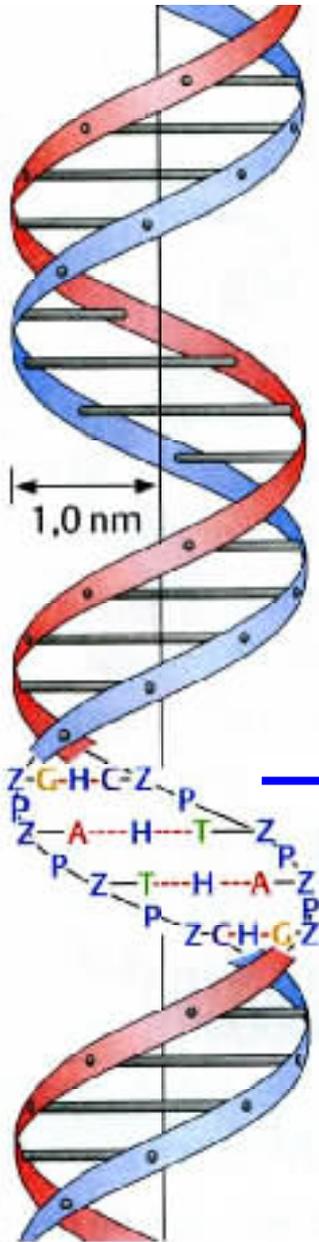


DNA

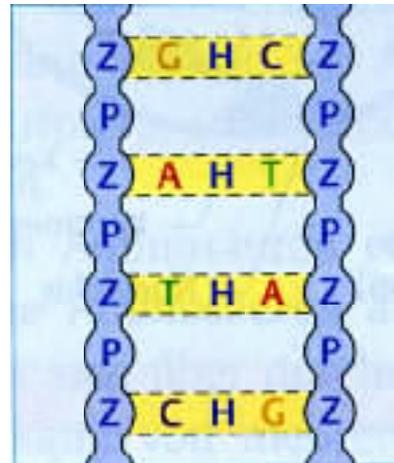
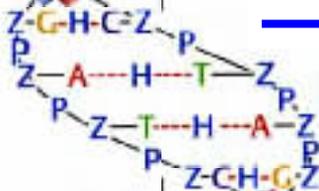
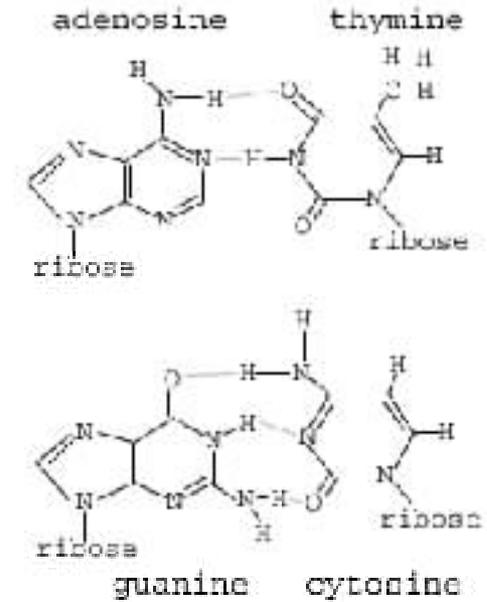
DNA = DesoxyRibonucleic Acid

0.34 nm

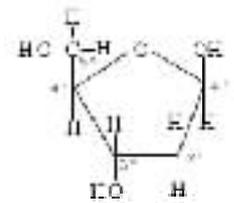
3.4 nm



- A** Adenin
 - T** Thymin
 - C** Cytosin
 - G** Guanin
- } Basen
- Z** Zucker Desoxy-ribose
 - P** Phosphatbrücke
 - H** Wasserstoffbrückenbindung

