

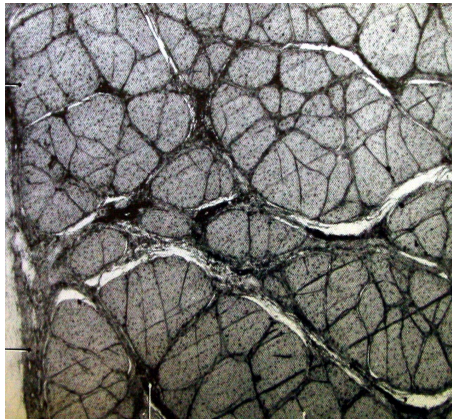
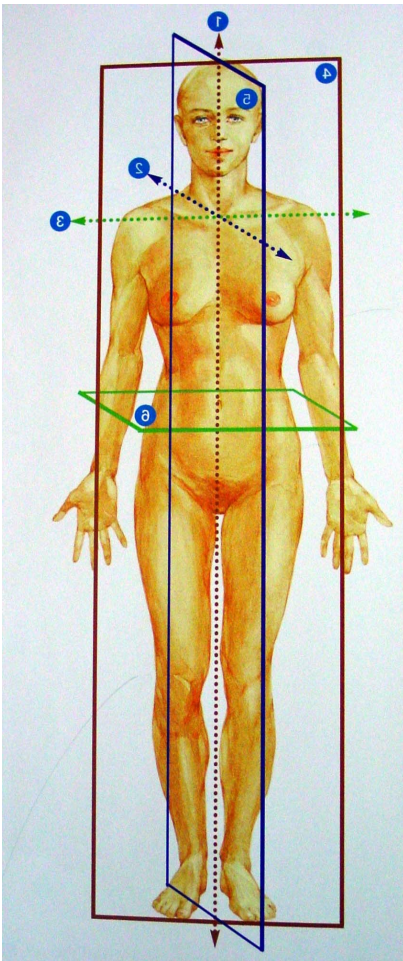
# Allgemeine Anatomie

## Zytologie

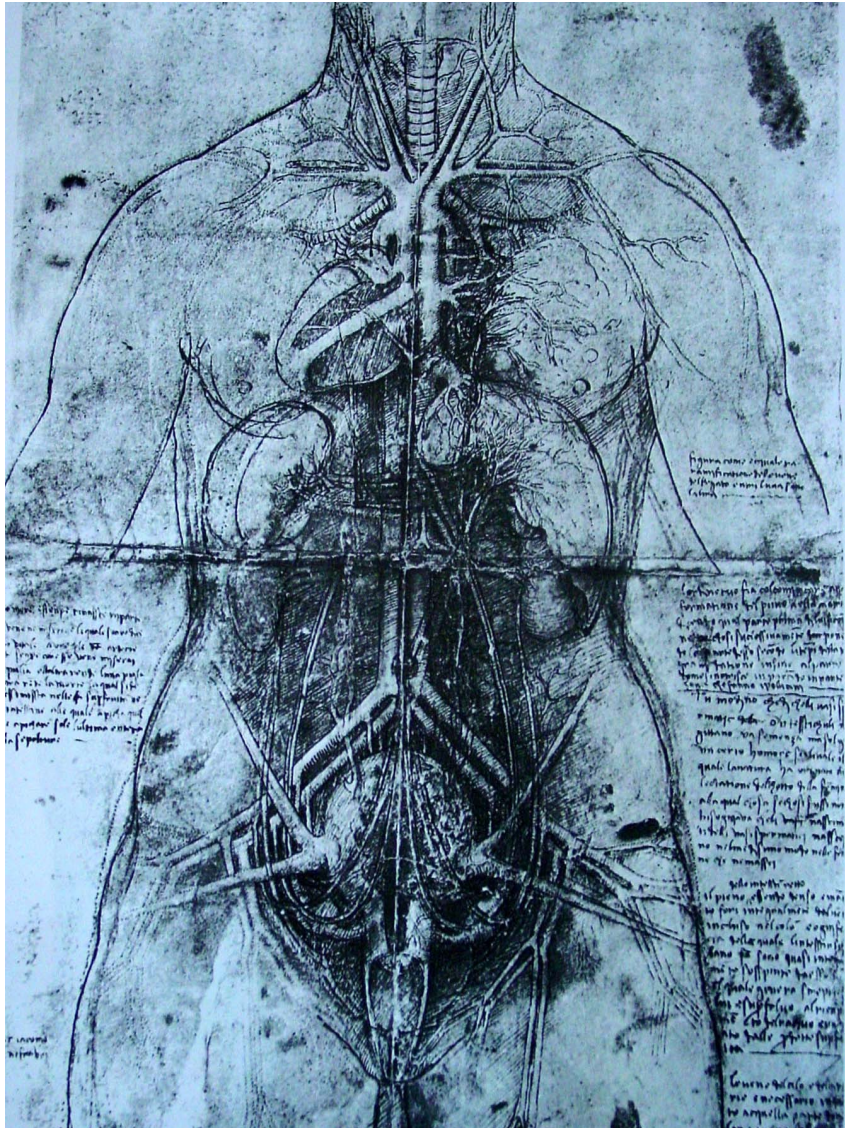
## Gewebelehre

**Anatomieskriptum**

**Dr. Peter Panhofer**



# Allgemeine Anatomie



# **Anatomie - Begriffe und Einteilung**

(griechisch anatemnein = aufschneiden, zerteilen)

Wichtigste Möglichkeit, durch das Studium der Teile (Analyse), auf den Bau des Ganzen zu schließen (Synthese)

ANATOMIE = Lehre vom Bau der Organismen

Pflanzen: Phytotomie

Tiere: Zootomie

Menschen: Anthropotomie

Durch Kenntnis der Form können wir auf die Funktionen (Physiologie) schließen, und dann wieder das Krankhafte erkennen .

**Analytische Anatomie → Physiologie → Pathologische Anatomie**

**Pathol. Physiologie**

Einteilung: 1) **Makroskopische Anatomie** : mit Auge/Lupe sichtbar

2) **Mikroskopische Anatomie** : Mikroskop

**Cytologie**

(Zellenlehre)

**Histologie**

(Gewebelehre)

**Mikroskop. Anatomie der Organe**

(Organlehre)



### 3) Systematische Anatomie (Organsysteme)

- |                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| I) Skelettsystem  | V) Urogenitalsystem |
| II) Muskelsystem  | VI) Gefäßsystem     |
| III) Darmsystem   | VII) Nervensystem   |
| IV) Atmungssystem | VIII) Sinnessystem  |

#### 4) Topographische Anatomie:

Vermittlung der räumlichen Lage der Teile des Körpers und gegenseitige Beziehungen

## 5) Angewandte Anatomie:

Hilfe bei Diagnose und Therapie für medizinisches Personal

## 6) Chirurgische Anatomie

## 7) Plastische Anatomie:

# Gestalt und Proportionen des menschlichen Körpers

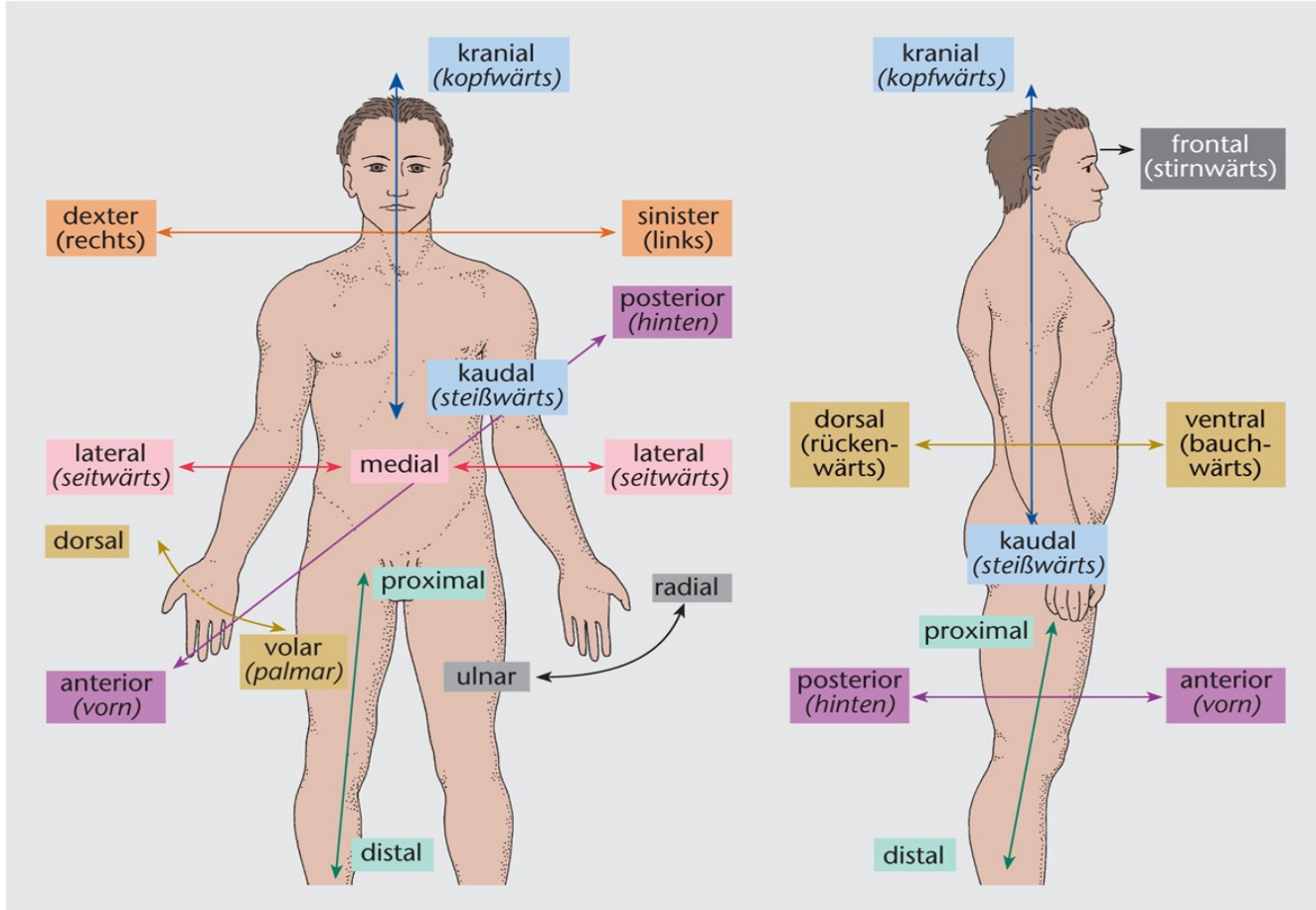
Modellierung der Oberfläche → Bildende Kunst  
→ Plastische Chirurgie

## 8) Biologische Anatomie

## 9) Anatomie funktioneller Systeme:

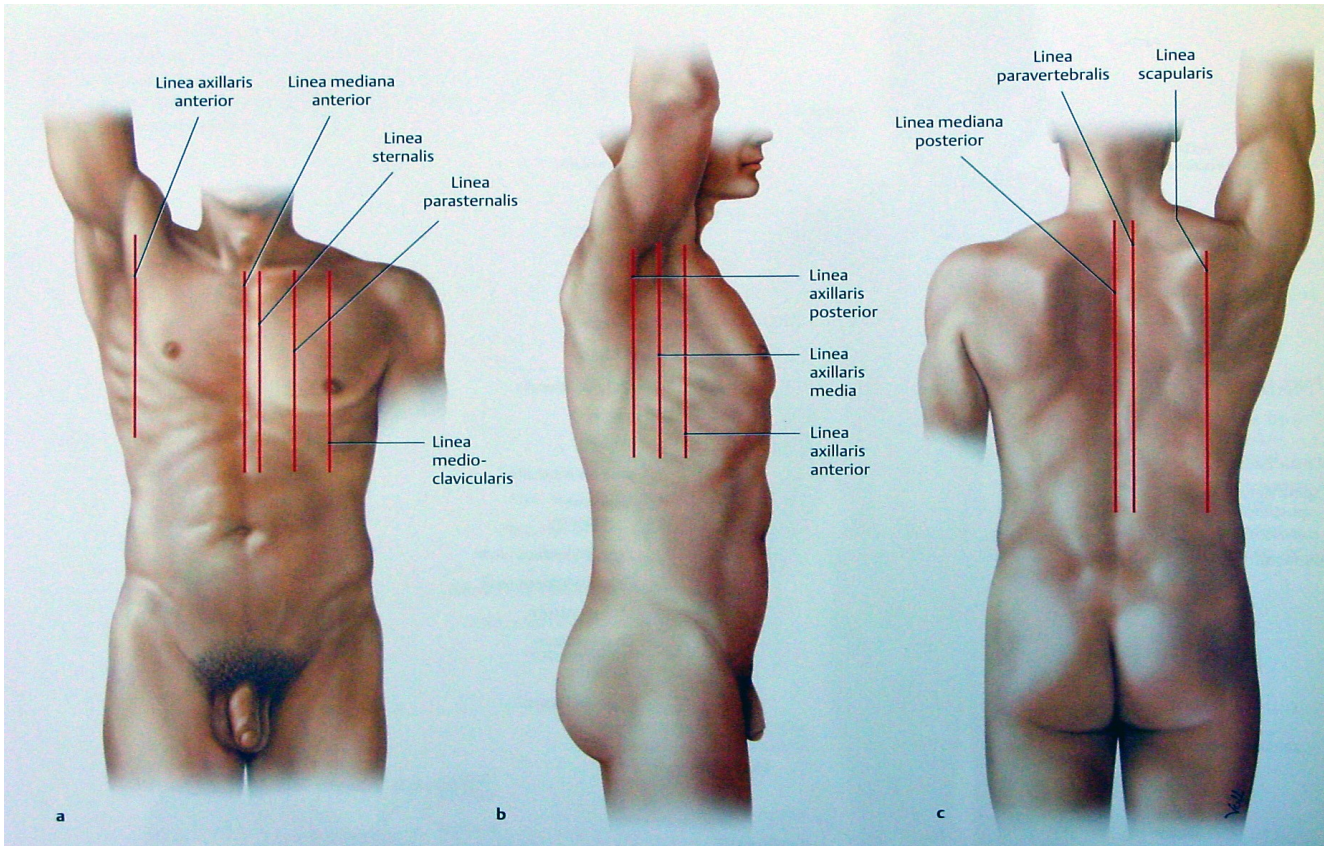
# Abhängigkeit zwischen Form und Funktion





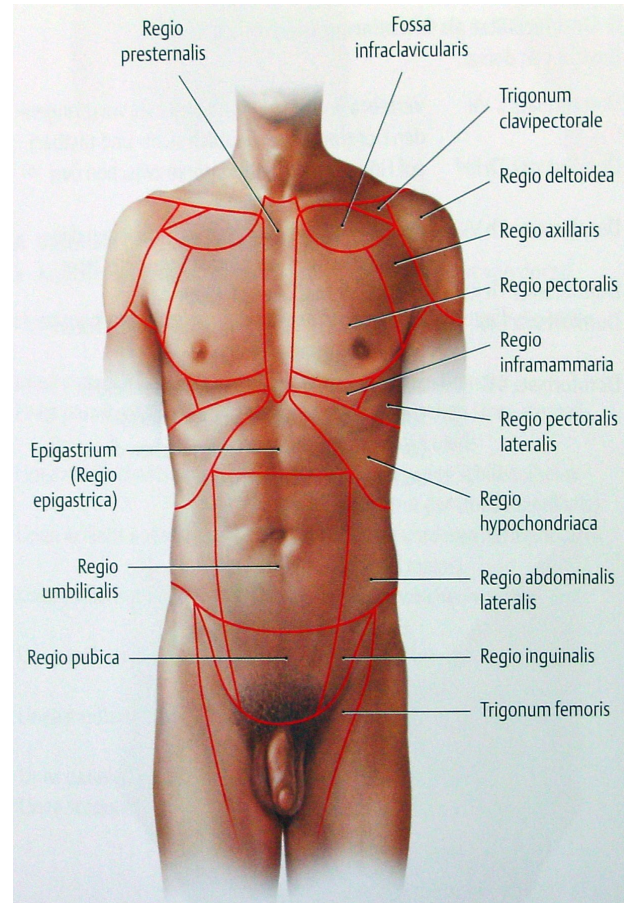
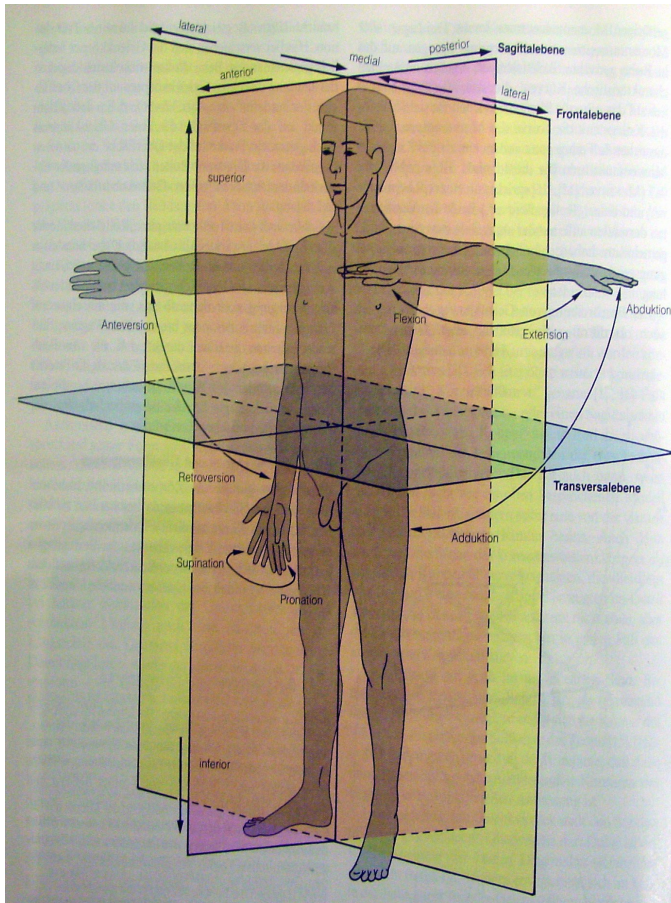
Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

## Anatomische Richtungsbezeichnungen



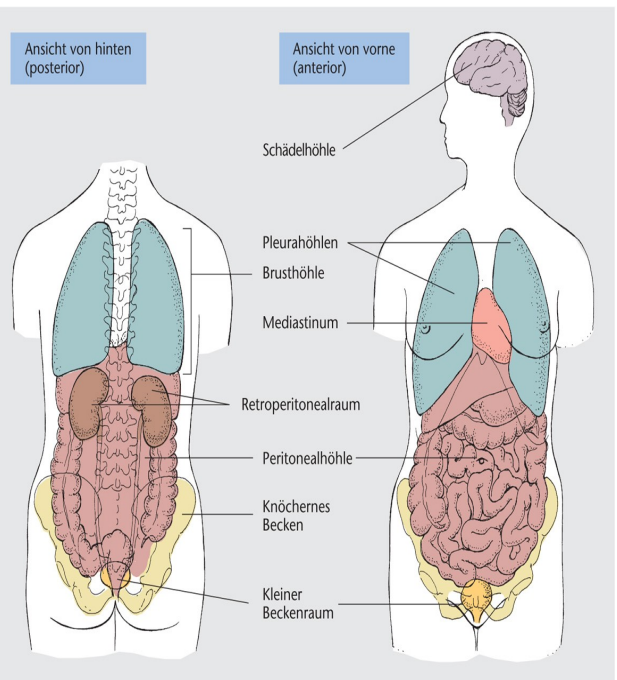
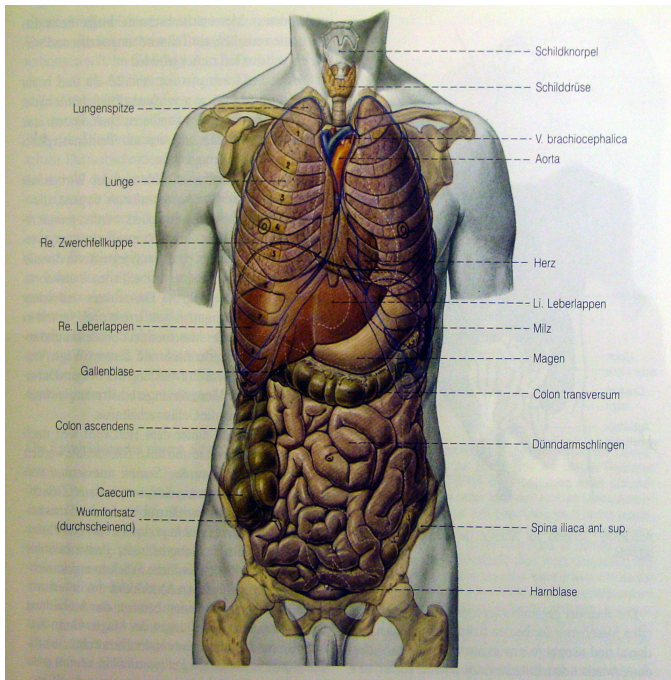
## Vertikale Orientierungslinien