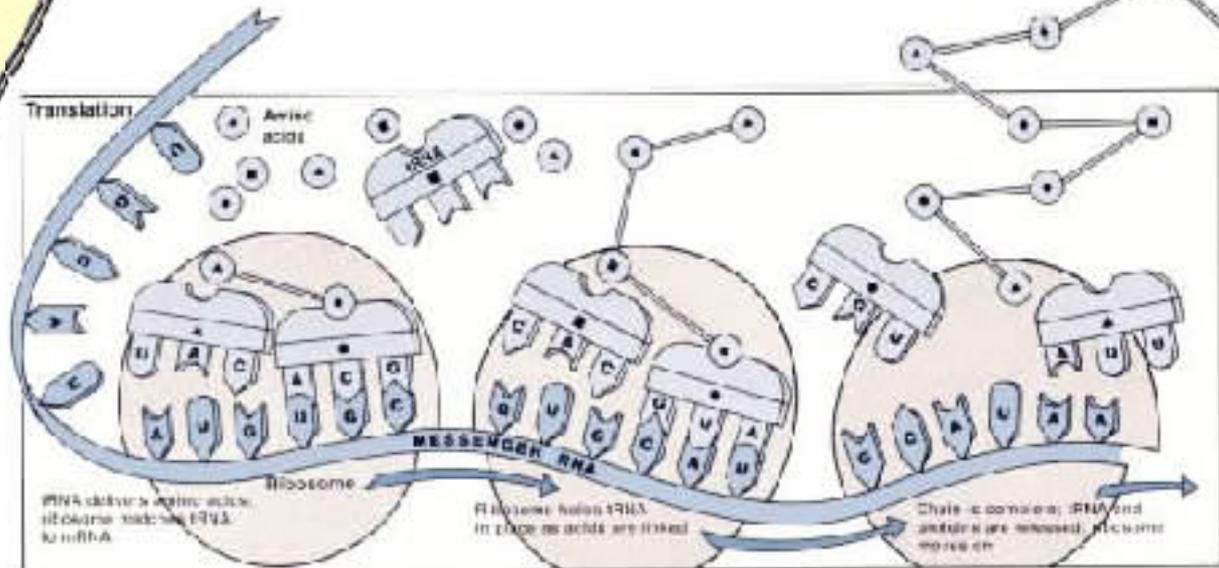
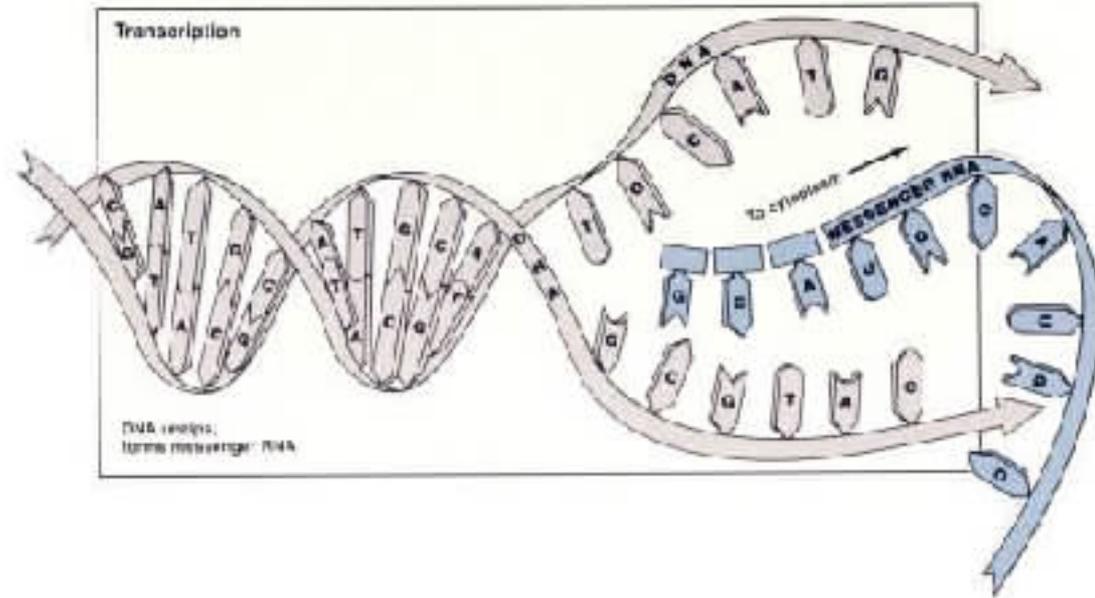
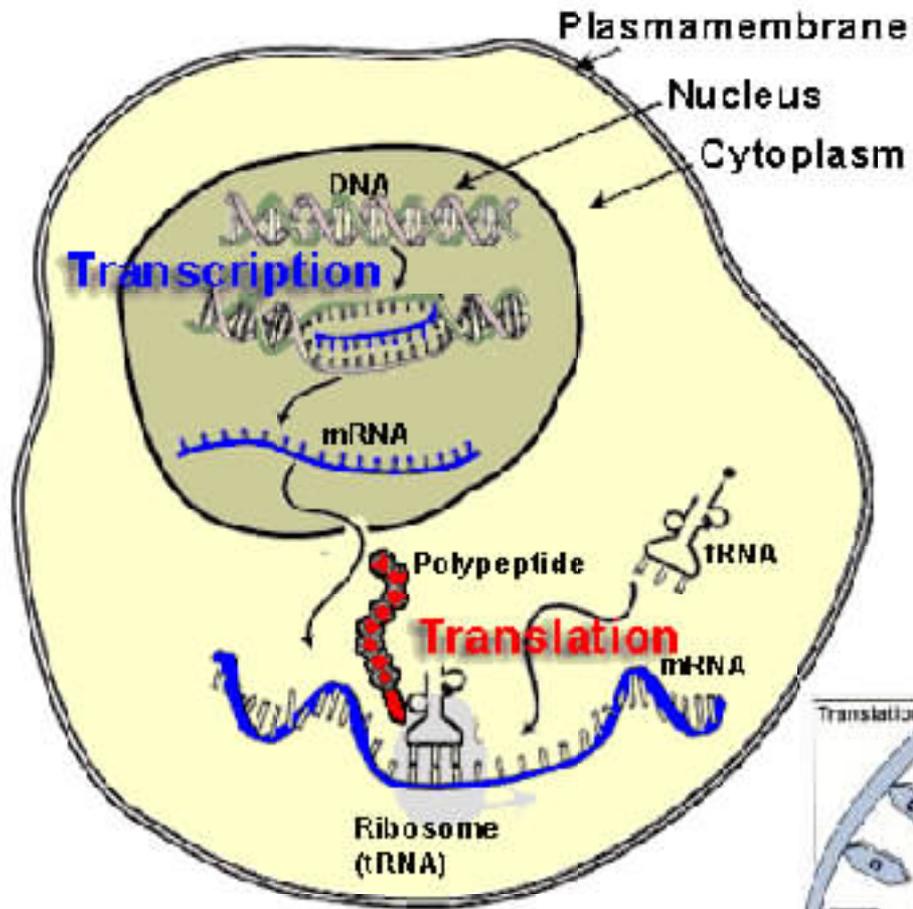


Desoxyribose



**Nukleotid =
Base
+Zucker
+Phosphat**

Übersetzung



Der genetische Code

	U	C	A	G				
U	<p>UUU Phenylalanine</p> <p>UUC alanine</p> <p>UUG Leucine</p> <p>UUA Leucine</p>	<p>UCU Serine</p> <p>UCC Serine</p> <p>UCA Serine</p> <p>UCG Serine</p>	<p>UAU Tyrosine</p> <p>UAC Tyrosine</p> <p>UAA Stop</p> <p>UAG Stop</p>	<p>UGU Cysteine</p> <p>UGC Cysteine</p> <p>UGA Stop</p> <p>UGG Tryptophan</p>	U	C	A	G
C	<p>CUU Leucine</p> <p>CUC Leucine</p> <p>CUA Leucine</p> <p>CUG Leucine</p>	<p>CCU Proline</p> <p>CCC Proline</p> <p>CCA Proline</p> <p>CCG Proline</p>	<p>CAU Histidine</p> <p>CAC Histidine</p> <p>CAA Glutamine</p> <p>CAG Glutamine</p>	<p>CGU Arginine</p> <p>CGC Arginine</p> <p>CGA Arginine</p> <p>CGG Arginine</p>	U	C	A	G
A	<p>AUU Isoleucine</p> <p>AUC Isoleucine</p> <p>AUA Isoleucine</p> <p>AUG Methionine</p>	<p>ACU Threonine</p> <p>ACC Threonine</p> <p>ACA Threonine</p> <p>ACG Threonine</p>	<p>AAU Asparagine</p> <p>AAC Asparagine</p> <p>AAA Lysine</p> <p>AAG Lysine</p>	<p>AGU Serine</p> <p>AGC Serine</p> <p>AGA Arginine</p> <p>AGG Arginine</p>	U	C	A	G
G	<p>GUU Valine</p> <p>GUC Valine</p> <p>GUA Valine</p> <p>GUG Valine</p>	<p>GCU Alanine</p> <p>GCC Alanine</p> <p>GCA Alanine</p> <p>GCG Alanine</p>	<p>GAU Aspartic acid</p> <p>GAC Aspartic acid</p> <p>GAA Glutamic acid</p> <p>GAG Glutamic acid</p>	<p>GGU Glycine</p> <p>GGC Glycine</p> <p>GGA Glycine</p> <p>GGG Glycine</p>	U	C	A	G

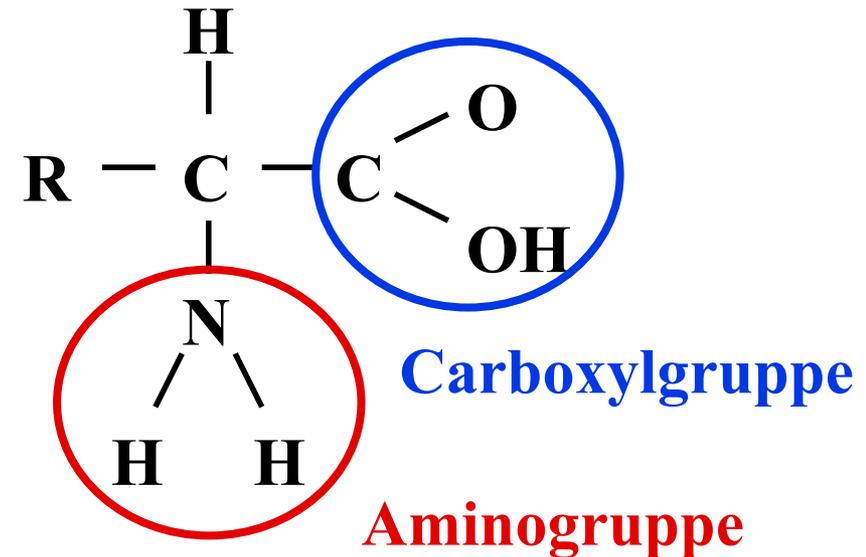
Aminosäuren

Kleinste Bausteine von Proteinen (und Peptiden): Aminosäuren

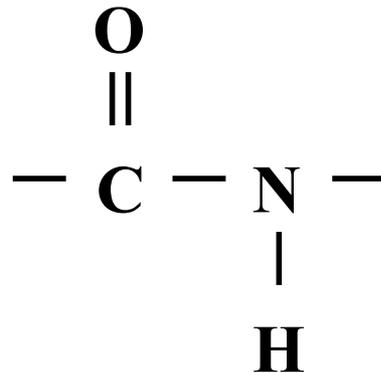
Alle Aminosäuren, außer der einfachsten, dem Glycin, sind chiral.

=> optisch aktiv

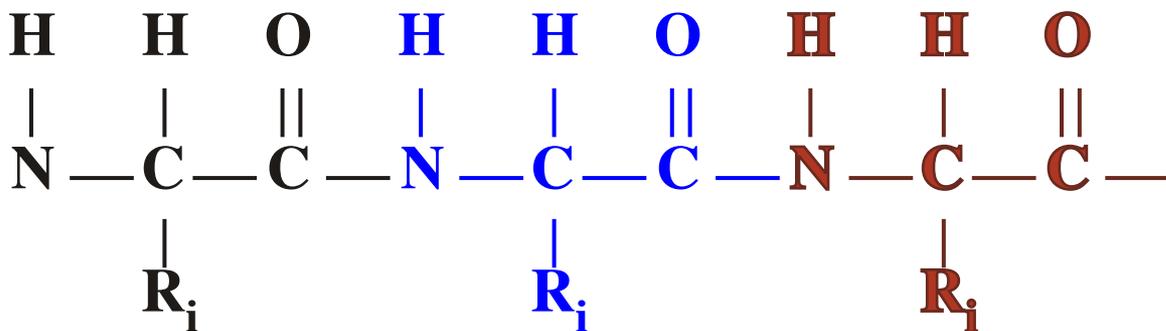
In Proteinen kommen ausschließlich L-Enantiomere vor.