## Die Körperachsen

## Körperregionen vorne

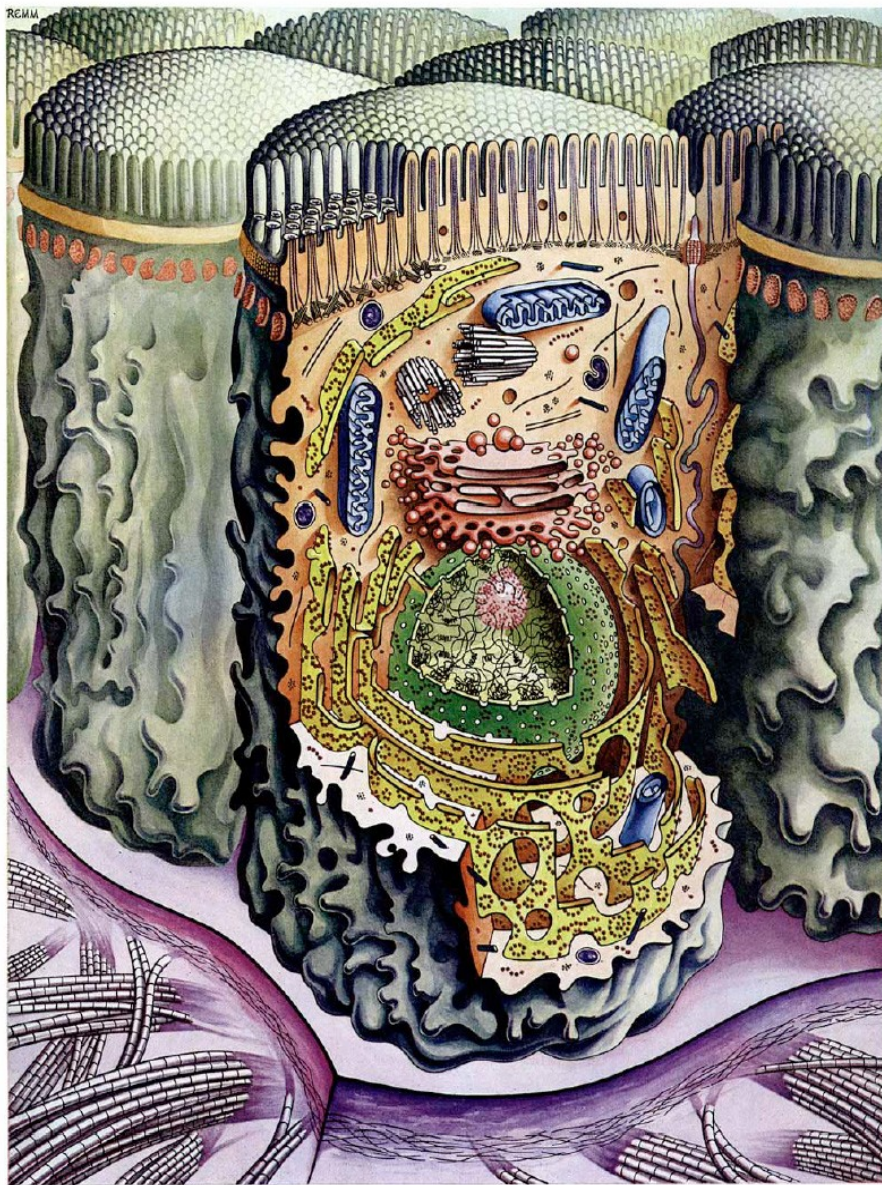


## Der Organsitus

Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München



# Zytologie





# Inhaltsverzeichnis Zytologie

## **Das Zytoplasma**

•Die Zellorganellen	2
Mitochondrien	2
Endoplasmatisches Reticulum	3
Ribosomen	4
Golgiapparat	4
•Die Zellmembran	7
Aufbau	7
Funktion	7
Zellverbindungen	8
Lysosomen	11
Peroxisomen	11
Zytoskelett	11

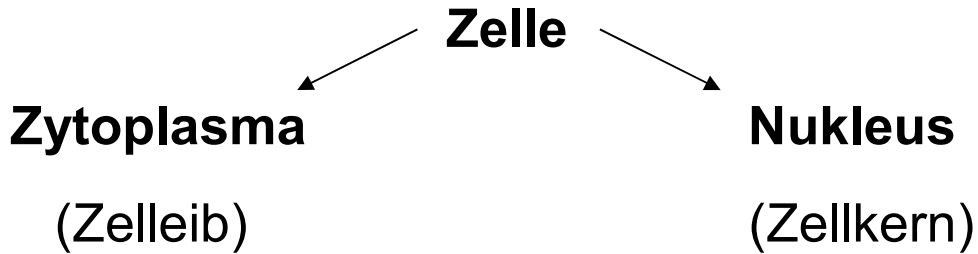
## **Der Nukleus**

•Bestandteile	13
•Einteilung	13
•Entstehung	13
•Chromosomen	14
•DNS-Doppelhelix	14
•RNS	16
•Mitose	16
•Meiose	20
•Alter und Tod der Zellen	22

<b><i>Literatur – und Bildquellen</i></b>	24
---	----

# **DIE ZYTOLOGIE** (Abb.1.)

Lehre von der Zelle



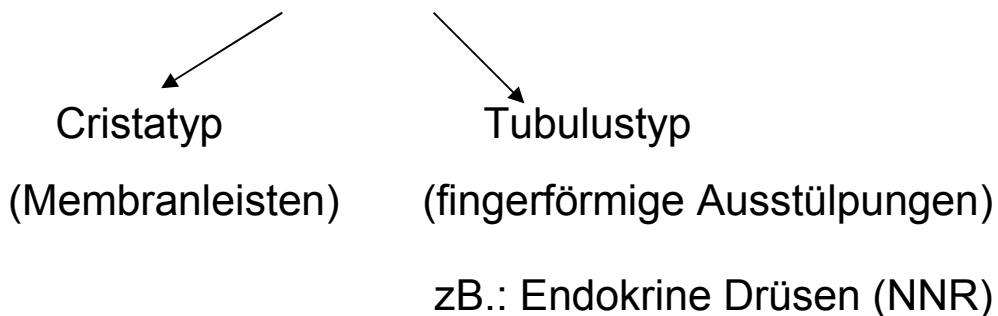
## **1)Das Zytoplasma**

- 1) Zellorganellen
- 2) Zellmembran = Plasmalemm
- 3) Paraplasma: gespeicherte Substanzen
- 4) Hyaloplasma = Grundplasma
- 5) Metaplasma: Strukturen mit spezifischen Funktionen

## **1)Die Zellorganellen (Abb.2.)**

### **1)Mitochondrien (Abb.3.)**

- 1)Aufbau:
1. Äußere Membran (permeabel für viele Stoffe)
  2. Äußeres Kompartiment
  3. Innere Membran
  4. Inneres Kompartiment = Mitochondrienmatrix



WICHTIG:

!! Innere Membran trägt eine Reihe von Multienzymsystemen !!

!! Mitochondrienmembran enthält RNS: Proteinkodierung !!

2)Funktion: 1) Zellatmung

2) Enzymreaktionen (Chemische Fabrik der Zelle)

3)Vermehrung: 1) Teilung

2) Knospung

## **2)Endoplasmatisches Reticulum = ER (Abb.4.)**

System aus Zisternen und schlauchartigen Strukturen, die untereinander kommunizieren.

Das ER steht mit der perinukleären Zisterne in Verbindung

1)Einteilung: 1) Agranuläres/glattes ER

2) Granuläres/raues ER: außen Ribosomen

2)Funktion: 1)Transportsystem der Zelle

2) raues ER:Bildung von Proteinen (zB.: Sekretaufbau)

3) glattes ER:Bildung von Lipiden und Steroiden

Zerfallenes ER: „Bläschen“ = Mikrosomen



### **3)Ribosomen (Abb.4.)**

1)Einteilung: 1) Frei im Zytoplasma

2) Anlagerung am ER


3) Polysomen: durch m-RMS verbundene Ribosomen

2)Entstehung: Präribosomale RNS wird nach Einbau von Proteinen aus dem Zellkern ausgeschleust

3)Funktion: 1) Polysomen: Bildung von Strukturproteinen für Eigenbedarf

2) Ribosomen: Bildung von Proteinen

### **4)Golgiapparat (Abb.5.)**

1)Aufbau: 1) Golgizysterne   
Golgi-Externum  
Golgi-Internum

!!Die zwei Anteile haben differente Enzyme!!

2) Aufnehmender Pol: Regenerationsseite

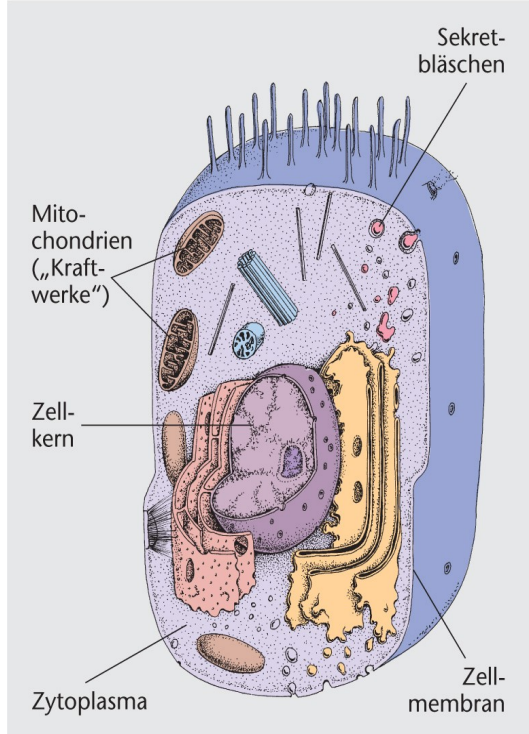
3) Abgebender Pol: Sekretionsseite

4) Golgi-Vesikel: leiten Material aus ER an Golgizysterne

2)Funktion: 1) Fertigstellung der Proteinsynthese (zuckerhaltige Sekrete)

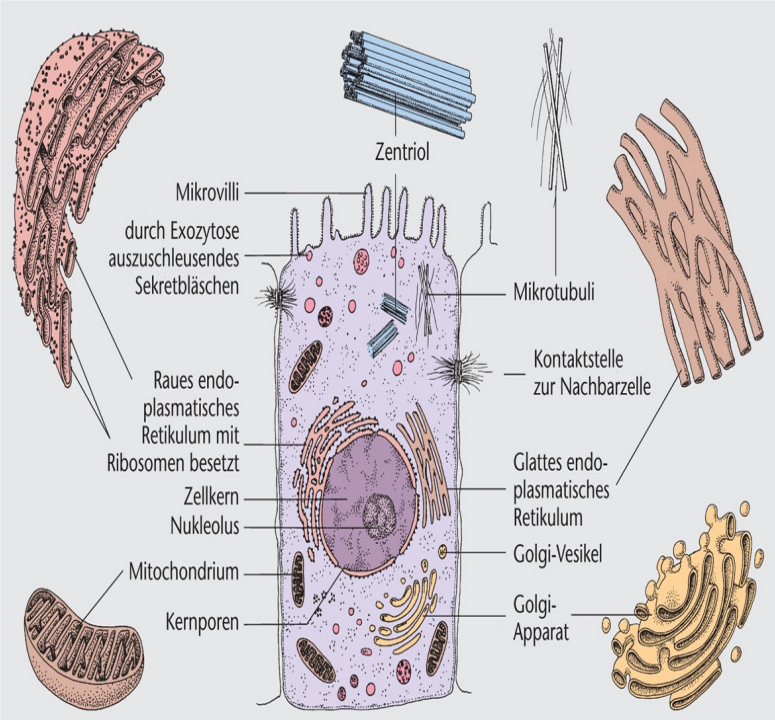
2) Ausformung von Lysosomen

3) Transport von Stoffen



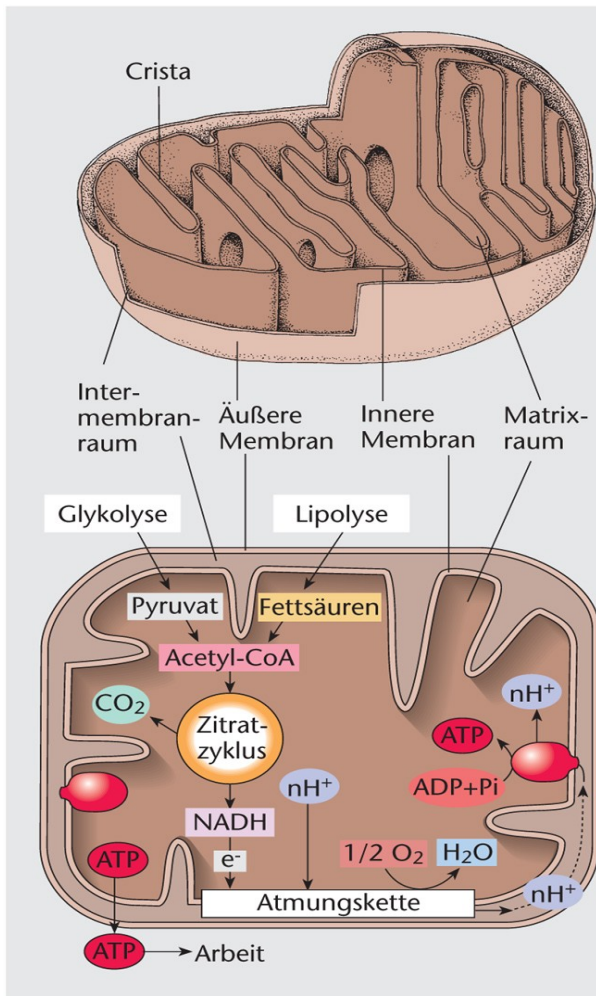
Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.1. Die Zelle**



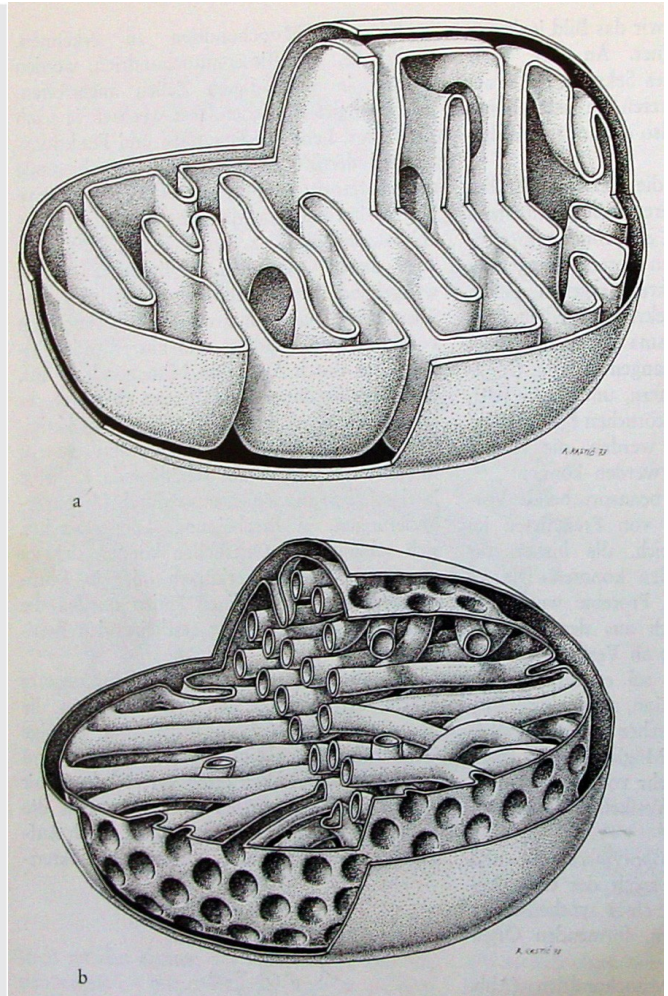
Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.2. Die Zellorganellen**



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

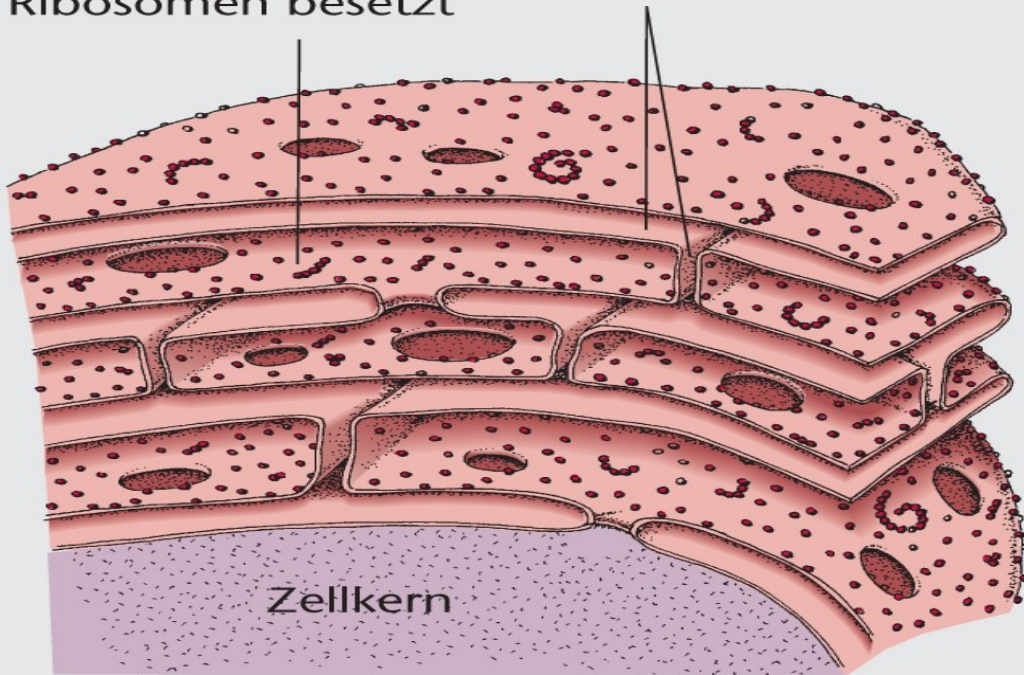
**Abb.3. Das Mitochondrium – Crista- und Tubulus-Typ**





Membran mit  
Ribosomen besetzt

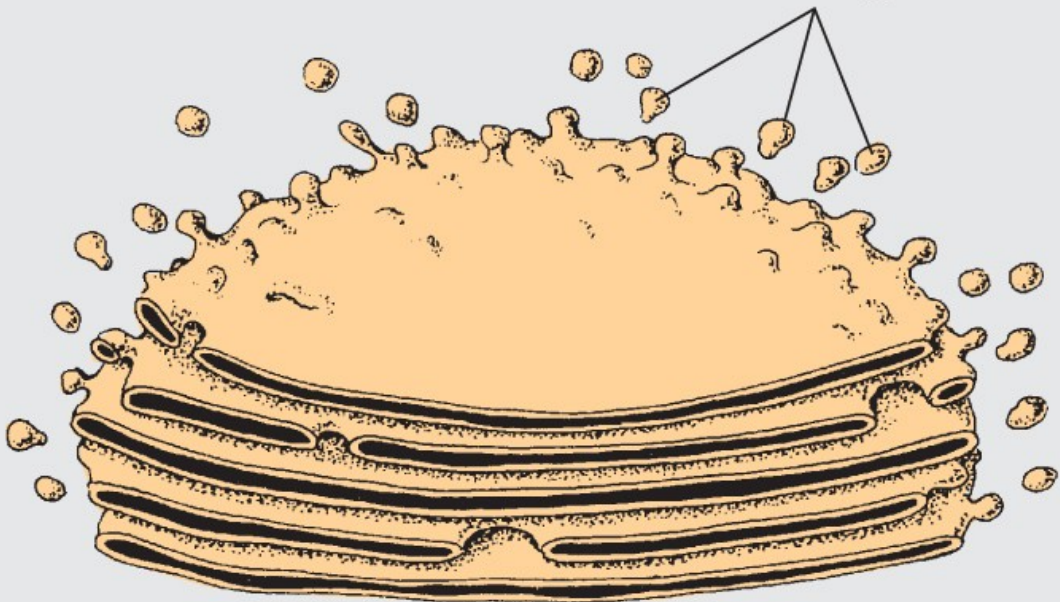
Kanalsystem



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.4. Das endoplasmatische Retikulum**

Golgi-Vesikel



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.5. Der Golgi - Apparat**



## 2)Die Zellmembran (Abb.6. – 7.)

- 1)Aufbau:** • Doppellipidschicht aus Cholesterol,  
Phospho- und Glykolipiden
- Die *hydrophoben Molekülteile* sind zueinander gerichtet
  - Die *hydrophilen Molekülteile* sind dem Intra - und Extrazellularraum zugewandt —→ **flüssigkristalline Mosaikstruktur**

In der Membran sind Proteine eingelagert:

1. äußere Ektoproteine
2. innere Ektoproteine
3. integrale Proteine  
(durch ganze Membran)

Äußere Ektoproteine und integrale Proteine haben Kohlenhydrat-Seitenketten und bilden mit den Glykolipiden an der Oberfläche

—→ **Glykokalyx**

- negative Oberflächenladung
- Wasserbindungsvermögen
- Rezeptorverankerung

**Rezeptoren:** Informations- u. Stoffaufnahme in die Zelle  
Zell-Zellerkennung (z.B.: Abwehr fremder Zellen)

**2)Funktion:** 1) Abgrenzung gegen Extrazellularraum

—→ Stoffaustausch

2) Glykokalyx

3) Endozytose

Membranabschnitte mit gebundenen Stoffen können durch Einfaltung und Abschnürung in die Zelle transportiert werden

*Phagozytose*: Aufnahme fester Stoffe (**Abb.8.**)

*(Mikro)Pinozytose*: Aufnahme von Lösungen

### **3) Zellverbindungen (Abb.9.)**

#### **1) Verzahnung der Plasmamembran**

#### **2) Desmosomen (Macula adhærens, Haftplatte)**

Mechanische Haftung: Kittsubstanz zwischen parallel verlaufenden Plasmalemmata; Verankerung im Zellinneren über Tonofilamente Kraftübertragung

#### **3) Hemidesmosomen**

Haftung nichtzellulärer Strukturen

#### **4) Gürteldesmosomen (Zonula adhaerens)**

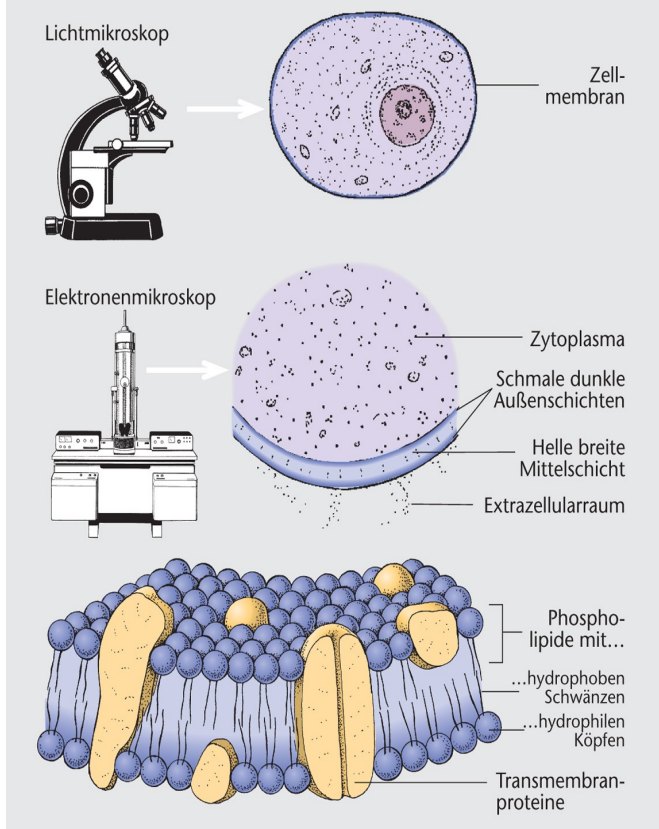
Umfassen Zellen gürtelförmig und verbinden sie mit Nachbarzellen

#### **5) Verschlußzonen (Zonula occludens, tight junctions)**

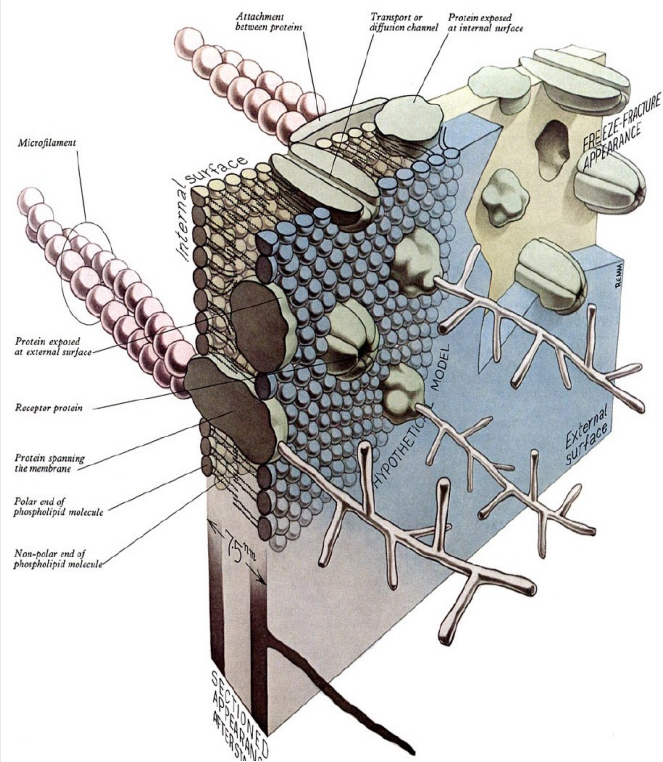
Abdichtung verschiedener Kompartimente des Interzellularraumes: Verschmelzung der Nachbarzellen miteinander

#### **6) Nexus**

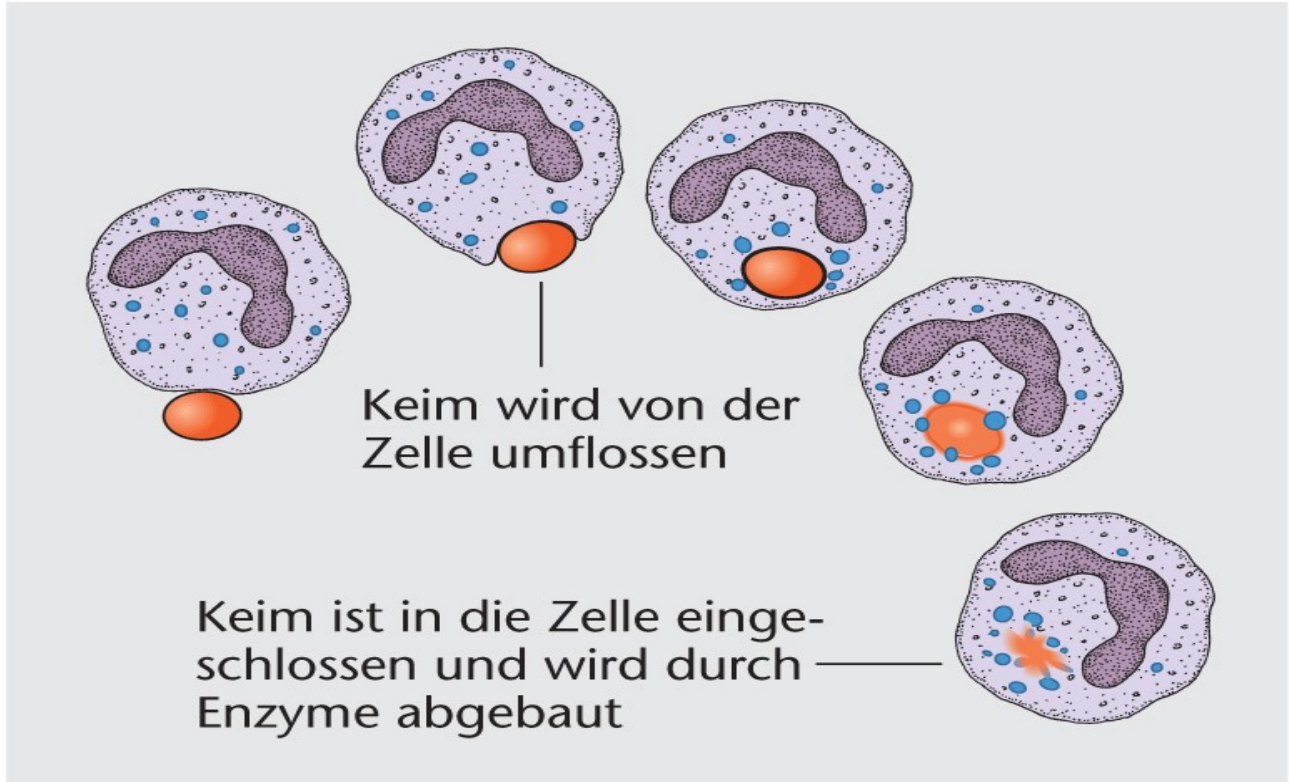
2 nm breiter Spalt zwischen benachbarten Plasmalemmata, der durch Proteine überbrückt wird, mit Poren zwischen den Zellen:  
*Elektrotonische Übertragung von Erregungen zwischen Zellen*



**Abb.6. Die Zellmembran**



**Abb.7. Die Zellmembran mit Membranproteinen**



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

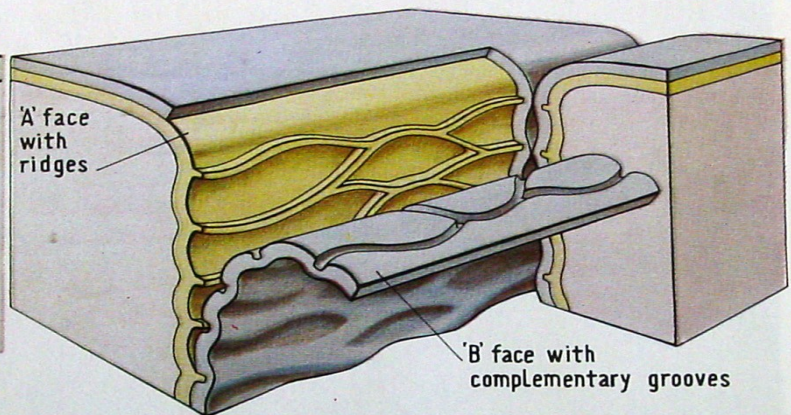
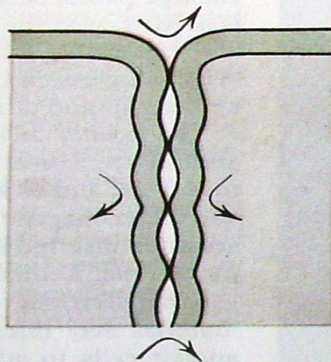
**Abb.8. Die Phagozytose**



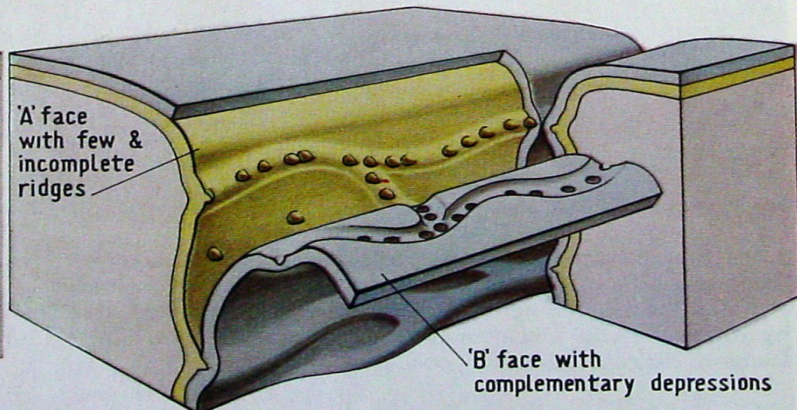
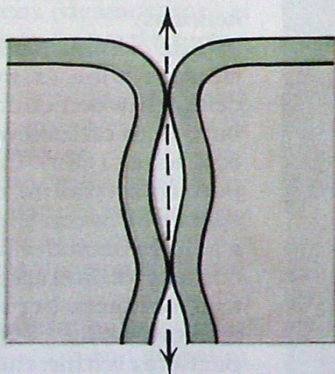
## SECTIONED

## FREEZE-FRACTURED

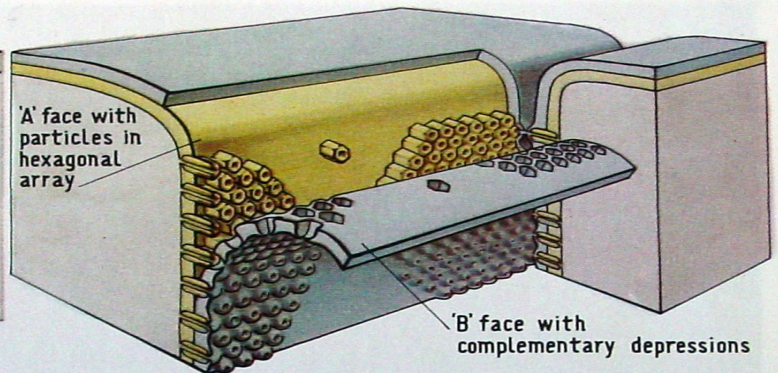
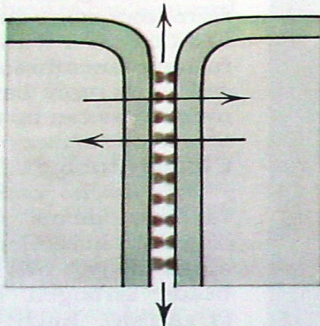
Either  
TIGHT  
JUNCTION  
acting as  
diffusion  
barrier



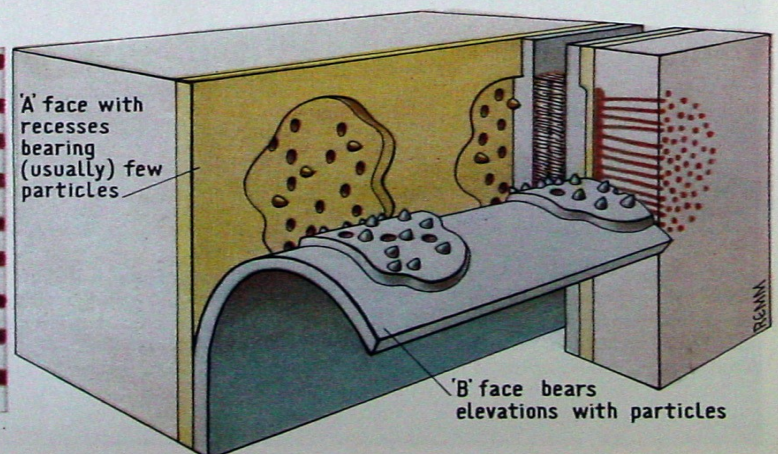
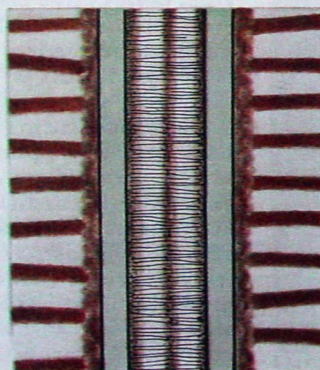
Or  
'LEAKY' TIGHT  
JUNCTION  
allowing slow  
diffusion  
through  
intercellular  
space



Or  
GAP JUNCTION  
allowing  
ions & small  
macromolecules  
to move in  
directions  
indicated



DESMOSOME  
forming  
strong  
adhesive  
locus





#### **4)Lysosomen**

Ausbildung im Golgiapparat

Inhalt: Abbauende Enzyme im sauren Milieu z.B.: saure  
Phosphatase

- a) **Autophagosom**: eigenes verbrauchtes Zellmaterial
- b) **Sekundäres Lysosom**: Autophagosom + primäres Lysosom
- c) **Heterophagosom**: fremdes aufgenommenes Zellmaterial
- d) **Heterophagolysosom**: Heterophagosom + primäres Lysosom
- e) **Tertiäres Lysosom (Residualkörper)**: Abbau nicht vollständig

#### **5)Peroxisomen**

Funktion: Abbau von für die Zelle toxischen Peroxidasen: Oxidasen  
Katalasen

#### **6)Zytoskelett**

##### **1) Aktinfilamente (dünne Zytofilamente) (Abb.10.)**

1)Lokalisation: Plasmalemm, Zellorganellen

2)Funktion: Bewegung der Zelle - gemeinsam mit Myosin

##### **2) Intermediärfilamente**

Funktion: Versteifung der Zelle

- Epithelzelle: Zytokeratin, Tonofibrillen (im Bündel)
- Bindegewebszelle: Vimentin
- Muskelzelle: Desmin
- Gliazelle: gliafilamentäres saures Protein (GFAP)
- Nervenzelle: Neurofilament



Abb.10. Aktinfilamente

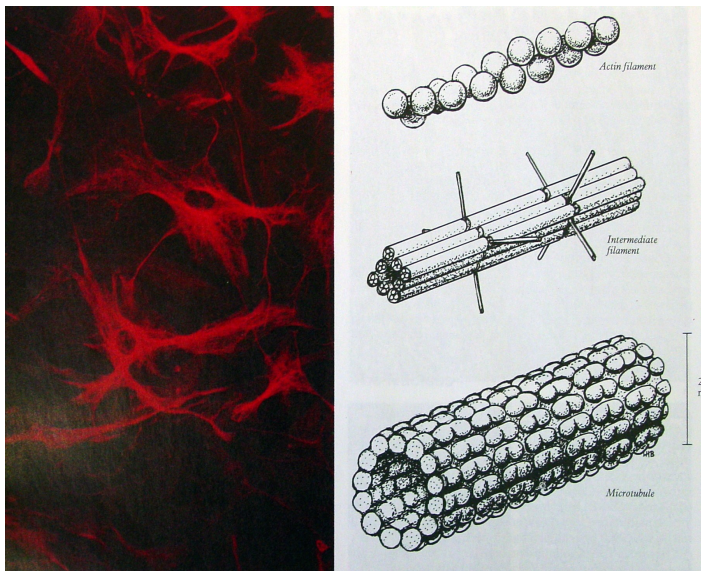


Abb.11. Mikrotubuli

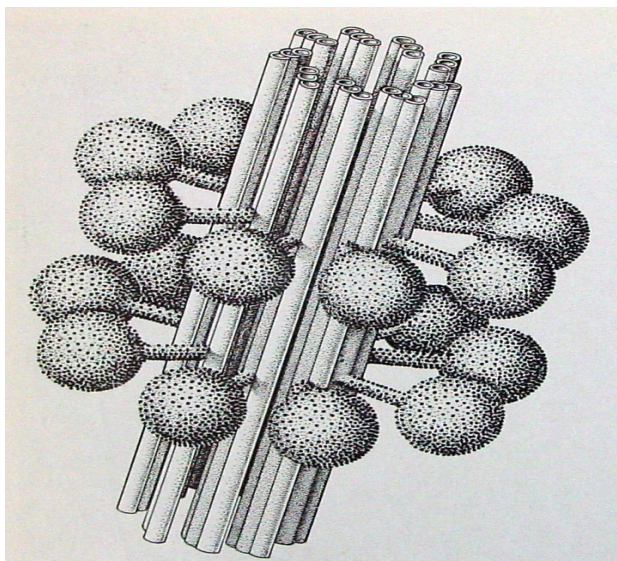
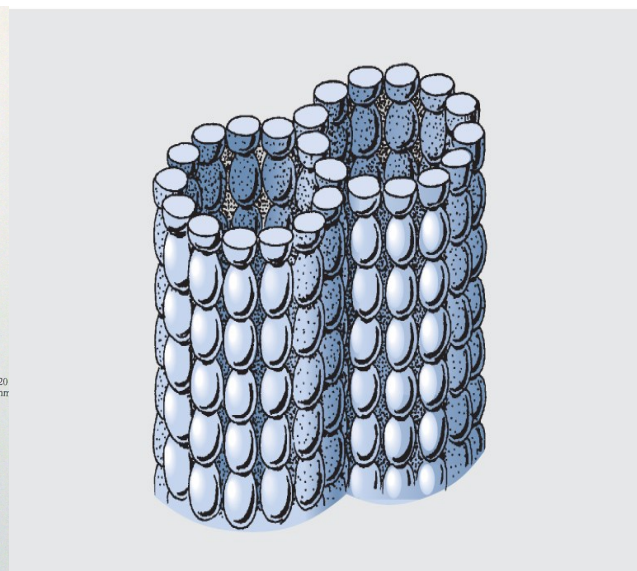


Abb.12. Die Zentriole



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

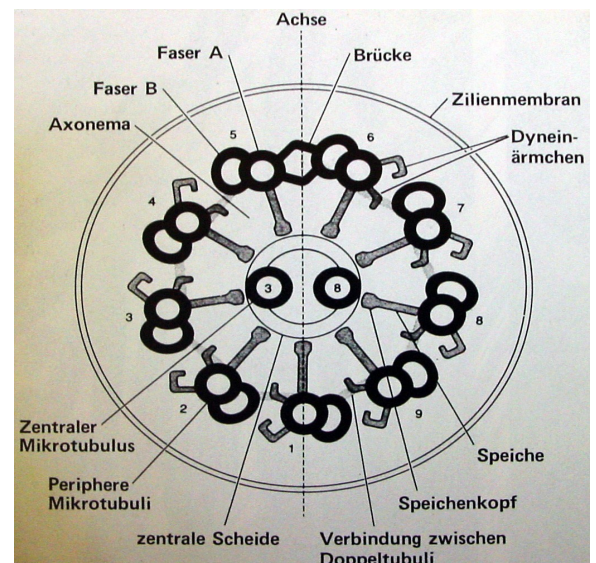


Abb.13. Die Kimoziele



### **3) Mikrotubuli (Abb.11.)**

Unverzweigtes Röhrchen, das aus spiralig angeordneten Tubulidimeren besteht mit stetigem Auf- und Abbau

### **4) Zentrosom (Diplosom) (Abb.12.)**

1)Aufbau: 2 Hohlzylinder, mit Wand aus 9 mal 3 Mikrotubuli

2)Funktion: Spindelapparat

### **5) Kinocilien (Wimperhaare) (Abb.13.)**

1)Aufbau: 9 periphere Doppeltubuli und 1 zentrales Tubuluspaar

2)Funktion: schnelle Bewegungen

## **2)Der Nukleus (Abb.14.)**

1)Bestandteile: 1) Chromatin – Chromosomen

2) Nucleoli (Kernkörperchen)

3) Karyoplasma (Kernsaft)

2)Einteilung: 1) einkernig: die meisten Zellen

2) zweikernig: Leberzellen, Herzmuskelzellen,  
Magenbelegzellen

3) mehrkernig: Osteoklasten, quergestreifte  
Muskelzellen

3)Entstehung: 1) Plasmodium: Kernteilung ohne Zellteilung

2) Synzytium: Verschmelzung mehrerer einkerniger  
Zellen

#### 4)Chromosomen (Abb.15. – 16.)

### **Wichtigster genetischer Informationsträger der Zelle**

Diploider Chromosomensatz: 44 Autosomen (homolog)

2 Heterochromosomen (Gonosomen)

————→ XY bzw. XX

Eines der X-Chromosomen bei der Frau liegt in verdichteter Form

vor: • in neutrophilen Granulozyten: *Drumstick*

• in anderen Zellen: *BARR-Körperchen*

***!! In den Chromosomen ist das Genom des Menschen  
enthalten!!***

**Gen:** Abschnitt eines Chromosomes, der die Info für bestimmte  
Eigenschaft enthält

Bestandteile: 1)Proteine

2)**DNS**

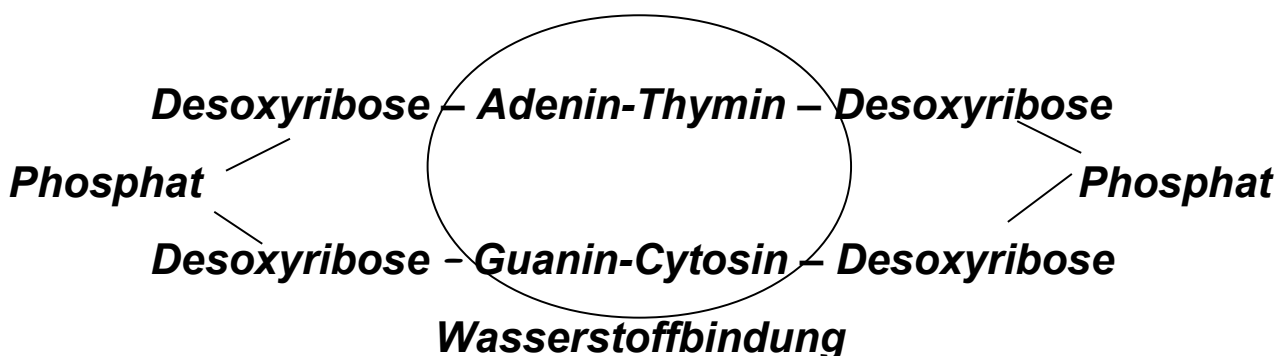
#### **5)DNS – Doppelhelix (Abb.17.)**

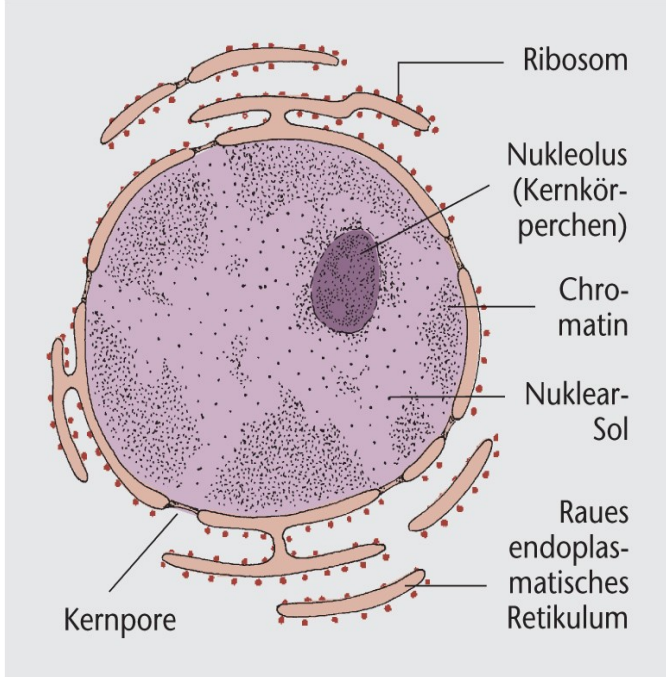
Bestandteile: 1) *Pyrimidinbasen:* Cytosin, Thymin (in RNS: Uracil)