Aminosäuren werden über Peptidbindungen miteinander verknüpft:



Resultat: Kette

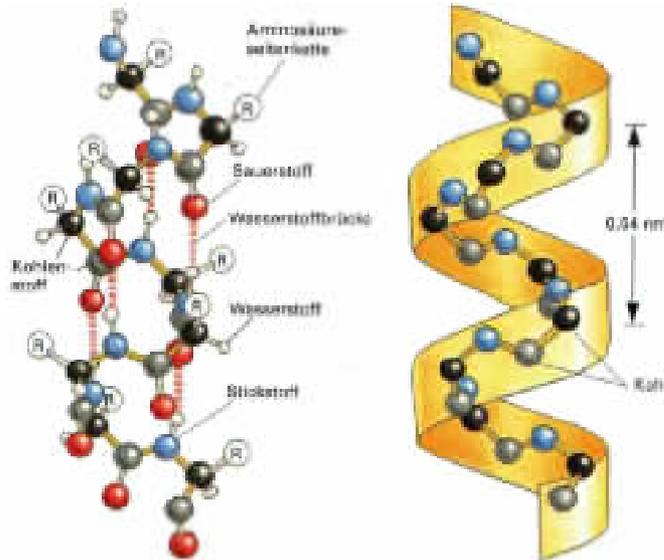
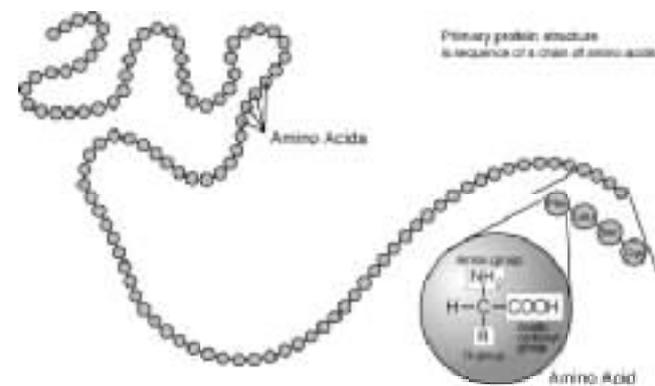


Von allen in der Natur vorkommenden Aminosäuren werden nur 20 ribosomal in Proteine eingebaut.

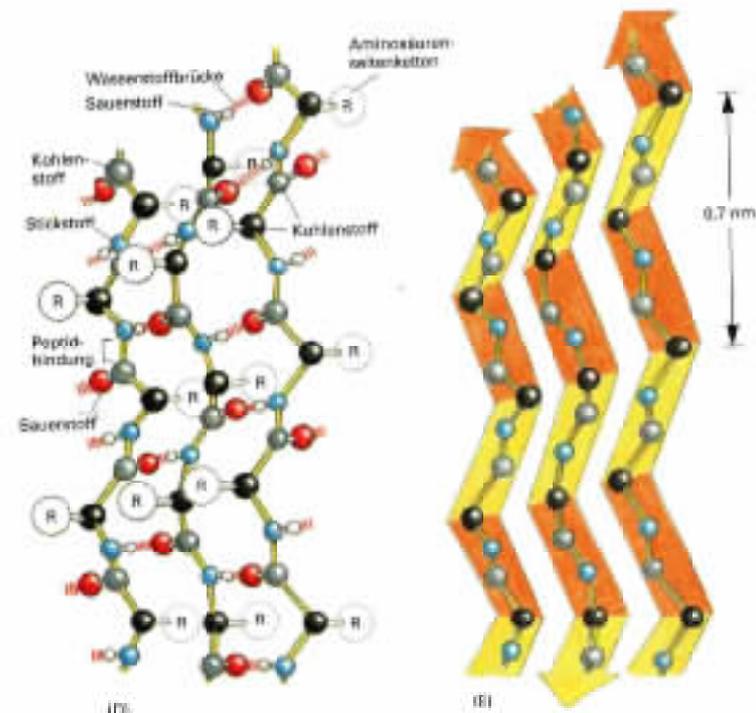
Proteinstruktur

Primärstruktur:
Aneinanderreihung von
Aminosäuren im Peptid
(Aminosäuresequenz)

Sekundärstruktur: Durch räumliche WW; meist durch
H-Brücken stabilisiert (Helix, Faltblatt, Schleifen, ...)



α -Helix

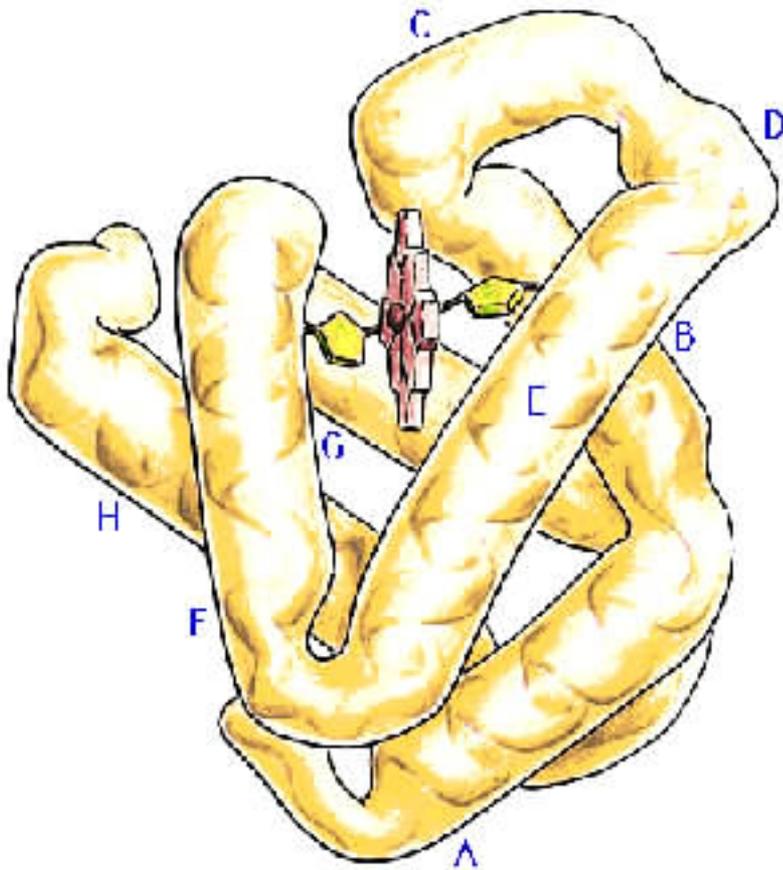


β -Faltblatt

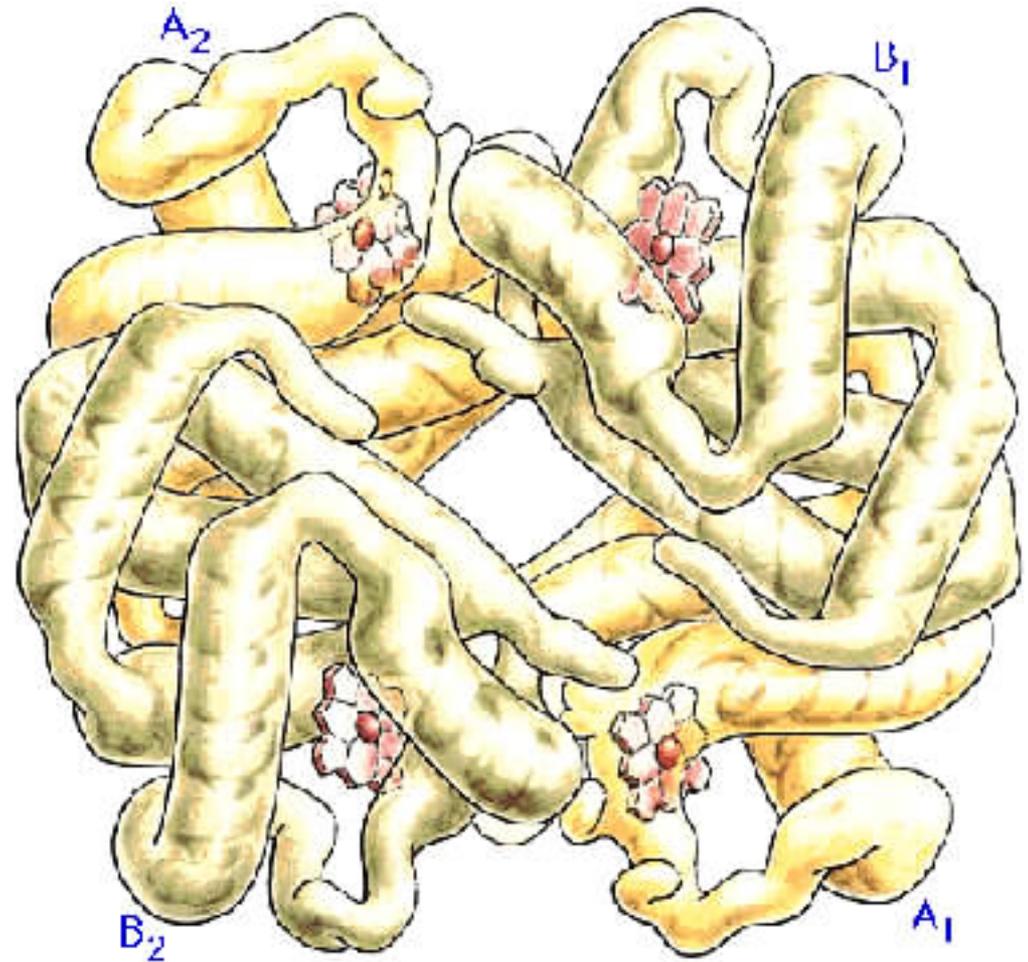
Proteinstruktur

Tertiärstruktur: 3-D Anordnung der Sekundärstrukturelemente
-> oft die biologisch aktive Struktur des Proteins

Quartärstruktur: Aneinanderlagerung von Proteinmolekülen (Oligomer)