*Purinbasen:* Adenin, Guanin (**Abb.18.**)

2) Phosphate

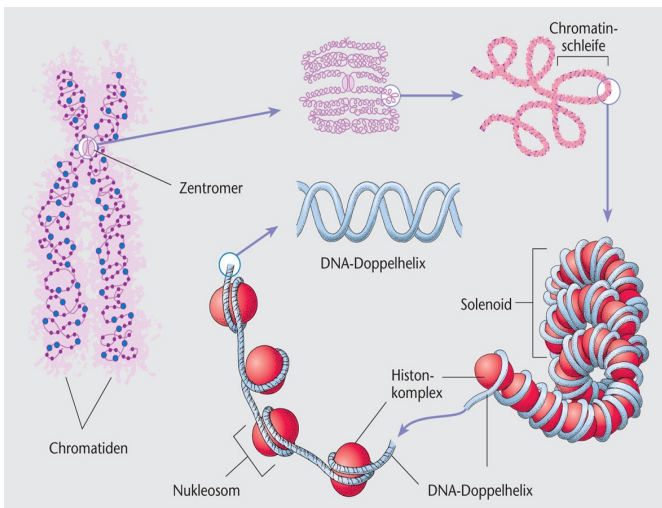
3) D-2-Desoxyribosen (Kohlenhydrate)





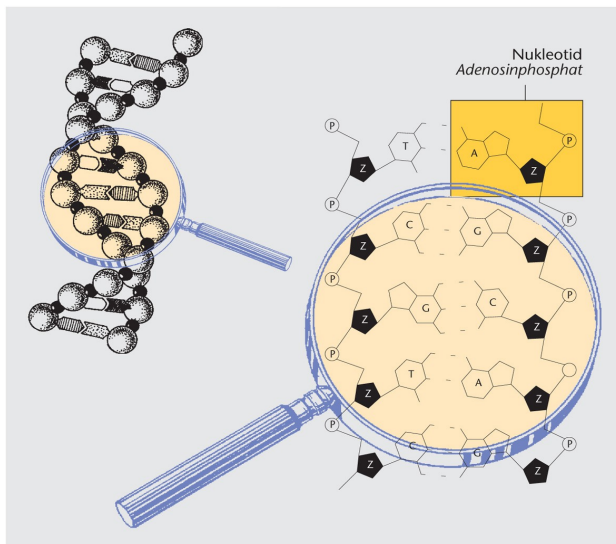
Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.14. Der Zellkern**

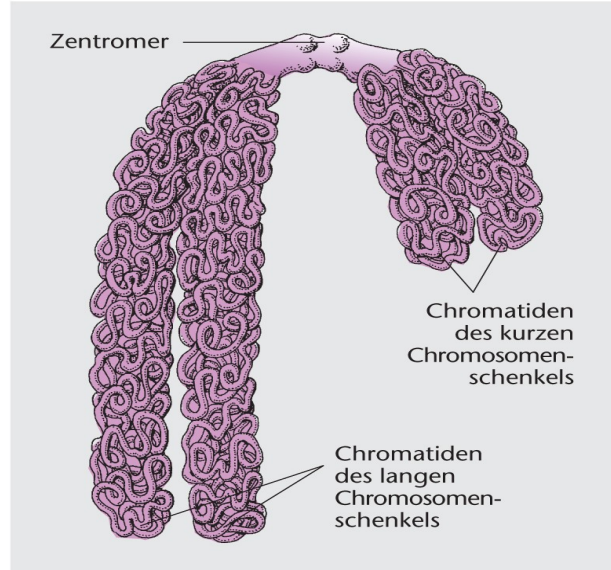


Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.16. Feinbau der Chromosomen**

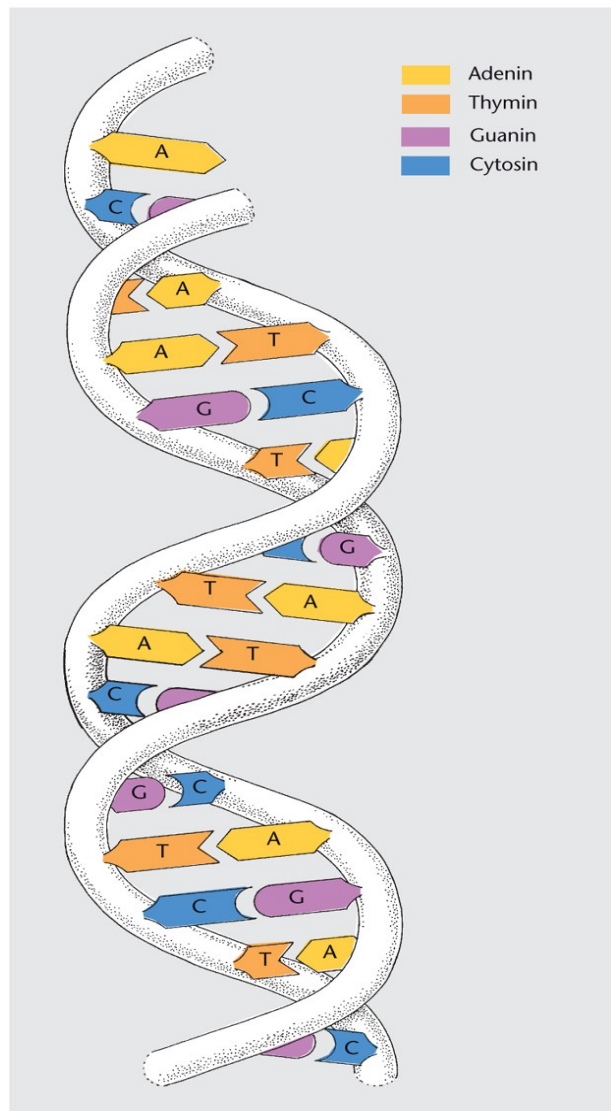


Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.15. Das Chromosom**



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.18. Die Basenpaare**

**Abb.17. Die Doppelhelix**



**Heterochromatin:** stark kondensiert

**Euchromatin:** entspiralisiert —→ RNS-Synthese

**DNS – Replikation:** Verdopplung des DNS – Stranges (**Abb.19.**)

## 6)RNS

**Transkription:** Trennung der DNS-Stränge durch Topoisomerase und Helicase; Polymerase schreibt RNS-Strang  
→ **mRNS (Abb.20.)**

**Translation: mRNS** koppelt an Ribosom

**tRNS** besteht aus 3 Basenpaaren mit 1 Aminosäure

Viele **tRNS** koppeln an Ribosom (**Abb.21.**)

Dort verbinden sich die Aminosäuren zu Peptiden,  
Polypeptiden und Proteinen (**Abb.22. – 23.**)

## 7)Mitose

1) Aus befruchteter Eizelle wird Organismus

2) Regeneration von Zellen

**1) Interphase (Arbeitsphase) (Abb.24.)**

### **1) G0- Phase**

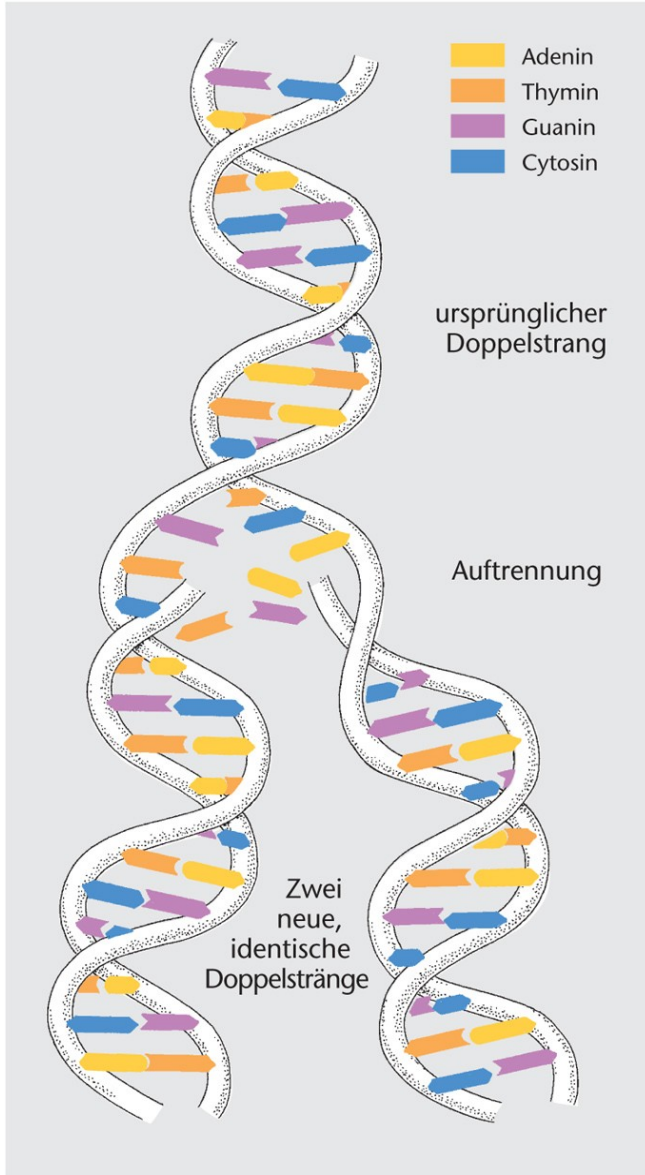
Teilungsunfähigkeit nach vorangegangener Zellteilung

Dauer: unterschiedlich, hoch differenzierte Zellen für immer

### **2) G1- Phase**

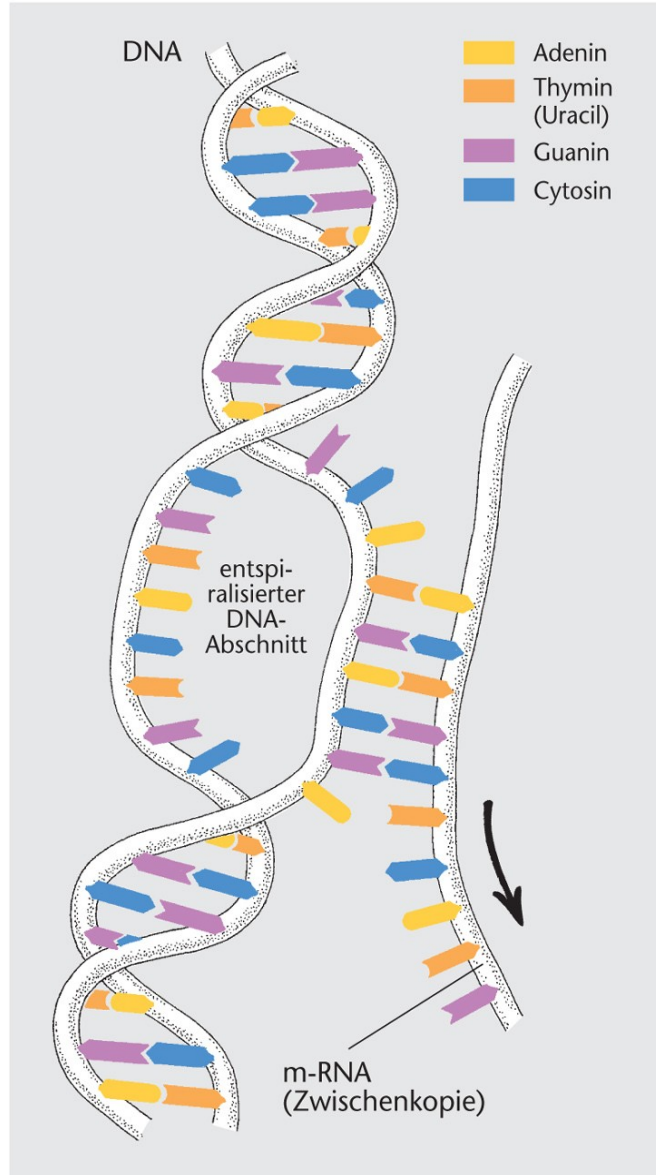
Ergänzung des Zellorganellenbestandes auf Mutterzellenniveau

Im Zellkern: Bildung von RNS



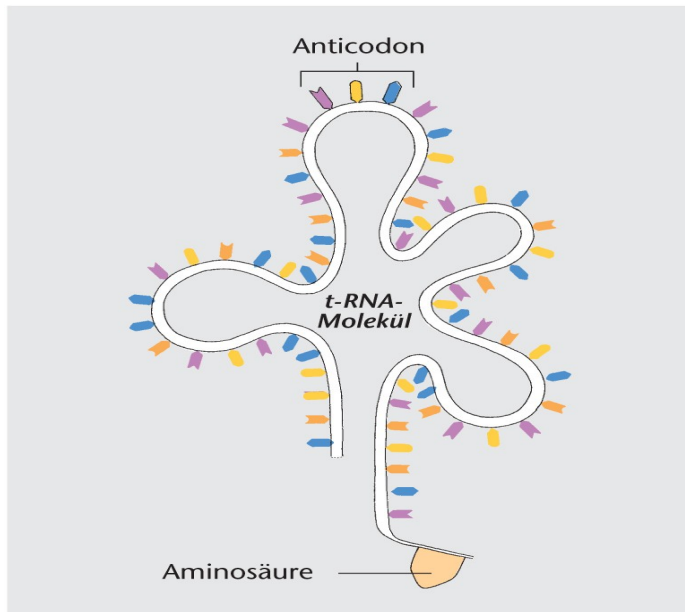
Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.19. Die DNS - Replikation**



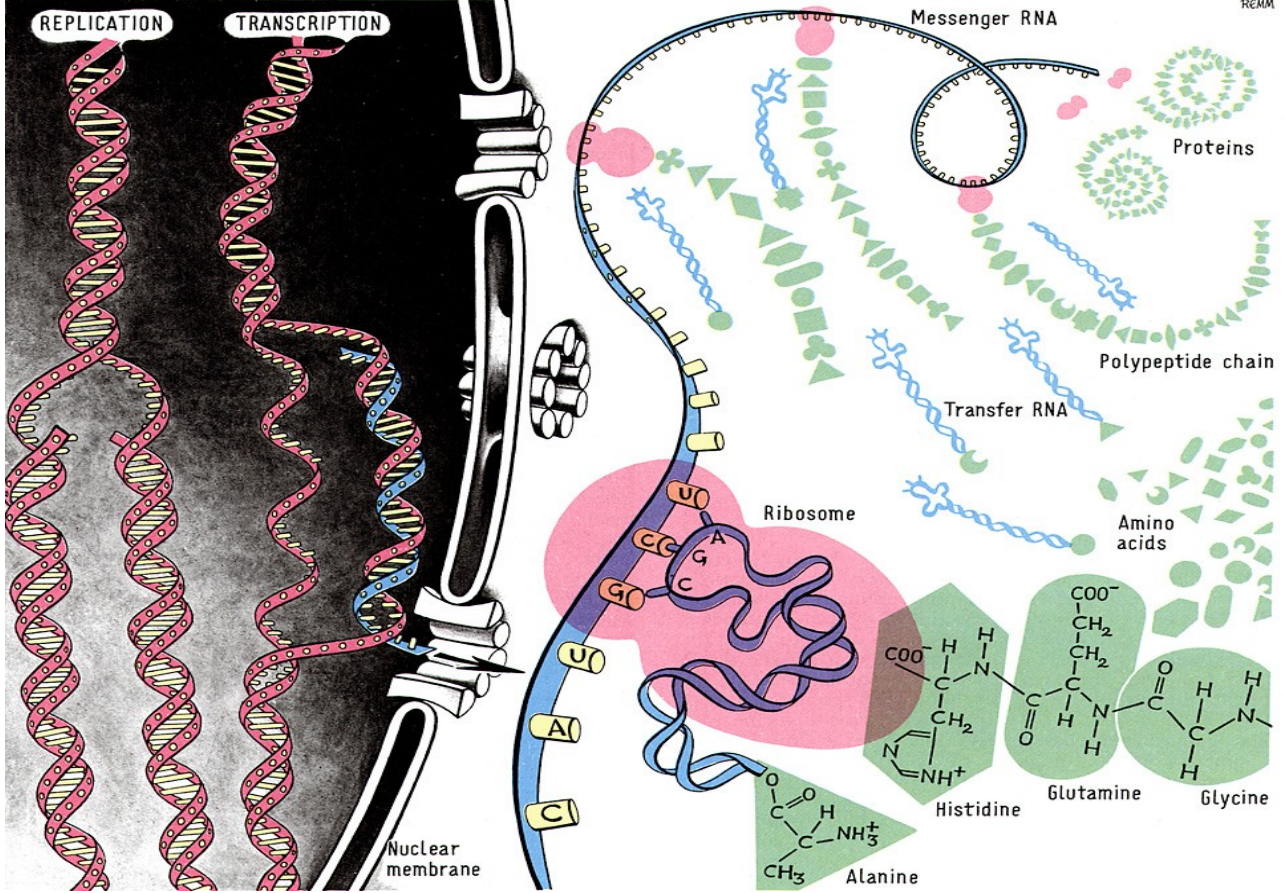
Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.20. Die mRNS - Transkription**

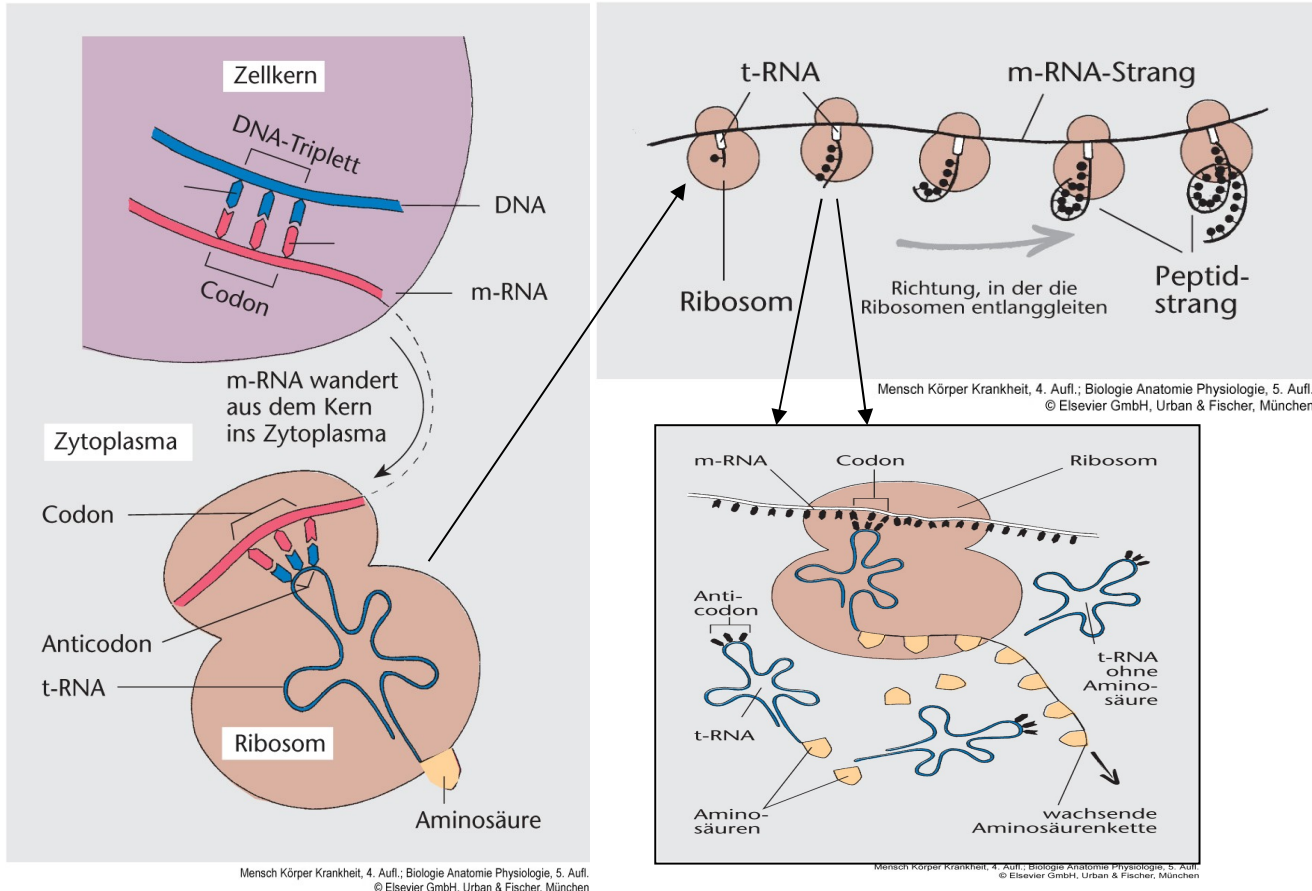


Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.21. tRNS – Molekül mit Basentriplet**