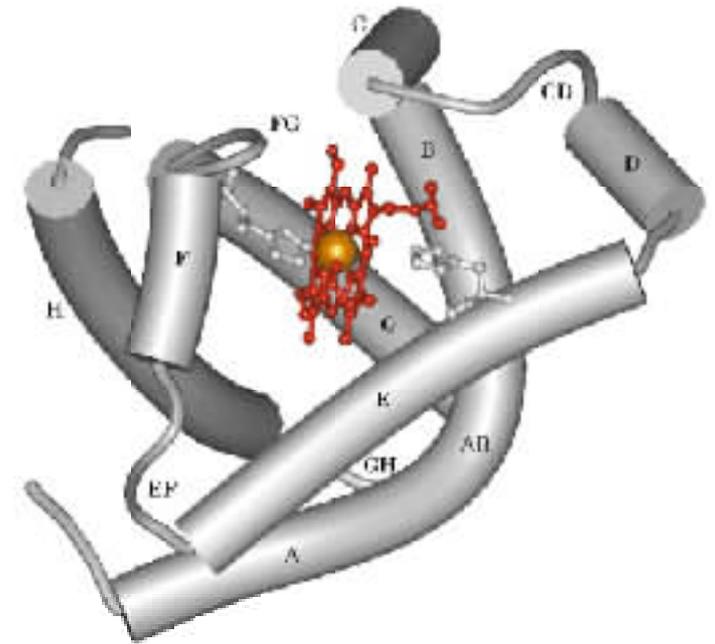
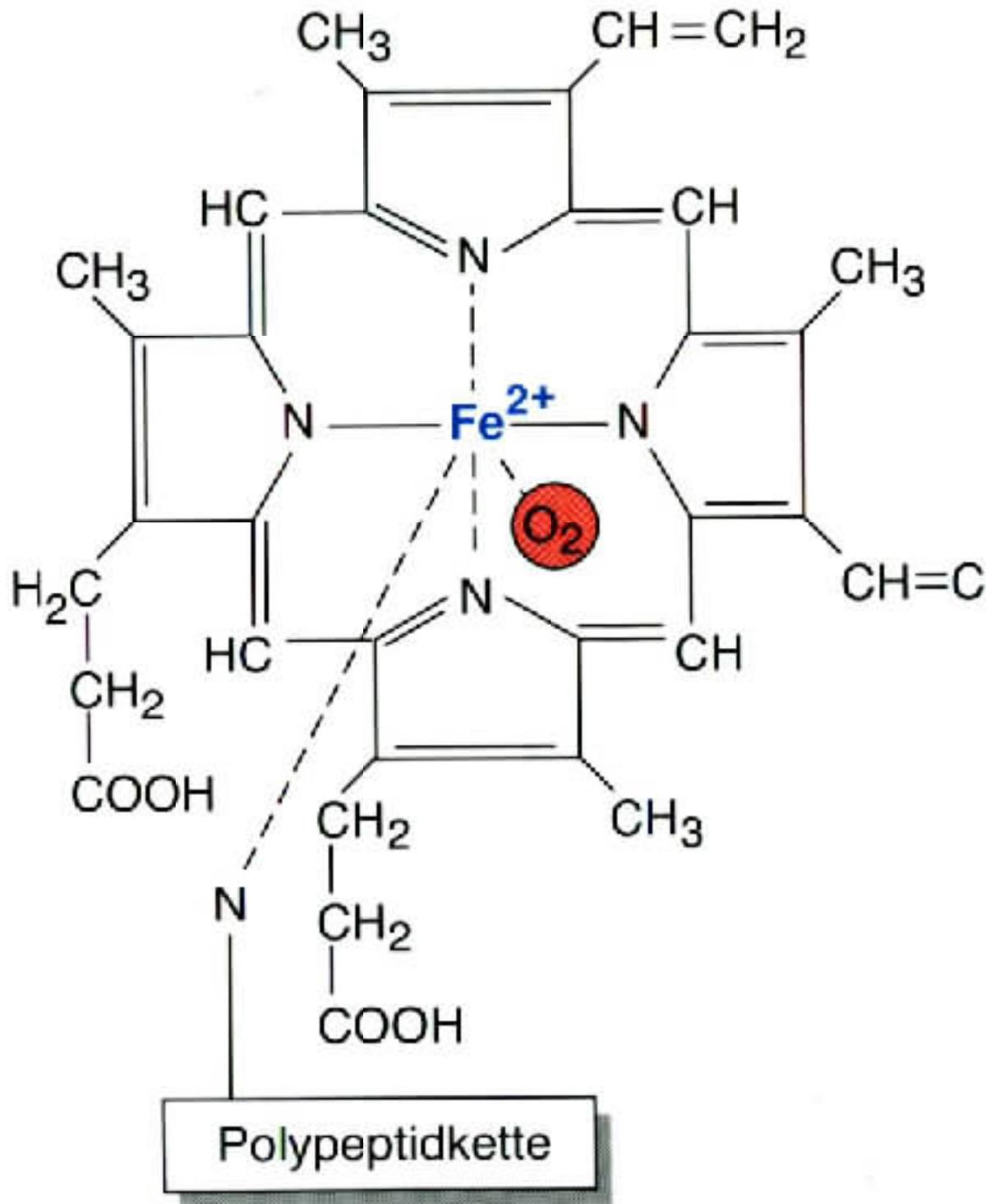