**Abb.22. Die Proteinsynthese**



**Abb.23. Transkription und Translation am Ribosom**



### 3) S- Phase(7-12h)

DNS-Replikation

Bildung von Kernproteinen und zytoplasmatischen Strukturen

Synthese von Proteinen für den Verteilungsapparat

### 4) G2- Phase(2-5h)

Zeitraum bis zur Mitose

## 2) Mitose- Hauptstadien (Abb.25.)

### 1) Prophase

- Abrundung der Zelle
- Verlagerung oder Auflösung der Zellorganellen
- Zellkern: a) Nukleolen verschwinden
  - b) DNS wird kondensiert
  - c) Chromosomen bilden Transportform aus, aber zunächst noch ungeordnet: *Knäuel-/Spiremstadium*
  - d) Synthese der Proteine für den Verteilungsapparat
  - e) Zentriolen wandern zu den Zellpolen → *Kernspindel*

### 2) Metaphase

- Chromosomen erreichen endgültige Transportform
- Sie ordnen sich in der Äquatorialebene der Teilungsspindel an und bilden den Mutterstern (*Monaster*) aus
- Das Zentromer jedes Chromosomes nimmt Beziehung zu den
- Mikrotubuli der Teilungsspindel auf
- Aufspalten der Chromosomen in je 2 Chromatiden(1 DNS-Faden)

### 3) Anaphase

- Chromatiden wandern mit dem Zentromer voran den Polen der Teilungsspindel zu → 2 Tochtersternen (*Diaster*)
- Haben die Diaster die Kernpole erreicht, treten die Chromatiden in Knäuel zusammen
- Beginn der Einschnürung des Zelleibes

### 4) Telophase

- Chromatiden werden zu Chromosomen ergänzt
- Chromosomen werden dekondensiert
- Kernhülle wird aus Vesikeln rekonstruiert
- Begonnene Einschnürung des Zelleibes wird vollzogen

### 8) Meiose (Abb.26. – 27.)

Besondere Form der Zellteilung: nur bei Geschlechtszellen

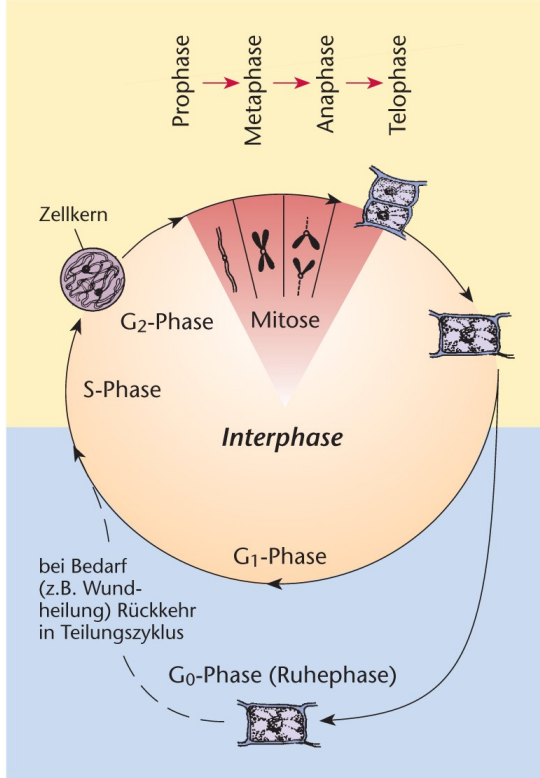
Reduktion des diploiden auf haploiden Chromosomensatz

**Reduktionsteilung:**  $(2n) \rightarrow (n)$

#### ***1) Erste Reifeteilung (eigentliche Reduktionsteilung)***

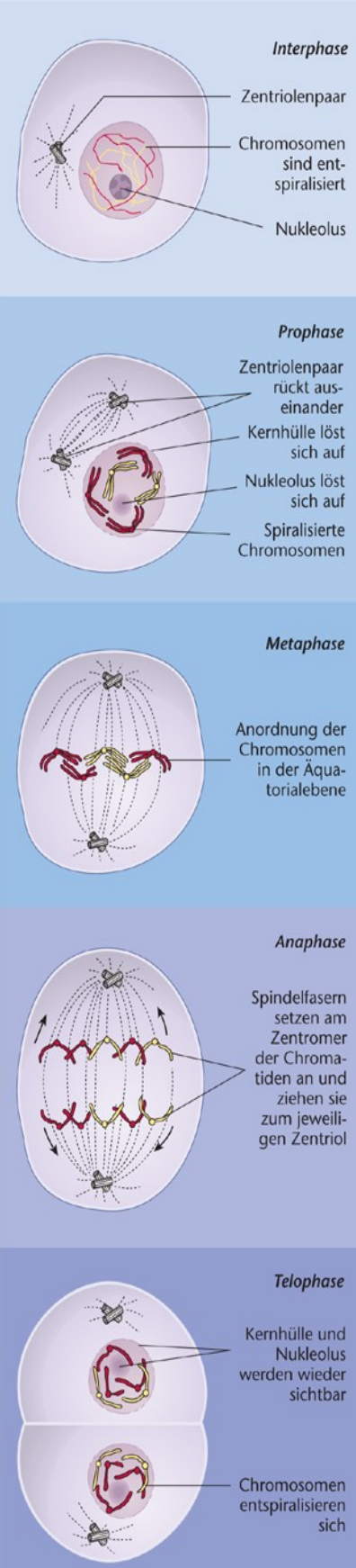
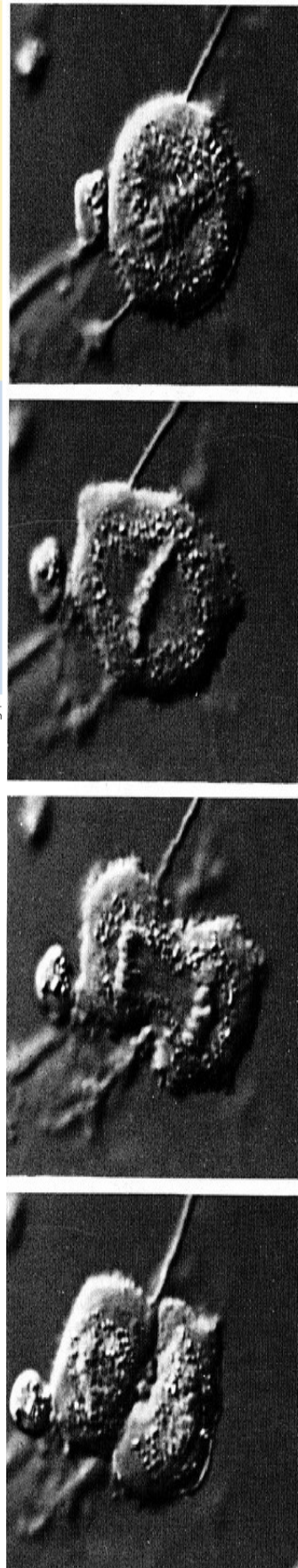
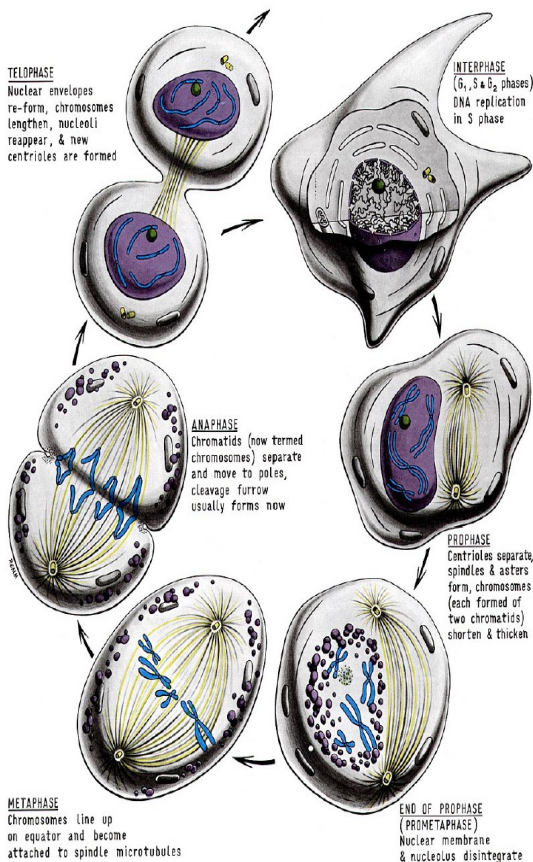
##### **1) Prophase** (dauert länger als bei Mitose)

- Gleiche Chromosomen ( väterl./mütterl.) paaren sich
- *Crossing over*: Überkreuzte Abschnitte → Genaustausch  
Rekombination: Neuordnung der Gene auf den Chromosomen
- Rest wie bei Mitose



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.24. Der Zellzyklus**



mensch körper krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.25. Die Mitose und ihre 4 Phasen**



## 2) Metaphase

- Anordnung der Chromosomenpaare in der Äquatorialebene
- Rest wie bei Mitose

## 3) Anaphase

- Trennung der Chromosomenpaare
- Chromosomen wandern den Polen der Teilungsspindel zu
- Rest wie bei Mitose

## 4) Telophase

- Teilung in 2 Tochterzellen

***2) Zweite Reifeteilung (Äquationsteilung) = Mitose***

## **9) Alter und Tod der Zellen**

Hochdifferenzierte Zellen (Nerven, Muskel): so alt wie der Mensch

Niedrigdifferenzierte Zellen (Epithel, Schleimhaut): häufige

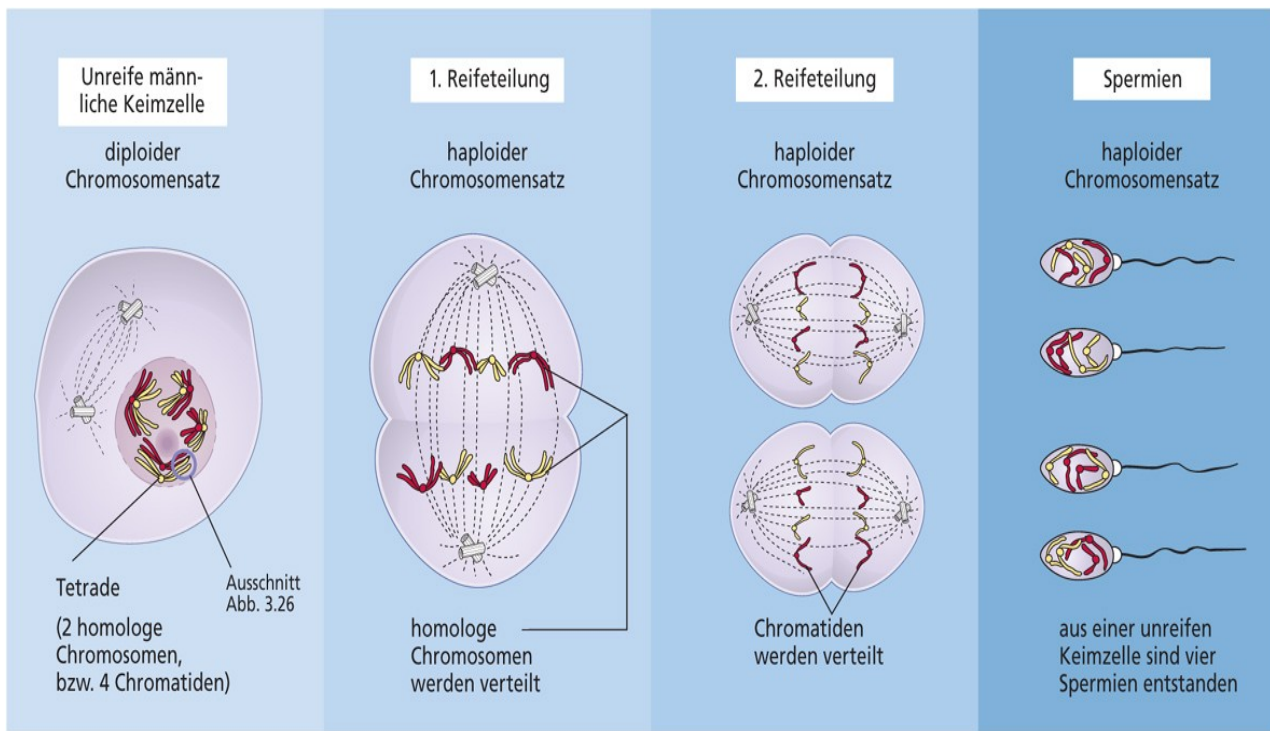
Zellmauserung

**Kernpyknose:** Kern schrumpft oder löst sich auf (Chromatolyse)

**Karyorhexis:** Kernmembran löst sich auf, Kern zerfällt in Fragmente

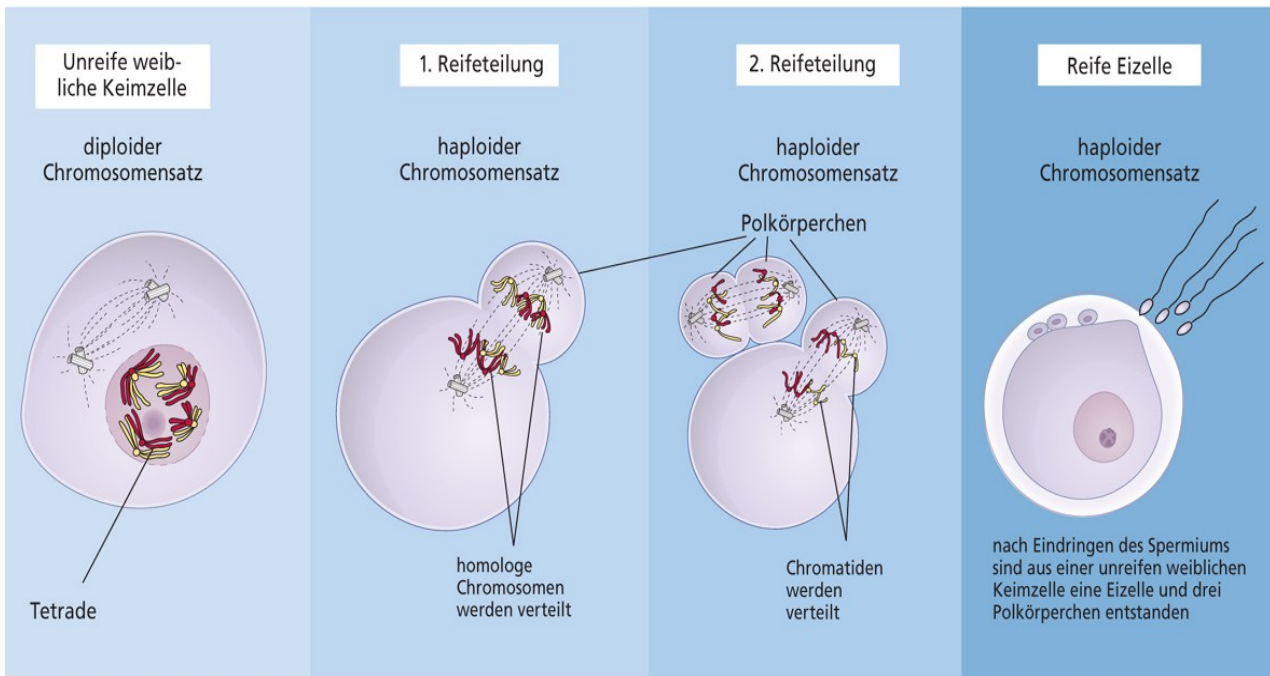
**Karyolysis:** Kernauflösung

Regenerationsfähigkeit: vollwertiger Ersatz: Epithel, Erythrozyten



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.26. Die Meiose der männlichen Keimzelle**



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

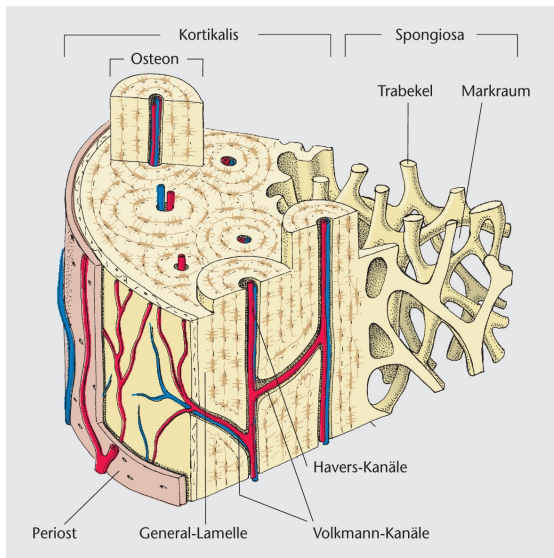
**Abb.27. Die Meiose der weiblichen Keimzelle**

## ***Literatur – und Bildquellen***

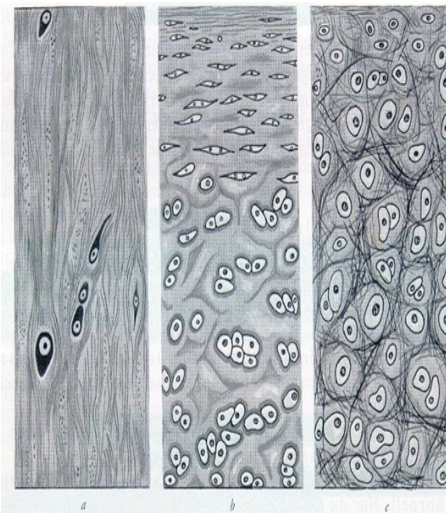
1. R. Huch, C. Bauer, N. Menche: CD-ROM: Mensch, Körper, Krankheit, 4. Auflage,  
Biologie, Anatomie, Physiologie, 5 Auflage;  
Elsevier, Urban & Fischer, 1.Auflage, 2004
2. H. Kleinig, P. Sitte: Zellbiologie; Gustav Fischer Verlag, 2.Auflage, 1986
3. M. Schünke, E. Schulte: Prometheus: Allgemeine Anatomie u. Bewegungssystem  
Georg Thieme Verlag Stuttgart, 2004
4. Sobotta: Atlas der Anatomie des Menschen Band 1 und 2;  
Urban & Schwarzenberg, 20.Auflage, 1993
5. Waldeyer, Mayet: Anatomie des Menschen Band 1 und 2; de Gruyter Verlag,  
16. Auflage, 1993
6. Williams, Warwick: Gray's Anatomy; Churchill Livingstone, 37th edition, 1987



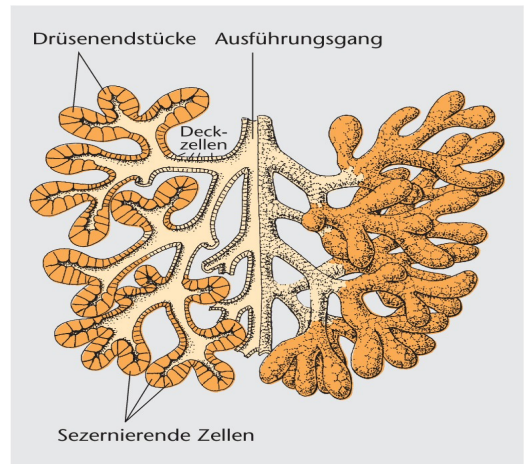
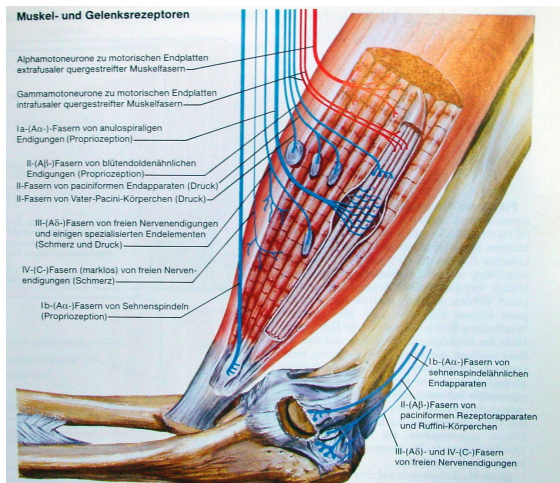
# Gewebelehre



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München



a = Fasernknorpel (Discus intervertebralis), Vergr. 300 x; b = hyaliner Knorpel (Trachea), Vergr. 100 x; c = elastischer Knorpel (Ohrmuschel), Vergr. 200 x



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

# Inhaltsverzeichnis Gewebelehre

## Epithelgewebe

•Funktion	2
•Ausscheidungsart	2
•Anordnung	5
•Form	5

## Bindegewebe

•Fixe Zellen	8
•Freie Zellen	8
•Intercellularsubstanz	8
•Fasern	9
•Bindegewebsarten	9

## Knorpel- und Knochengewebe

<b>1) Knorpel</b>	<b>13</b>
•Bestandteile	13
•Hyaliner Knorpel	14
•Elastischer Knorpel	14
•Faserknorpel	16
<b>2) Knochen</b>	<b>16</b>
•Bestandteile	16
•Aufbau	17
•Unterteilung	17
•Schichtung	17
•Funktion	17
•Ossifikation	17
•Knochenarten	21
•Periost	23
•Knochenbildung	25

Knocheneinteilung	25
•Knochenverbindungen	25
•Einteilung der Gelenke	28

## Nervengewebe

•Nervenzelle	30
•Neuroglia	30
•Nerv	33
•Nervensystem	33

## Muskelgewebe

•Aufbau	34
•Glatte Muskulatur	34
•Quergestreifte Muskulatur	37
•Herzmuskulatur	38
•Allgemeine Muskellehre	41
Aufbau	41
Einteilung	41
Muskelarten	41
Muskelfunktion	42
Muskelinnervation	42
Kontraktionsformen	44
Hilfseinrichtungen	44

## Literatur – und Bildquellen 46

# **DAS GEWEBE** (Abb.1.)

**Verband gleichartig differenzierter Zellen u. die Abkömmlinge**

Gewebetypen: 1) Epithelgewebe                      4) Nervengewebe  
                         2) Bindegewebe                      5) Muskelgewebe  
                         3) Knorpel – und Knochengewebe

**Organ: Verband mehrerer Gewebe:** z.B. Haut (**Abb.2.**)

## **1)Epithelgewebe**

1)Funktion: 1) Oberflächenepithel: a) Schutzepithel

b) Sekretions- u.

Resorptionsepithel

2) Sinnesepithel

3) Drüsenepithel: (**Abb.5. – 7.**)

a) exokrine Drüsen: Sekret über Ausführungsgang  
an die Oberfläche

- exoepithelial
- endoepithelial

b) endokrine Drüsen: Inkret ins Gefäßsystem

2)Ausscheidungsart: 1) ekkryn: dauernd sekretionsbereit

(z.B.: Atmungs-, Verdauungs - u. Genitaltrakt)

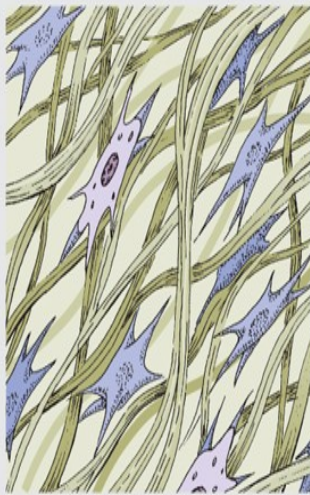
2) apokryn: Milch-, Duftdrüsen

3) holokryn: Talgdrüsen: Kopf-, Achselhaut

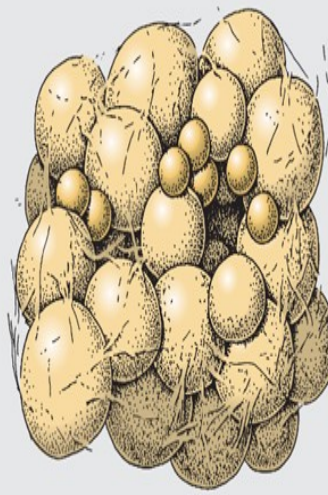
**Membrana basalis:** zwischen Epithel u. Bindegewebe



**Binde-  
und  
Stütz-  
gewebe**



lockeres kollagenes  
Bindegewebe

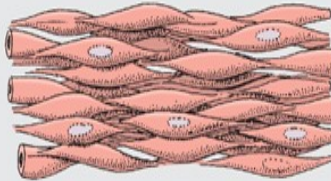


Fettgewebe

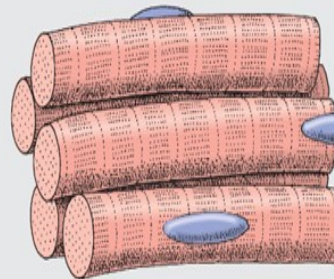


Knochengewebe

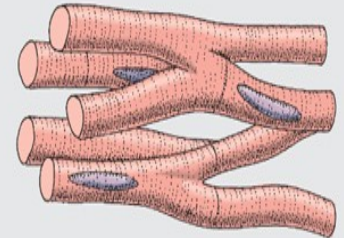
**Muskel-  
gewebe**



glatte Muskelfasern

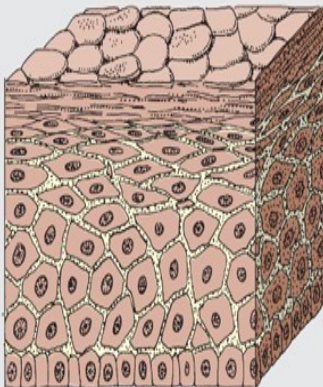


quergestreifte  
Skelettmuskelfasern



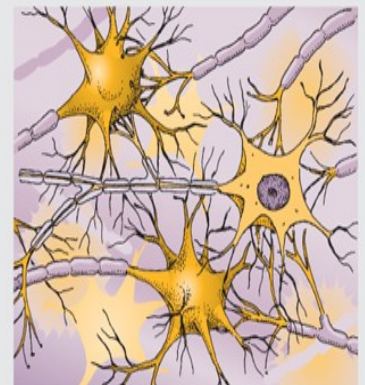
quergestreifte  
Herzmuskelfasern

**Epithel-  
gewebe  
(differen-  
ziert in  
Abb. 4.3)**







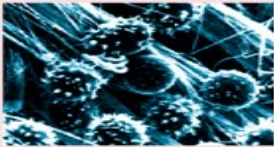





Oberflächenepithel

**Nerven-  
gewebe**



Nervenzellen



Organsystem	... dazu gehören	wichtige Aufgaben:
<b>Haut</b> 	Haut und Hautanhangsgebilde wie z.B. Haare, Nägel, Schweiß- und Duftdrüsen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schutz des Körpers vor Außeneinflüssen</li> <li>• Mitregulation von Körpertemperatur, Flüssigkeits- und Salzhaushalt</li> <li>• Synthese von Vitamin-D-Hormon</li> <li>• Sinnesorgan für Temperatur, Druck und Schmerz</li> </ul>
<b>Bewegungs- und Stützapparat</b> 	Die Knochen des Körpers (Skelett) mit den sie verbindenden Bändern sowie den Sehnen und Muskeln	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stütz- und Haltefunktion des Körpers</li> <li>• Aufrechterhaltung der Körperhaltung</li> <li>• Willkürliche Körperbewegungen</li> <li>• Ort der Blutzellenbildung (Knochenmark)</li> <li>• Mineralspeicher</li> <li>• Wärmeproduktion</li> </ul>
<b>Nervensystem</b> 	Das Zentralnervensystem (Großhirn, Zwischenhirn, Kleinhirn, Hirnstamm, Rückenmark), die peripheren Nerven sowie die Sinnesorgane (z.B. das Auge, das Ohr oder die Hautsinnesorgane)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse und Kontrolle der Umwelt durch die Sinnesorgane</li> <li>• Steuerung und schnelle Regulation fast aller Körperaktivitäten durch Nervenimpulse</li> <li>• Regulationszentrum für das Innere Milieu</li> <li>• „Sitz“ der Psyche</li> </ul>
<b>Hormonsystem</b> 	Alle Drüsen und Gewebe, die Hormone und hormonähnliche Stoffe produzieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Langsame und mittelschnelle Regulation fast aller Aktivitäten des Körpers durch Verteilung der Hormone über das Blut</li> </ul>
<b>Immunsystem</b> 	Lymphbahnen, Lymphknoten, weiße Blutkörperchen, Thymus, Knochenmark und sog. sekundäre lymphatische Organe wie die Milz und die Tonsillen (Mandeln)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reinigung des Blutes von Fremdstoffen</li> <li>• Erkennung von körperfremden Stoffen und ihre Ausschaltung (z.B. Bakterien und Viren)</li> <li>• Immunologisches Gedächtnis (z.B. nach Impfung)</li> <li>• Unterstützung von Entzündungs- und Heilungsprozessen</li> </ul>
<b>Atmungssystem</b> 	Atemwege (Nase, Rachen, Kehlkopf, Luftröhre, Bronchien) und Lunge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sauerstofftransport zu den Lungenbläschen zur Aufnahme in die Erythrozyten</li> <li>• Abtransport von Kohlendioxid</li> <li>• Mitwirkung bei der Aufrechterhaltung des Säure-Basen-Gleichgewichtes im Körper</li> </ul>
<b>Herz-Kreislauf-System</b> 	Blut, Herz, Blut- und Lymphgefäße	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sauerstoff- und Nährstofftransport zu den Zellen</li> <li>• Abtransport von Stoffwechselendprodukten</li> <li>• Regulation der Körpertemperatur</li> <li>• Verschluss von Blutungsquellen (Gerinnungssystem)</li> <li>• Aufnahme der Lymphe in den venösen Kreislauf</li> </ul>
<b>Verdauungssystem</b> 	Mund, Speiseröhre, Magen, Dünn- und Dickdarm, Rektum, Leber, Bauchspeicheldrüse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufnahme von Flüssigkeit und Nahrungsmitteln</li> <li>• Verdauung und Resorption von Nährstoffen</li> <li>• Ausscheidung</li> <li>• <i>Leber</i>: Eine große chemische Synthesefabrik des Körpers, die betraut ist mit Blutreinigung, Fremdstoffabbau und der Regulation des Inneren Milieus</li> </ul>
<b>Harntrakt</b> 	Nieren, Harnleiter, Harnblase, Harnröhre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktion, Sammlung und Ausscheidung des Urins</li> <li>• Regulation des Flüssigkeits- und Elektrolythaushaltes</li> <li>• Aufrechterhaltung des Säure-Basen-Gleichgewichtes</li> <li>• Mitwirkung bei der Blutdruckregulation</li> </ul>
<b>Fortpflanzungssystem</b> 	<b>Mann:</b> Hoden, Nebenhoden, Prostata, Samenbläschen und Penis  <b>Frau:</b> Eierstock, Eileiter, Gebärmutter und Scheide, weibliche Brust	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Libido (Geschlechtstrieb)</li> <li>• Fortpflanzung</li> <li>• Erhaltung der Art</li> <li>• Ernährung des Säuglings</li> </ul>

Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

3)Anordnung: 1) einschichtig - mehrschichtig

2) einreihig - mehrreihig

mehrreihig: Zellen alle auf Basalmembran, aber nicht alle  
an der Oberfläche

mehrschichtig: Zellen weder alle auf Basalmembran, noch  
alle auf Oberfläche

4)Form: **1) Plattenepithel (Schutzepithel) (Abb.3. – 4.)**

a) Verhornt: Haut

b) Unverhornt: mechanisch beanspruchte Teile der  
Innenoberfläche: Zunge

1) Mesothel: Epithel seröser Häute

2) Endothel: Auskleidung der Blut -  
u. Lymphgefäße

**2) Isoprismatisches (kubisches) Epithel**

Funktion: Resorption und Sekretion

z.B.: Nierentubuli

**3) Hochprismatisches (Zylinder-) Epithel**

Funktion: Resorption und Sekretion

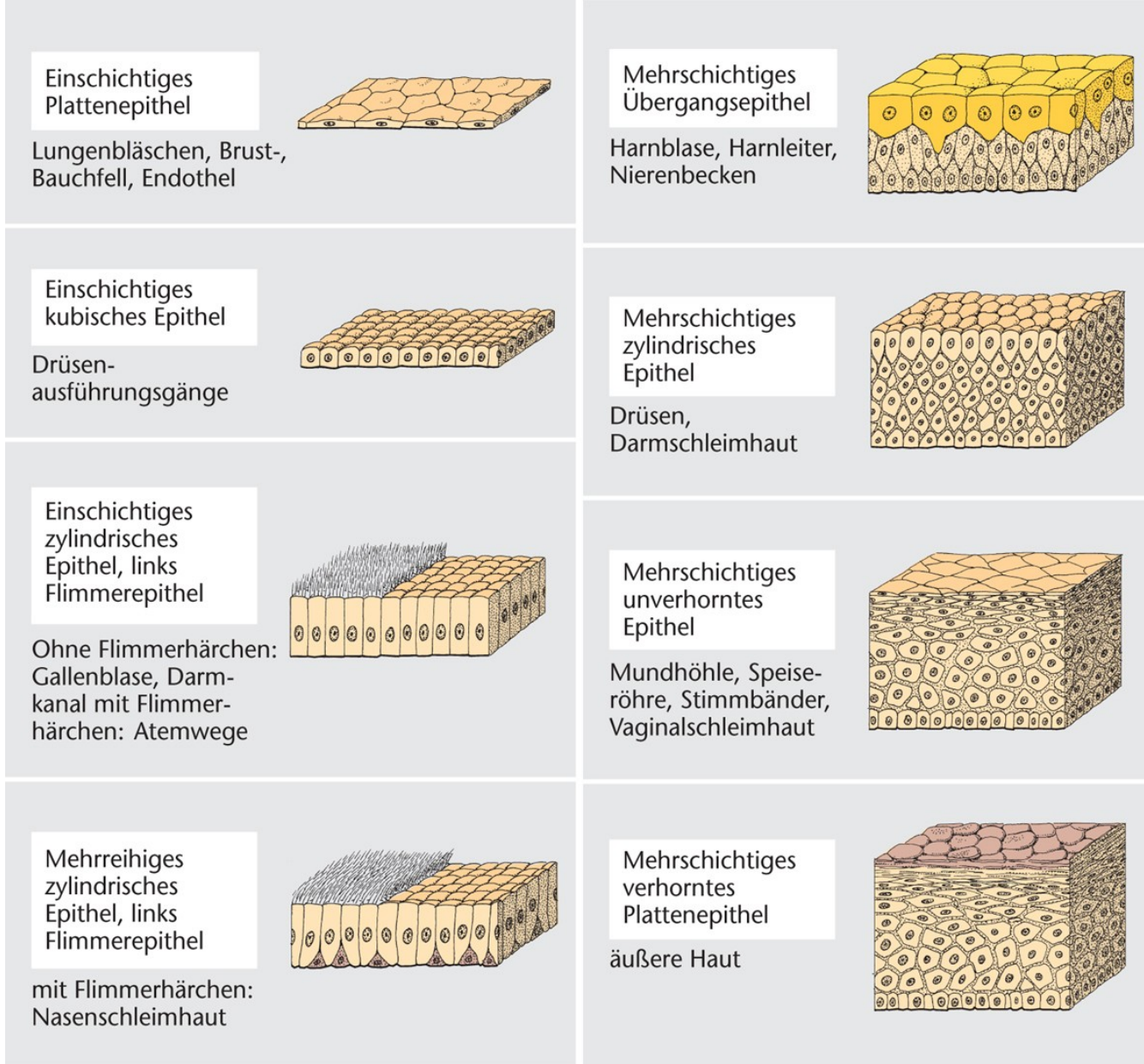
z.B.: Darmrohr

a) Flimmerepithel: mit Cilien z.B.: Respirationstrakt

b) Übergangsepithel: Anpassen an Spannungs -  
zustände

z.B.: ableitende Harnwege





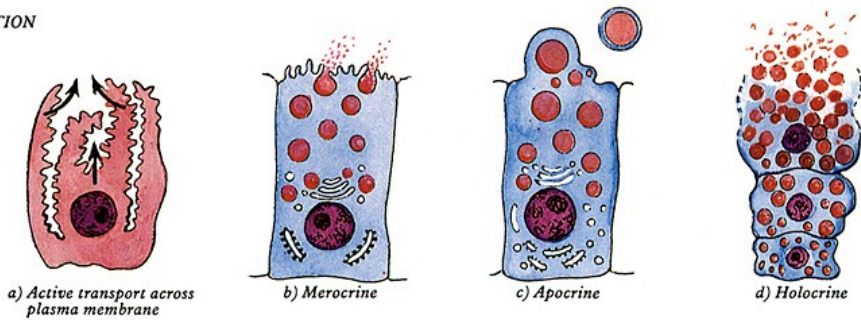
Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.3. Das Oberflächenepithel**

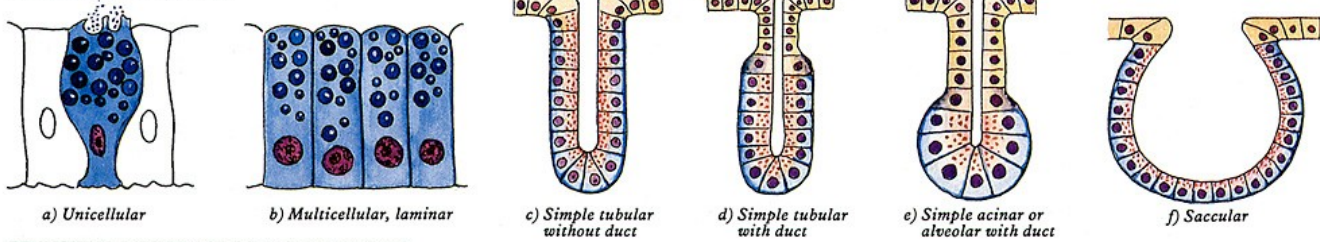
	Form	Lokalisation	Funktion
<b>Schutz- epithelien</b>	Mehrschichtiges verhorntes Plattenepithel	Äußere Haut	Äußere Abdeckung und Schutz des Körpers
	Mehrschichtiges unverhorntes Plattenepithel	Schleimhaut (z.B. Mundhöhle)	Innere Abdeckung und Schutz der Körperhöhlen
	Übergangsepithel	Harnwege (z.B. Harnblase)	Schutz gegen Harn
<b>Resorptions- epithelien</b>	Einschichtiges zylindrisches Epithel	Schleimhaut (z.B. Darm)	Stoffaufnahme (Resorption)
<b>Drüsen- epithelien</b>	Mehrschichtiges zylindrisches Epithel	In Haut- und Schleimhäuten (z.B. Darm)	Stoffabsonderung (Sekretion)
<b>Transpor- tierende Epithelien</b>	Einschichtiges Epithel (mit Flimmerhärchen)	Schleimhaut (z.B. Atemwege; Eileiter)	Sekretstrombewegung (Reinigung; Transport Eizelle)

Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

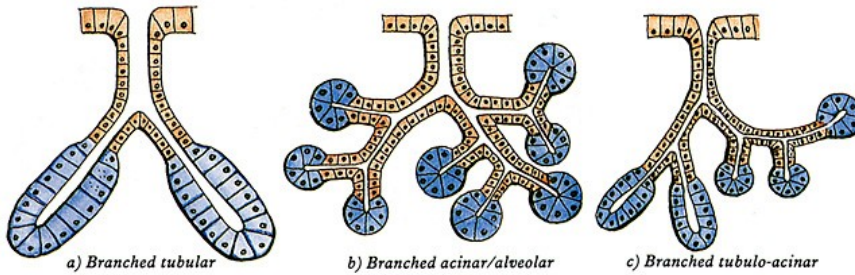
**Abb.4. Form, Lokalisation und Funktion der Epithelien**



ARRANGEMENT OF CELLS



BRANCHING PATTERN OF COMPOUND GLANDS



SECRETORY CONTENTS

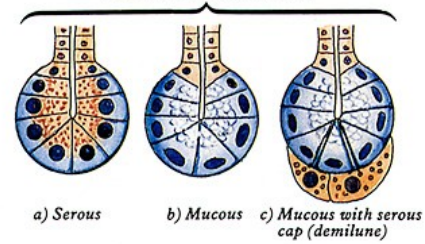
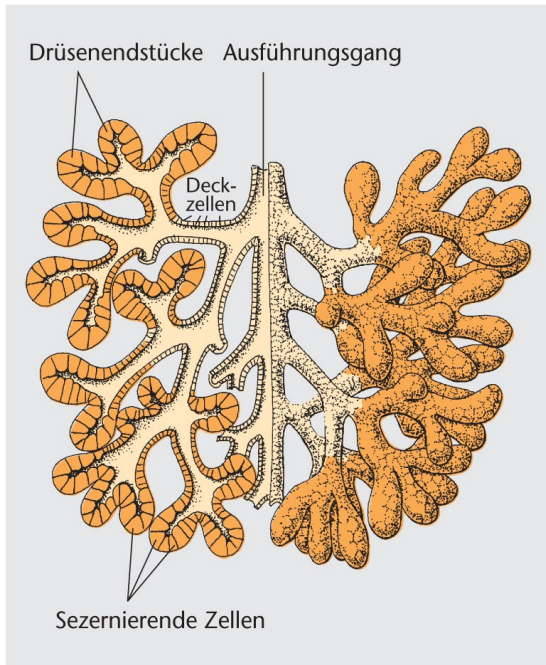
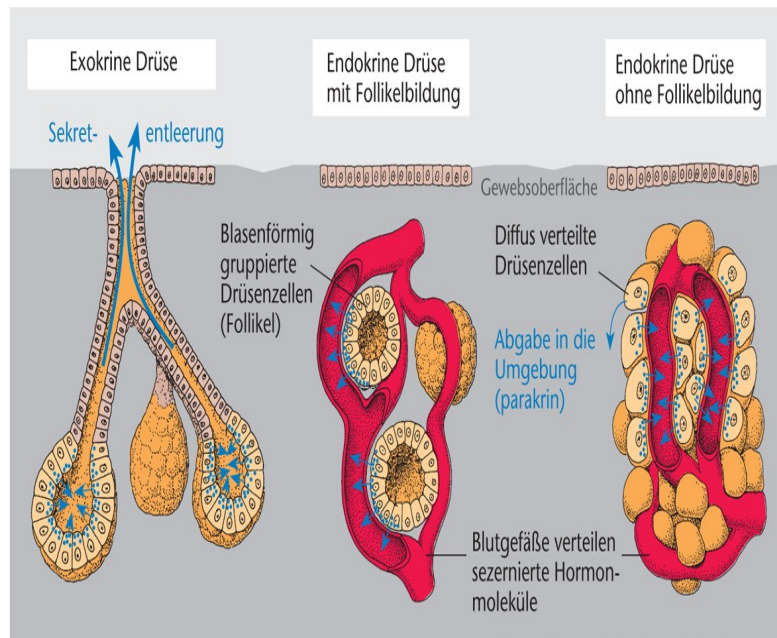