Myoglobin



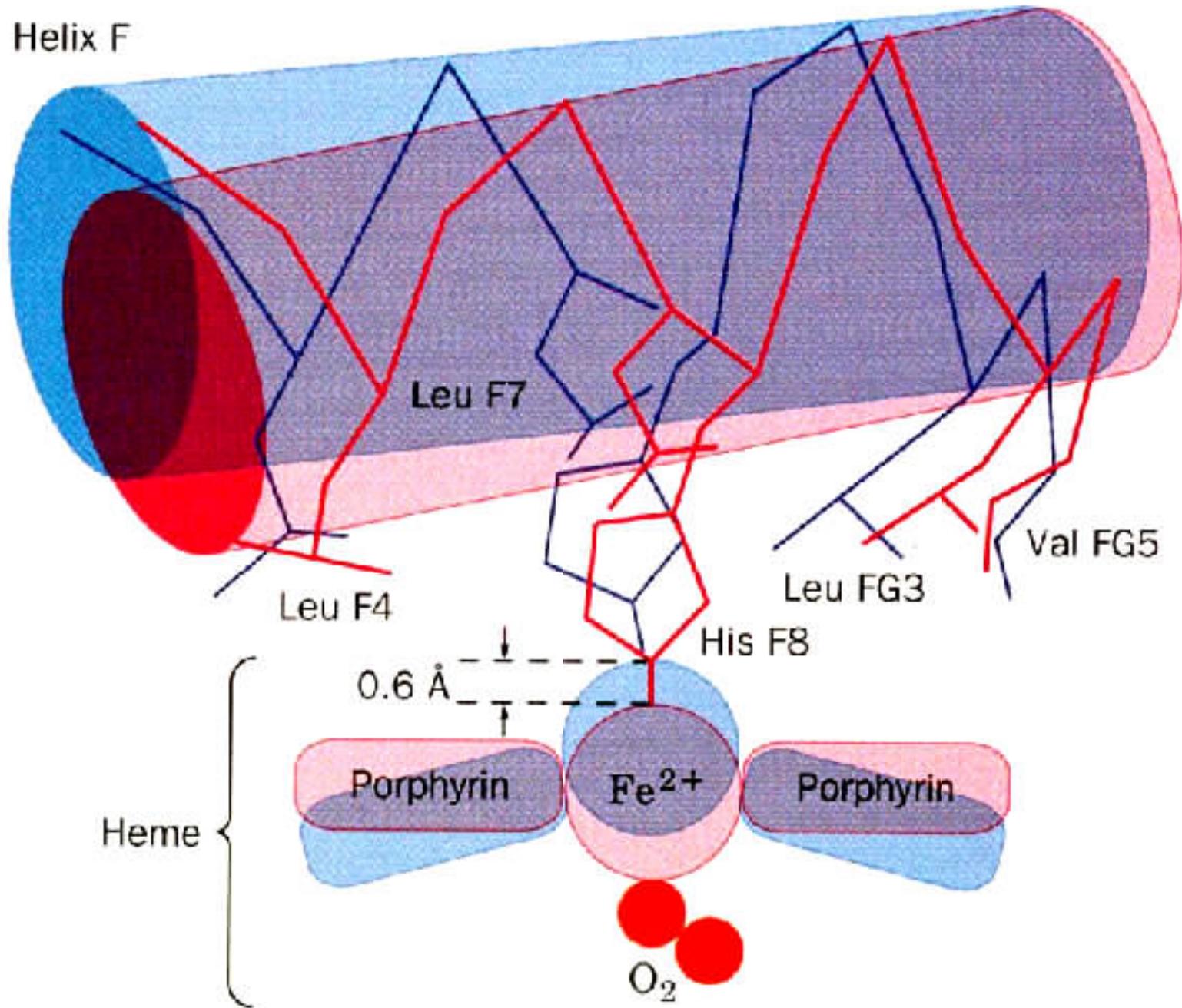
Hämoglobin

Haem



**Die Proteine benötigen häufig Kofaktoren, um funktionsfähig zu sein.
Bsp: Haem / Hämoglobin**

O₂ Bindung



Proteinfunktion

Strukturbildung und -erhaltung: z.B. Collagen (mech. Stab. von Zellen)

Bewegung von Muskeln: Zusammenspiel Actin & Myosin

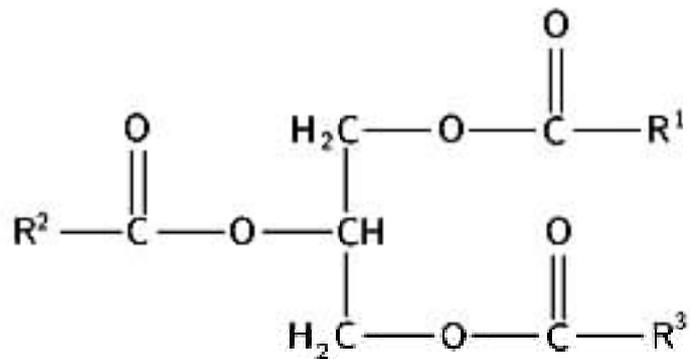
Transport: Hämoglobin (O_2 , CO_2) Lunge \leftrightarrow Gewebe
Ionenkanäle in Membranen
Transport von Stoffen durch Blutbahn

Schutz & Abwehr: Immunsystem (Immunglobuline, Antikörper)

Regulation & Steuerung von Zellvorgängen: Jeder hormonale Prozeß verläuft über Proteine als Rezeptoren;
Informationsweiterleitung

Katalyse aller im Organismus ablaufender chemischer Prozesse (Enzyme).