Abb.5. Das Drüsengewebe



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

Abb.6. Der Drüsenaufbau



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

Abb.7. Der Unterschied: Exokrin – Endokrin



## **2) Bindegewebe**

Bestandteile: 1) Fixe Zellen: Bindegewebszellen

2) Freie Zellen

3) Interzellulärsubstanz: a) Grundsubstanz

b) differenzierte Zellen

### **1) Fixe Zellen**

1) Fibrozyten

2) Fibroblasten: bilden Interzellulärsubstanz und Fasern

3) Mesenchymzellen

4) Reticulumzellen

5) Fettzellen

6) Pigmentzellen

### **2) Freie Zellen**

1) Histiozyten

4) Monozyten

2) Mastzellen

5) Granulozyten

3) Plasmazellen

### **3) Interzellulärsubstanz**

#### **1) Grundsubstanz**

1) Bestandteile: Proteoglykane, Glykoproteine

2) Funktion: Stoffaustausch zwischen Zellen und Blut



## 2) Fasern

a) Kollagene Fasern: (**Abb.8.**) fast nicht dehnbar, gewellt,  
in Faserbündeln

1) Bestandteile: aus Fibrillen, durch Kittsubstanz gekittet

2) Lokalisation: in allen Stützgeweben

Kollagen Typ I u. III: Trommelfell, Sehnen

b) Retikuläre Fasern: (**Abb.9.**) Fasernetze

1) Bestandteile: Gitterfasern, ähnlich Kollagenfasern

2) Lokalisation: Basalmembran, um Kapillaren und  
Nierenkanälchen

c) Elastische Fasern: (**Abb.10.**) gelblich, sehr elastisch, Fasernetz

1) Lokalisation: herznahe Arterien, bestimmte Bänder

## Bindegewebsarten

1) Embryonales Bindegewebe (**Abb.11.**)

im Mesenchym, Mesenchymzellen

2) Retikuläres Bindegewebe (**Abb.12.**)

retikuläre Fasern u. Retikulumzellen

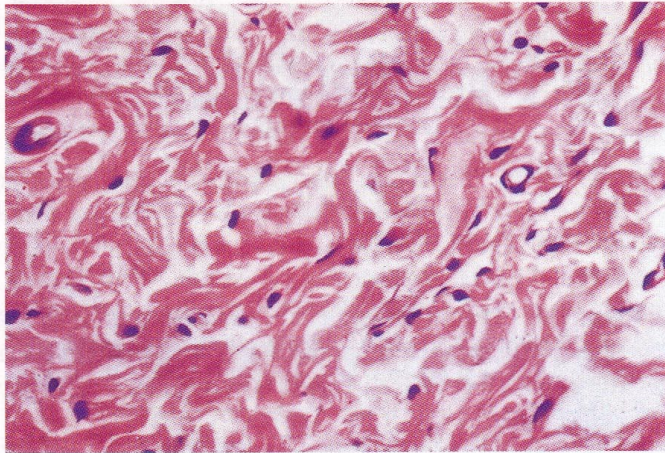
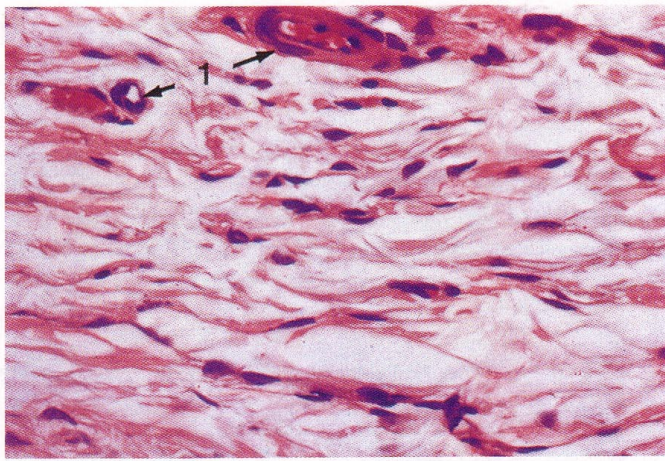
a) lymphoretikulär: Lymphknoten

b) myoretikulär: Knochenmark

3) Straffes Bindegewebe (**Abb.13.**)

großer Anteil kollagener Fasern



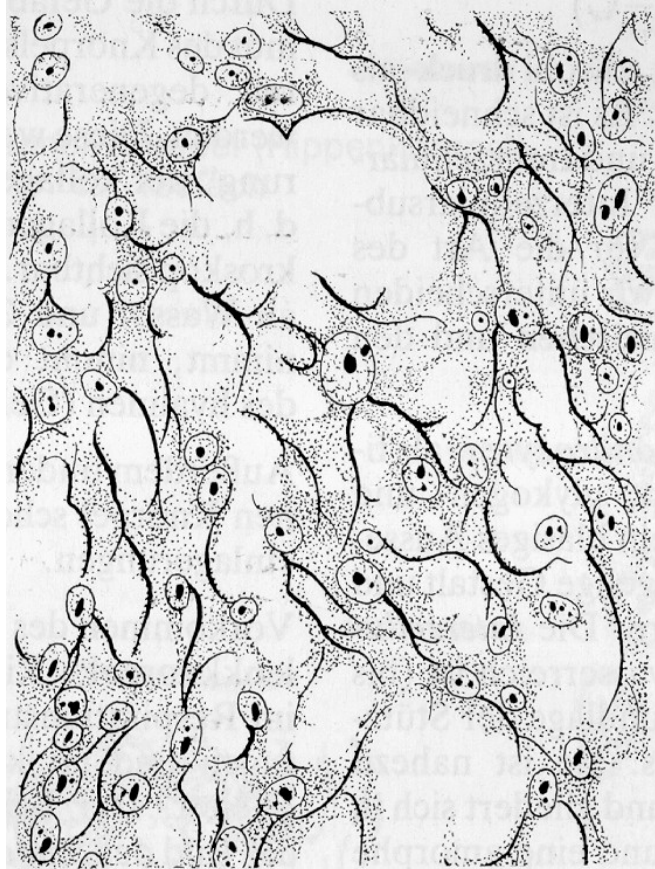


#### Ausdifferenziertes, reifes Bindegewebe

(a) Faserarmes (lockeres) kollagenes Bindegewebe mit rötlich gefärbten Kollagenfasern und zahlreichen Fibroblasten, deren längliche Zellkerne dunkelviolet bis blau erscheinen. Kleine Blutgefäße sind ebenfalls zu sehen (1). H.E., Vergr. 320fach.

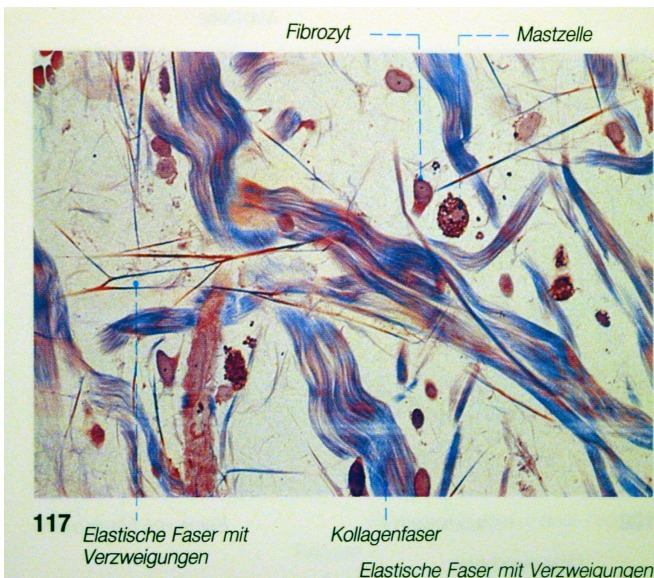
(b) Faserreiches, geflechtartiges Bindegewebe. H.E., Vergr. 320fach.

**Abb.8. Kollagene Fasern**



A Retikuläres Bindegewebe.  
Vergr. ca. 300fach

**Abb.9. Retikuläre Fasern**



**Abb.10. Elastische Fasern mit Kollagenfasereinlagerungen**



z.B.: Palmar-/ Plantaraponeurose, Sehnen

#### **4) Interstitielles Bindegewebe (Abb.14.)**

lockeres Gewebe ohne besondere Form

1) Bestandteile:

Fibrozyten	kollagene Fasern
Fettzellen	elastische Fasernetze
Grundsubstanz	Gitterfasern

2) Funktion:

- 1) Ausfüllung von Fugen z.B.: Muskeln
- 2) Verschiebefunktion
- 3) allgemeiner Stoffwechsel
- 4) Regeneration

#### **5) Fettgewebe (Abb.15.)**

Fettzellen: große Zellen mit abgeplattetem, randständigem Kern

a) monovakuolär: weiß

b) plurivakuolär: braun, beim Säugling noch mehr

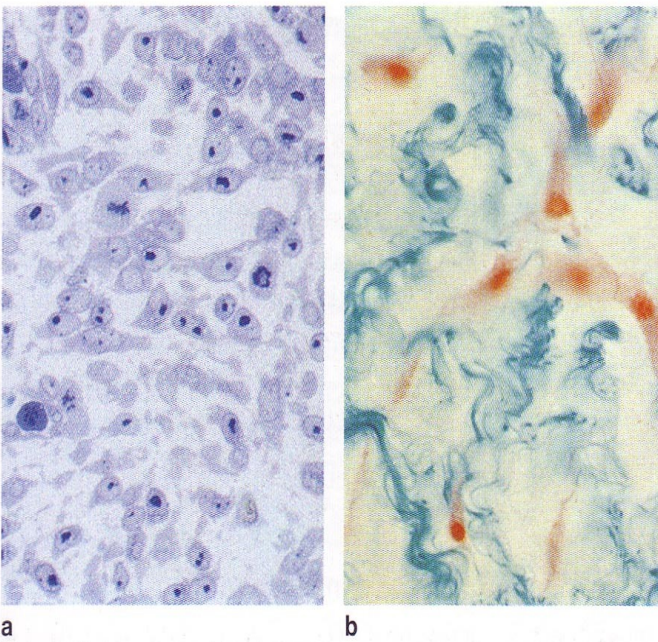
##### **5.1. Speicherfettgewebe** (abhängig von Ernährungszustand)

z.B.: subkutaner Fettpolster

##### **5.2. Baufettgewebe** (unabhängig von Ernährungszustand)

z.B.: Knochenmark, Gelenke





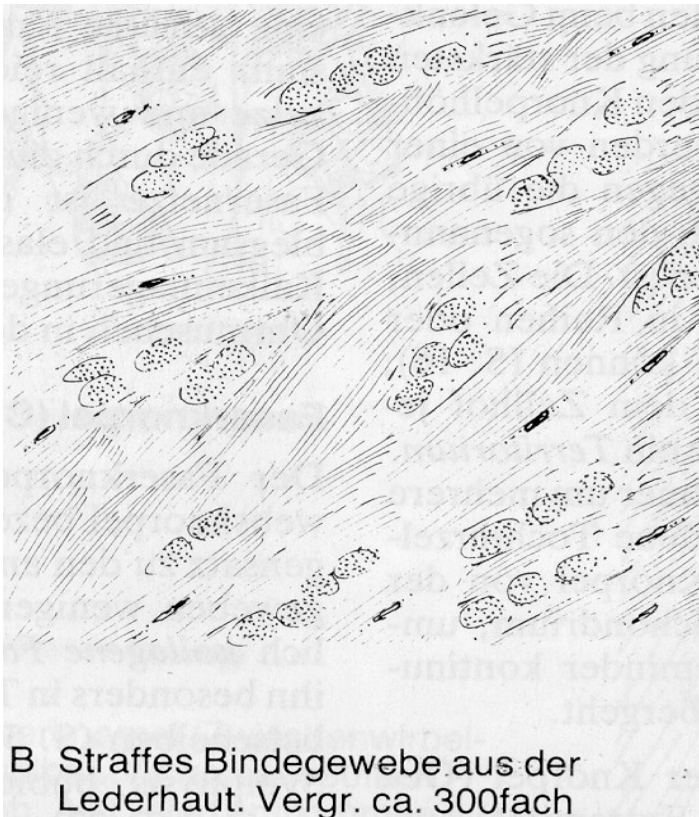
a

b

### Embryonales Bindegewebe

(a) **Mesenchym**, gefärbt mit Methylenblau-Azur II (Vergr. 380fach).  
(b) **Gallertiges Bindegewebe der Nabelschnur**, Azan-Färbung (Vergr. 380fach). Die kollagenen und retikulären Fasern im gallertigen Bindegewebe sind blau gefärbt, die Fibroblasten erscheinen rosa mit rotem Zellkern.

### Abb.11. Embryonales Gewebe

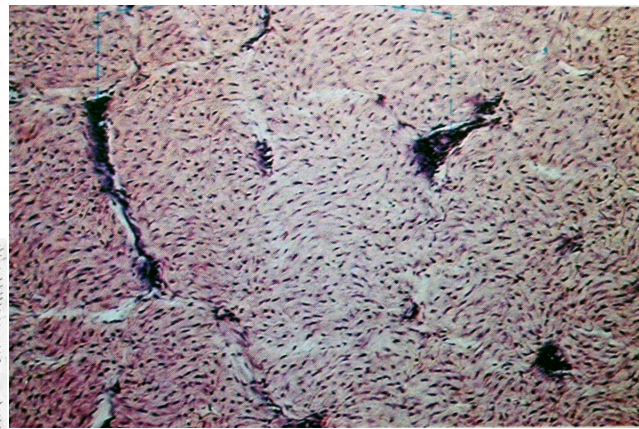


B Straffes Bindegewebe aus der Lederhaut. Vergr. ca. 300fach

### Abb.13. Straffes Bindegewebe



### Abb.12. Elastisches Bindegewebe



### Abb.14. Interstitielles Bindegewebe

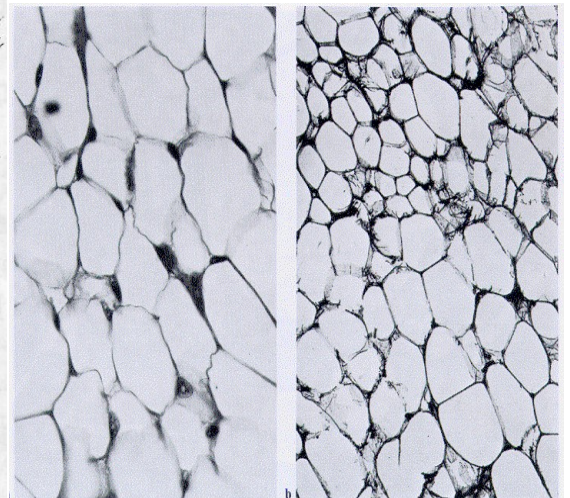


Abb.8.1a,b. Univakuoläres Fettgewebe. a HE-Färbung, Vergr. 320fach. b Versilberung nach Gomori. Zu beachten sind die extrazellulär gelegenen retikulären Fasern. Vergr. 250fach

### Abb.15. Das Fettgewebe



### **3)Knorpel- und Knochengewebe**

Einteilung: **3.1. Knorpel**

**3.2. Knochen**

#### **3.1. Knorpel**

##### **1)Bestandteile:**

1. Chondrozyten (Knorpelzellen)
2. Harte Grundsubstanz: umgibt Chondrozyten
  - a) Kollagen
  - b) Proteoglykane (EW)
3. Interzellulärsubstanz: wasserreich
  - a) Fibrillen
  - b) Fasern
  - c) Amorphe Grundsubstanz
4. Perichondrium: a) Stratum generativum: Chondroblasten  
Funktion: Appositionelles Wachstum
  - b) Stratum fibrosum: mit Nerven u. Gefäßen

##### **2)Einteilung: (Abb.15.)** 1. Hyaliner Knorpel

2. Elastischer Knorpel

3. Faserknorpel

## **1) Hyaliner Knorpel (Abb.16.)**

1)Eigenschaften: a) elastisch und zugfest (kollagene Fibrillen)

b) Aussehen milchig u. dezent bläulich

c) Knorpel kann viel Wasser enthalten

2)Aufbau: 1. Chondrozyten in reihen-/säulenförmiger Anordnung

2. Zellen haben Art Kapsel (Zellhof), die gegen Interzellulärsubstanz abgrenzt

3. Mehrere Zellen mit Zellhof: Territorien / Chondrone

4. Grundsubstanz des Knorpels: 1. Hyaluronsäure

2. Glykosaminoglykane

3. Kollagen

Im Alter geht die Bindung des Kollagens an die Glykosaminoglykane verloren und die einzelnen Kollagenfibrillen werden sichtbar → *Asbestfasern*  
Weiters verkalkt Knorpel und wird weniger belastbar

3)Beispiele: 1. Respirationstrakt

2. Rippen

3. Gelenke

4. Epiphysenfugen

## **2) Elastischer Knorpel (Abb.17.)**

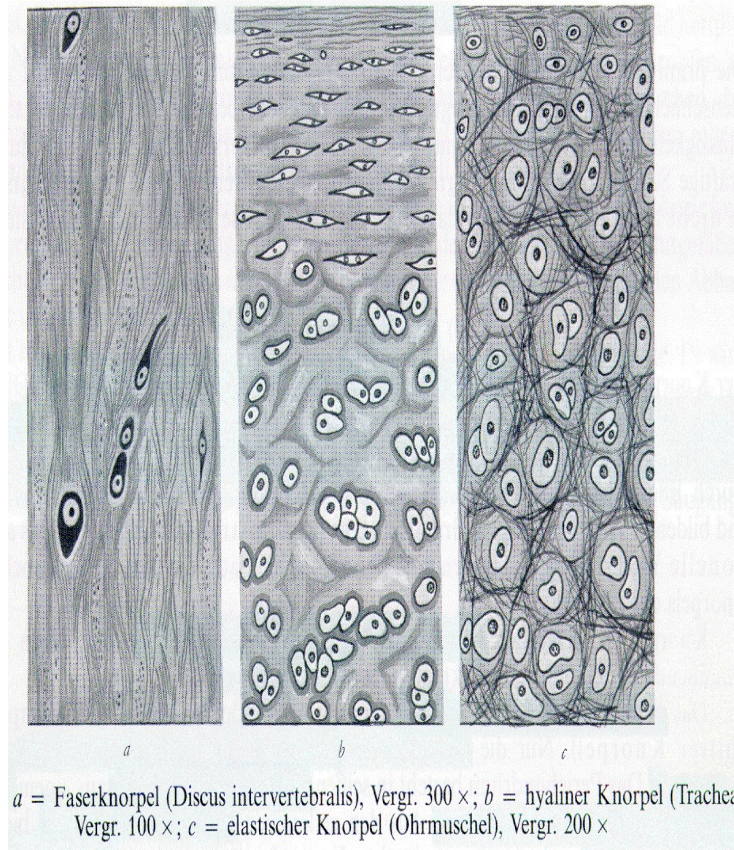
1)Eigenschaften: a) sehr viel elastische Fasern, wenig Kollagen

b) biegsam, aber weniger zugfest

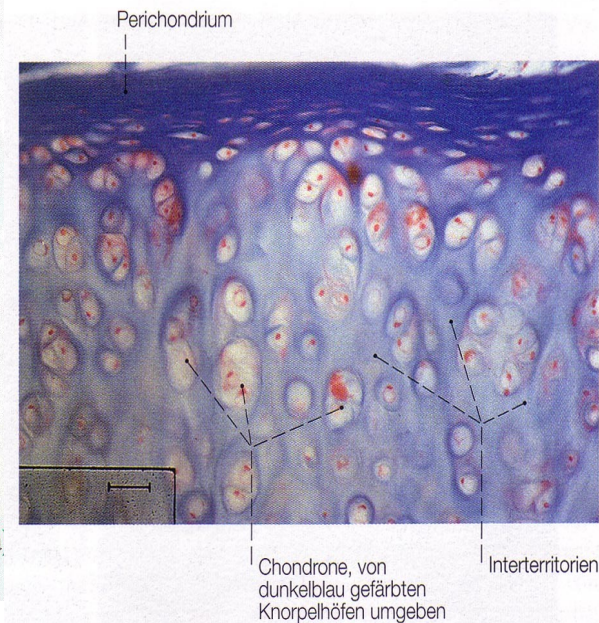
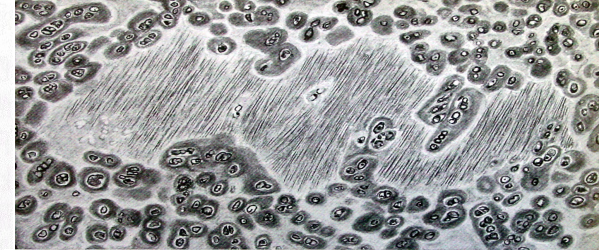
c) gelbliche Farbe

d) keine Kalkablagerungen





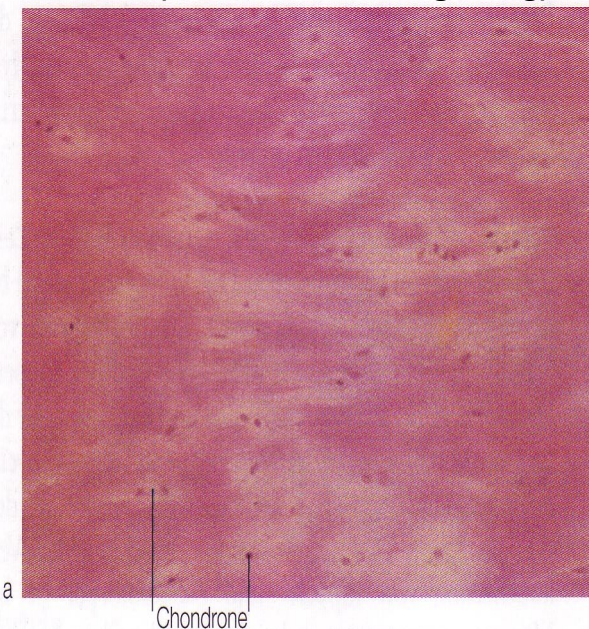
**Abb.15. Die 3 Knorpelarten**



Hyaliner Knorpel der Nasenscheidewand mit Perichondrium. Azan, Vergr. 80fach (Maßstab: 100 µm).

**Abb.16. Der hyaline Knorpel**

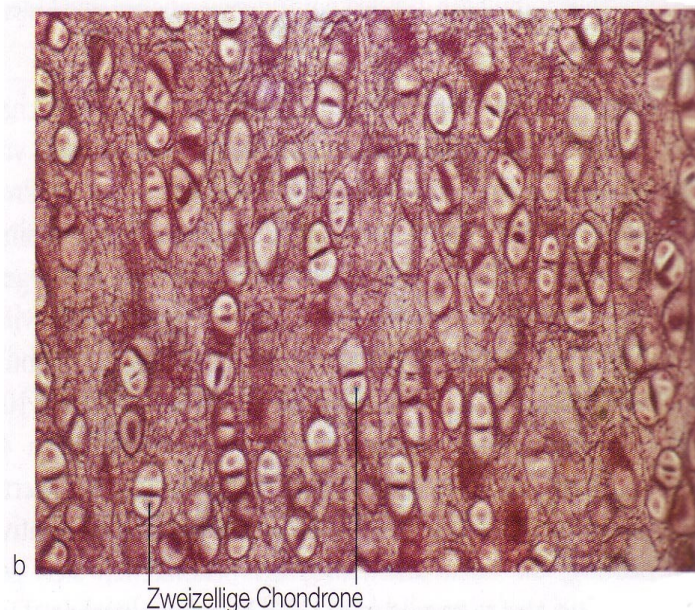
(oben Asbesteinlagerung)



**Faserknorpel**

(a) Faserknorpel, Discus intervertebralis. HE, Vergr. 150fach.