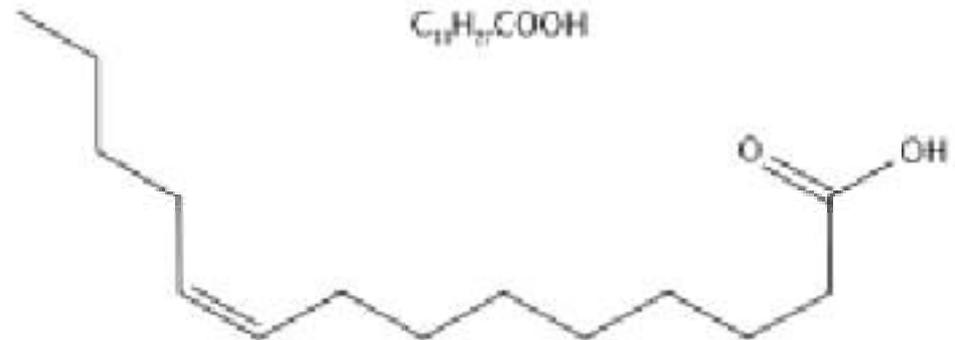
Lipide



Triglyceride



Gesättigte Fettsäure - Myristinsäure
 $\text{C}_{14}\text{H}_{27}\text{COOH}$

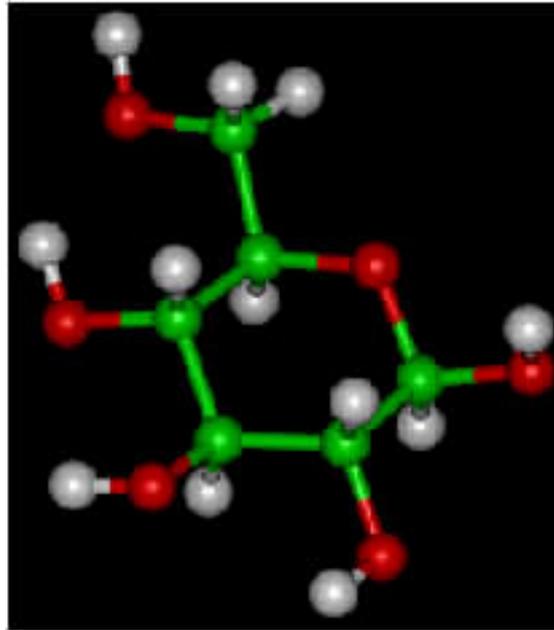
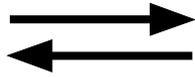
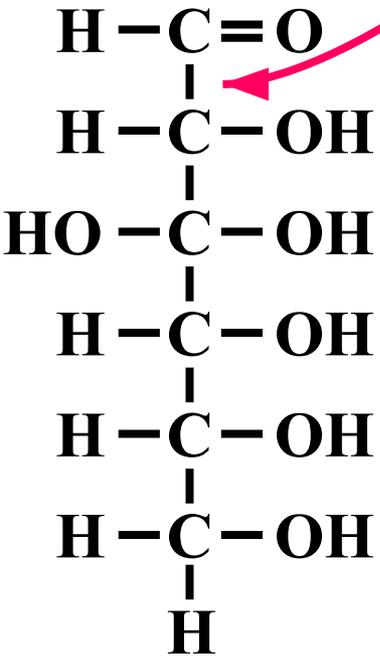


Ungesättigte Fettsäure - Myristoleinsäure
 $\text{C}_{14}\text{H}_{25}\text{COOH}$

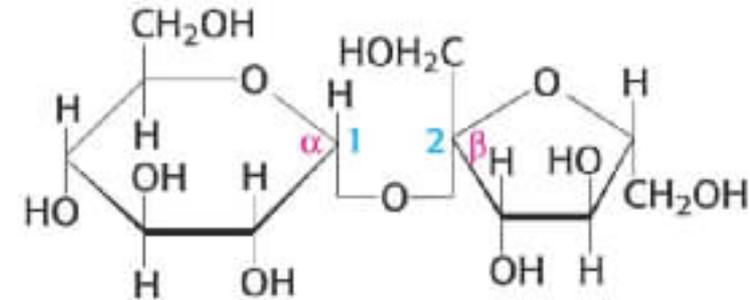
Kohlenhydrate

Monosaccharid

Chiralitätszentrum



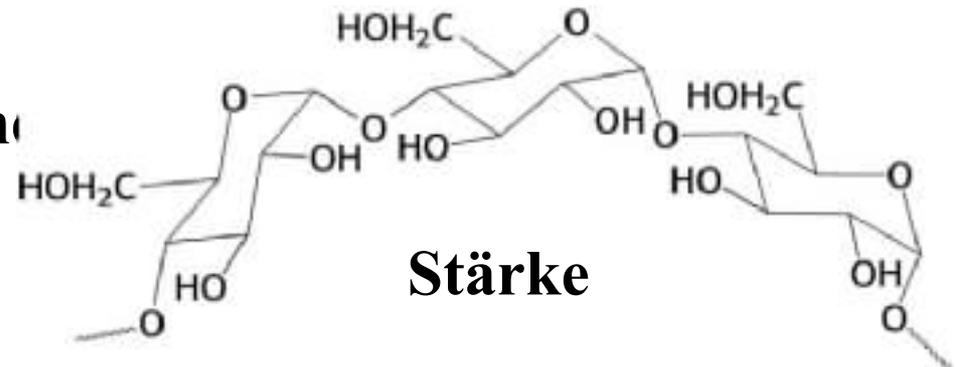
Glukose



Saccharose = Kristallzucker
= Fructose + Glukose

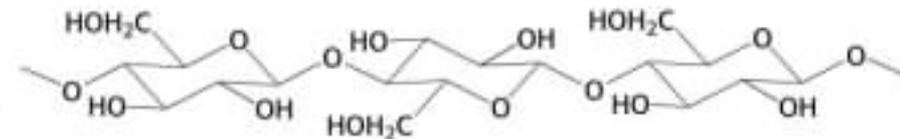


Oligosaccharide: einige gekoppelte Monomere
eingebaut in Glycoproteine
können als Antigene wirken



Stärke

Polysaccharide: viele gekoppelte Monomere



Zellulose