**Abb.18. Der Faserknorpel**



**elastischer Knorpel**

(b) Elastischer Knorpel, Ohr. Resorcin-Fuchsin-Färbung, Vergr. 150fach

**Abb.17. Der elastische Knorpel**



2)Beispiele: 1. Epiglottis

2. Nasenknorpel

3. Ohrmuschel

4. Tuba auditiva (Ohrtrumpete)

### **3) Faserknorpel (Abb.18.)**

1)Eigenschaften: a) wenig Zellen, sehr viel Interzellulärsubstanz

b) Interzellulärsubstanz mit viel Kollagen

c) große Belastbarkeit des Faserknorpels

2)Beispiele: 1. Symphyse

2. Disci intervertebrales

3. manche Gelenke: a) Sternoklavikulargelenk

b) Sacroiliacalgelenk

4. Disci articulares im a) Radiokarpalgelenk

b) Mandibulargelenk

c) Sternoklavikulargelenk

## **3.2. Knochen**

1)Bestandteile: Knochen ist härtestes Gewebe des Körpers.

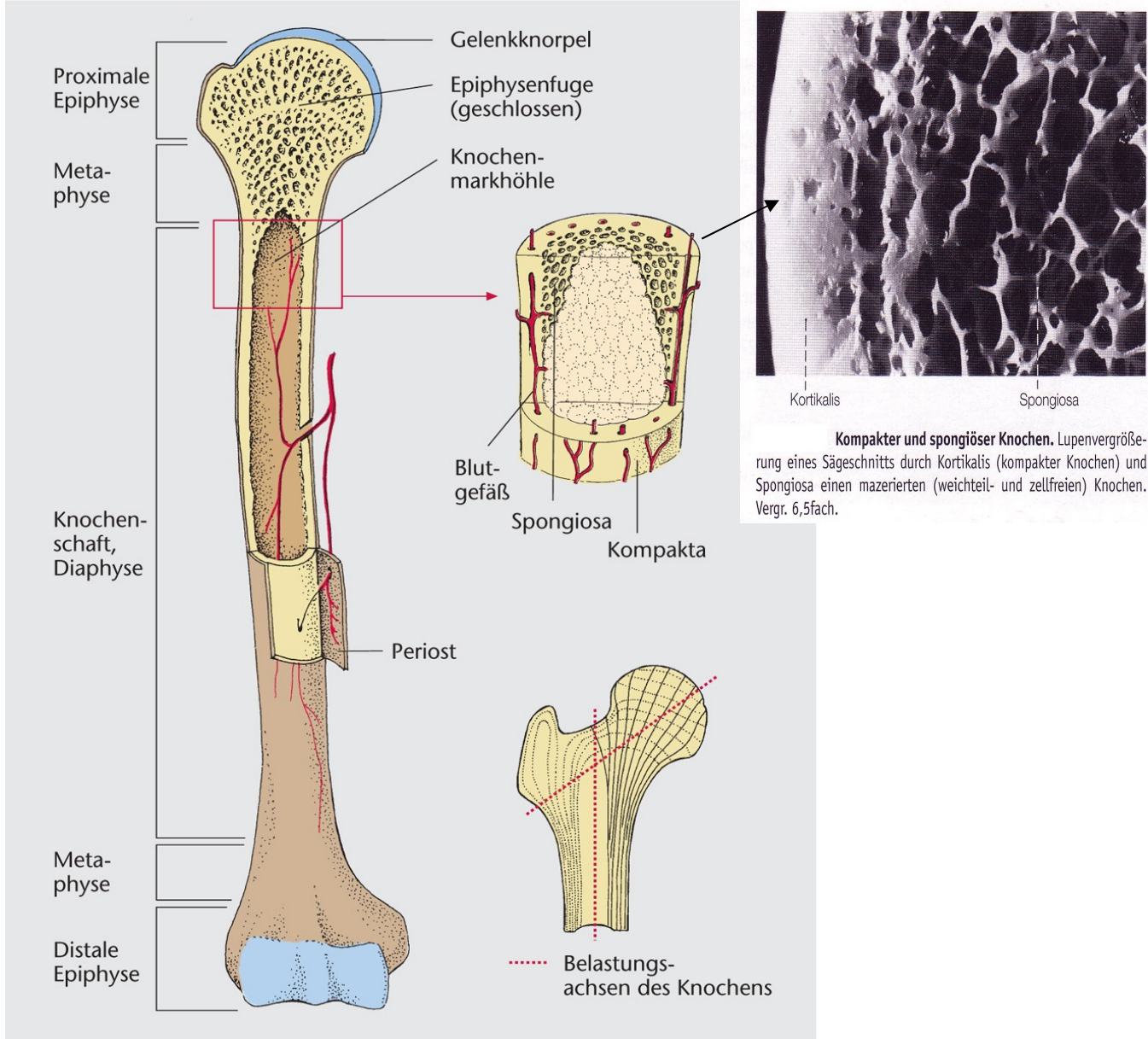
a) 33% Wasser

b) 45% anorganisch: 85% Ca-Phosphat

10% Ca-Carbonat

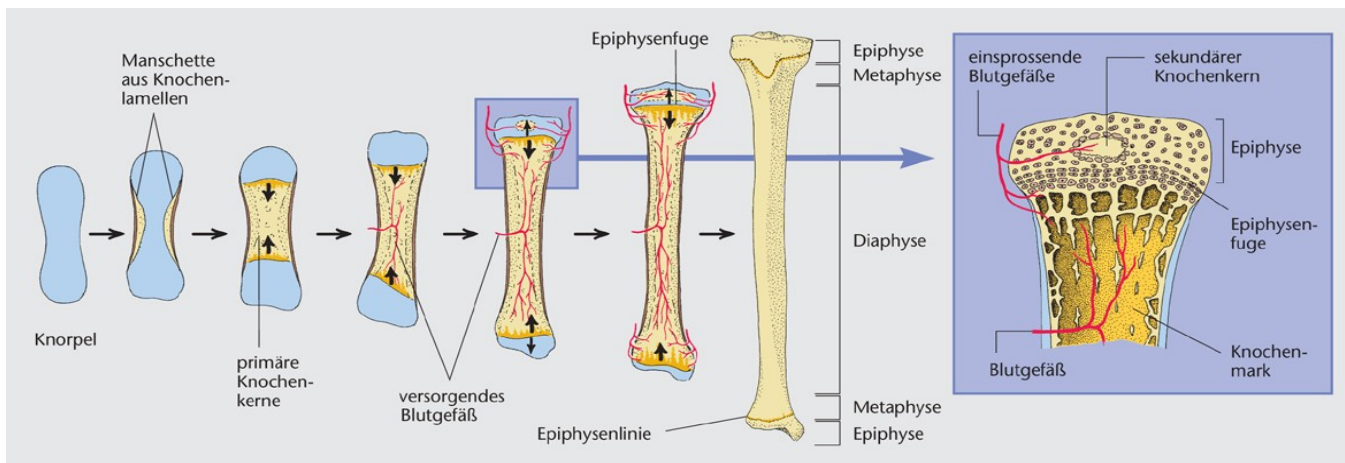
Ma - Phosphat, Alkalisalze

Ca - Fluorid, Ca - Chlorid



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.19. Der Röhrenknochen**



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.20. Entwicklung des Röhrenknochens**



- 2)Aufbau:** 1) a) Osteozyt (Knochenzelle): in Interzellulärsubstanz  
b) Osteoblast (aktiv): für Knochenaufbau zuständig  
c) Osteoklast (aktiv): für Knochenabbau zuständig  
2) Interzellulärsubstanz: a) Grundsubstanz  
b) Kollagenfibrillen

*Osteoid*: Grundsubstanz mit Kollagenfibrillen verkittet

- 3)Unterteilung: (Abb.19.)** 1. *Diaphyse* (Knochenschaft)  
2. *Metaphyse*  
3. *Epiphysenfuge* (Wachstumsfuge):  
Längenwachstum  
4. *Epiphyse* (Knochenende)

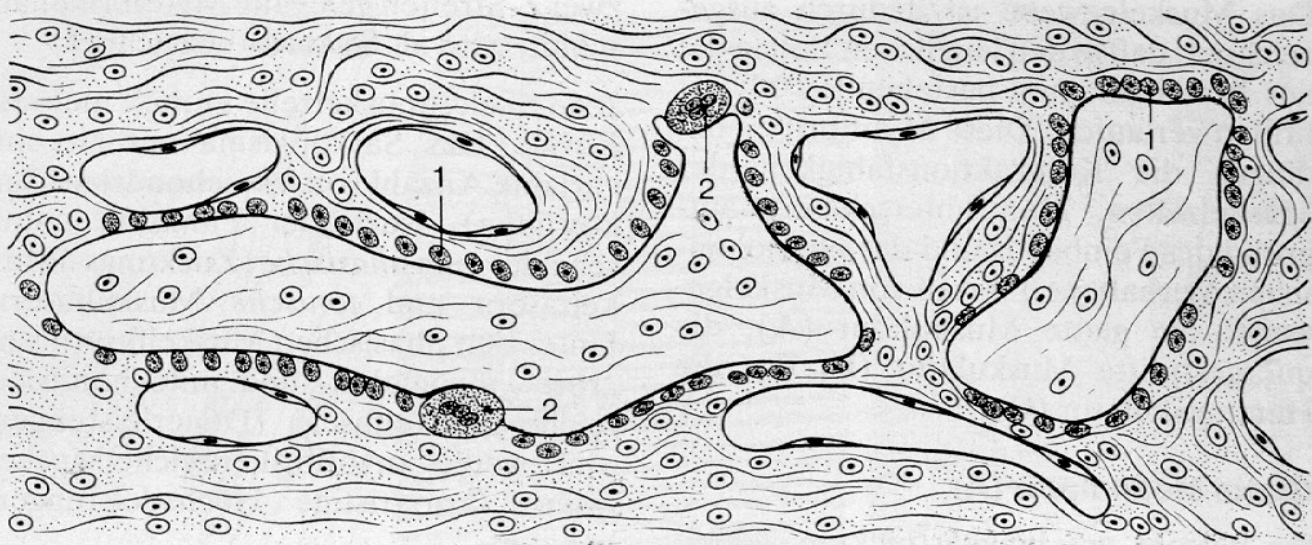
- 4)Schichtung:** 1. Knochenhaut: *Periost* (ernährt *Corticalis*)  
2. Außenschicht: *Corticalis, Substantia compacta*  
3. Innenschicht: *Spongiosa, Substantia spongiosa*  
4. Knochenmark: rotes Knochenmark (Blutbildung!!)  
wird gelbes Knochenmark (Fett)

- 5)Funktion:** 1. Halte- und Stützfunktion  
2. Regulator und Speicher für Ca- und Ph - Spiegel

**6)Ossifikation (Verknöcherung) (Abb.20.)**

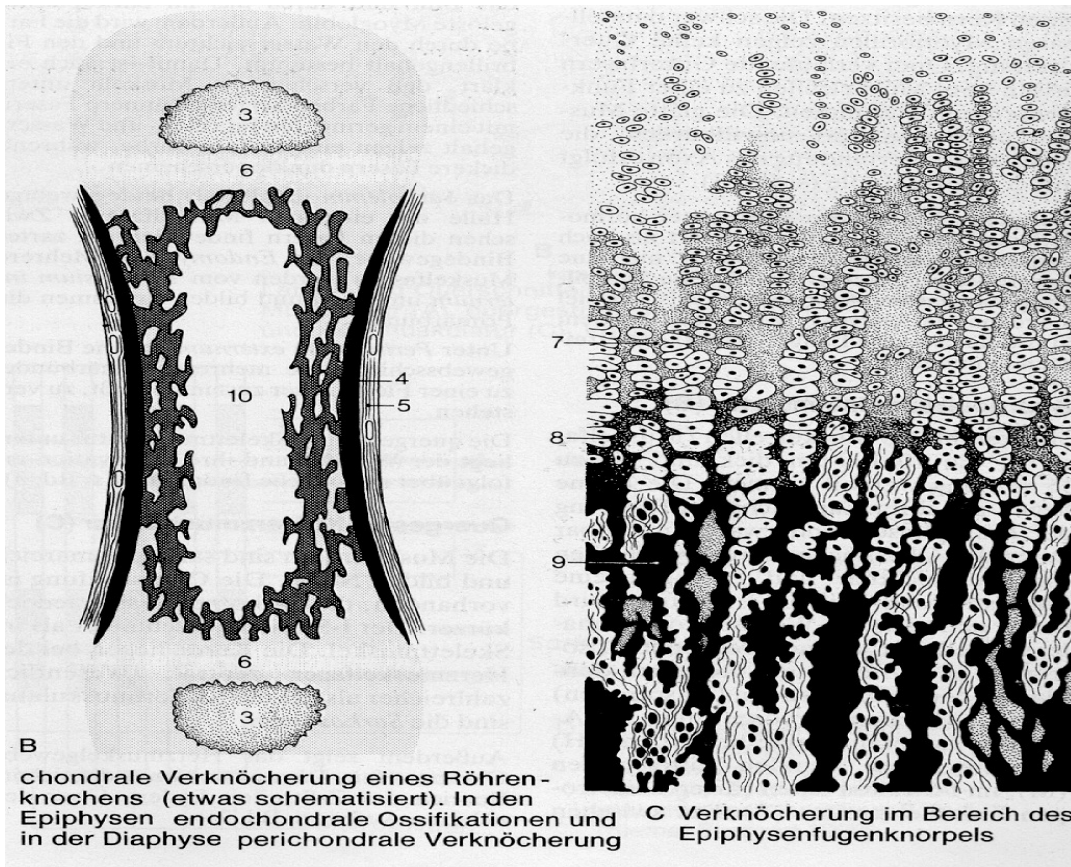
**6.1. Desmale / Direkte Verknöcherung (Abb.21.)**

- a) Knochen entsteht direkt aus Bindegewebe  
b) Undifferenzierte Mesenchymzellen reifen zu Osteoblasten aus  
c) Noch vorhanden sind Osteoklasten und Fibrillen  
d) Bindegewebe – Faserknochen – Lamellenknochen  
e) Beispiele: Schädeldach, Gesichtsschädel u. Klavikula



A desmale Verknöcherung

Abb.21. Desmale Verknöcherung



B

chondrale Verknöcherung eines Röhrenknochens (etwas schematisiert). In den Epiphysen endochondrale Ossifikationen und in der Diaphyse perichondrale Verknöcherung

C Verknöcherung im Bereich des Epiphysenfugenknorpels

Abb.22. Chondrale Verknöcherung des Röhrenknochens

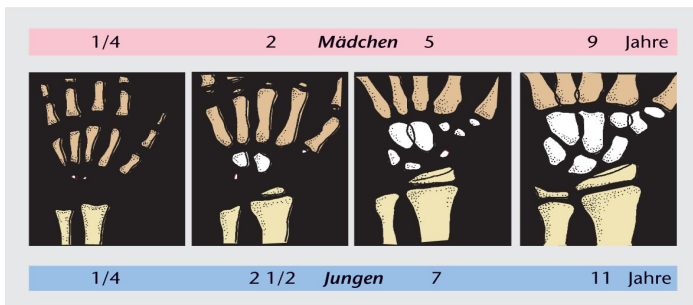
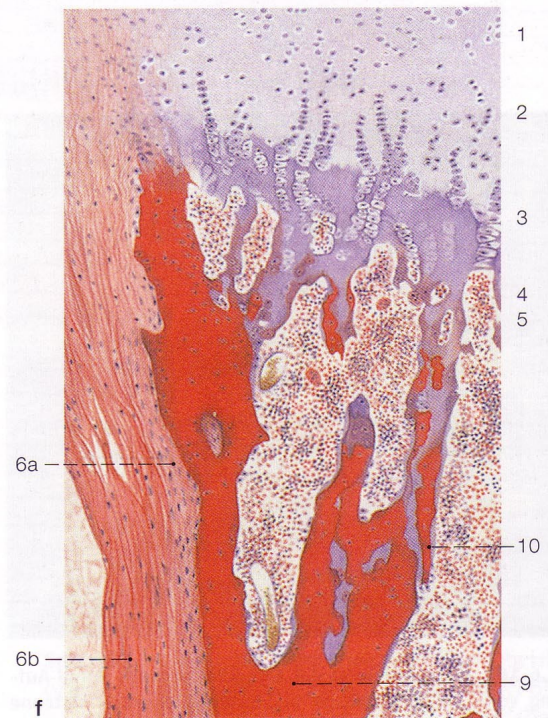
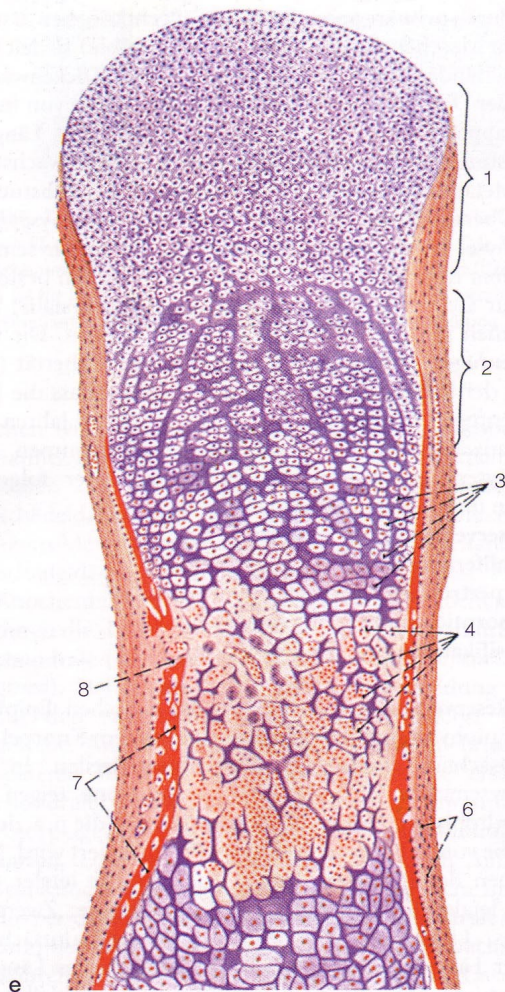
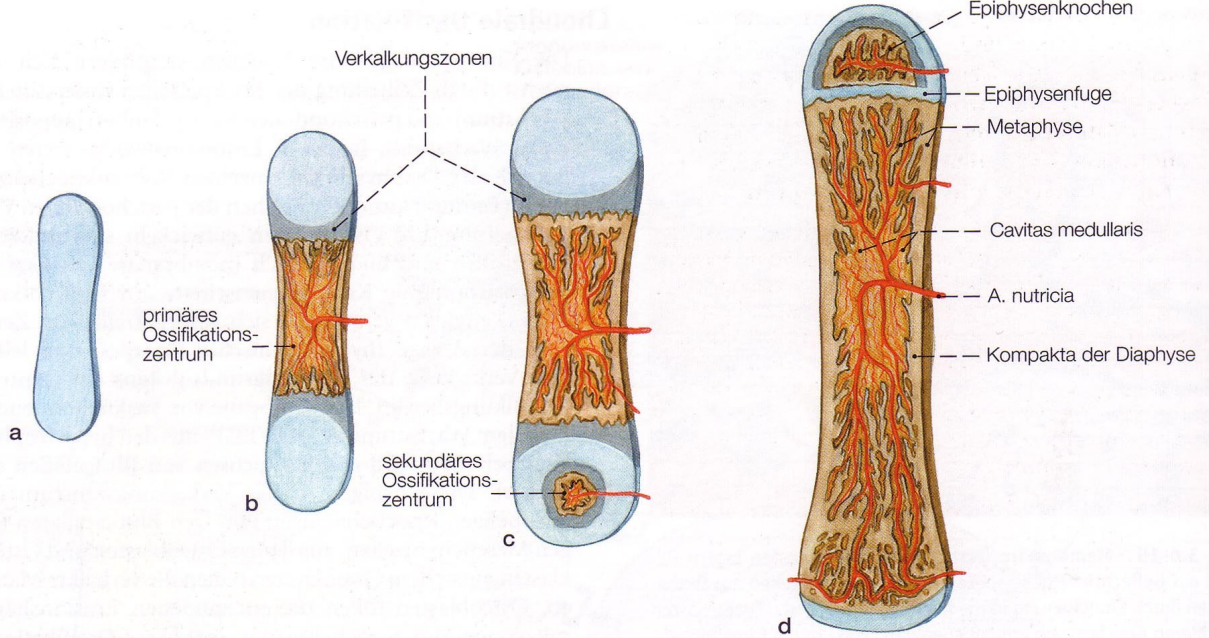


Abb.23. Zeitliche Knochenentwicklung





- 1 Epiphyse, Reservezone
- 2 Proliferationszone
- 3 Hypertrophiezone
- 4 Resorptionszone
- 5 Ossifikationszone
- 6 Periost
  - a Stratum osteogenicum
  - b Stratum fibrosum
- 7 Perichondrale Knochenmanschette
- 8 Eintrittsstelle von Blutgefäßen
- 9 Geflechtknochen
- 10 Knochenauflagerung auf verkalktem Knorpel

**Stadien der enchondralen Ossifikation.** (a–d: schematische Darstellung; e, f: histologische Schnitte korrespondierend zu Stadien b und d). In (f) ist ein seitlicher Ausschnitt der Region der Epiphysenfuge dargestellt (H. E.-Färbung). Vergr. 100fach (e), 80fach (f).



## **6.2. Chondrale / Indirekte Verknöcherung (Abb.22. – 24.)**

1)Einteilung: 1. *enchondral* (kurze und lange Knochen)

2. *perichondral* (lange Knochen)

ad 1. Beginn: Verknöcherung im Knorpel von Knochenkernen aus

Epiphysen verknöchern enchondral

Zuerst kommt es zur perichondralen Ossifikation der

Diaphyse, und erst nach Bildung einer Knochenmanschette

tritt im Inneren der Epiphyse der enchondrale Kern auf.

ad 2. Verknöchert vom Perichondrium aus -Knochenmanschetten

2)Epiphysenfugenschichtung

1. Reihenknorpel: Chondrozyten mit hoher Mitoserate

2. Großblasiger Knorpel: bereits Verkalkungen

3. Eröffnungszone: Bindegewebe dringt zw. Blasenknorpel

Chondroklasten eröffnen durch Abbau der

Interzellulärsubstanz die Knorpelhöhlen

## **7)Knochenarten**

Gebildet wird der Knochen von Osteoblasten, die sich in die von ihnen gebildete Knochensubstanz einmauern (Osteozyten).

Nach Anordnung der Fibrillen unterscheidet man 2 Knochenarten:

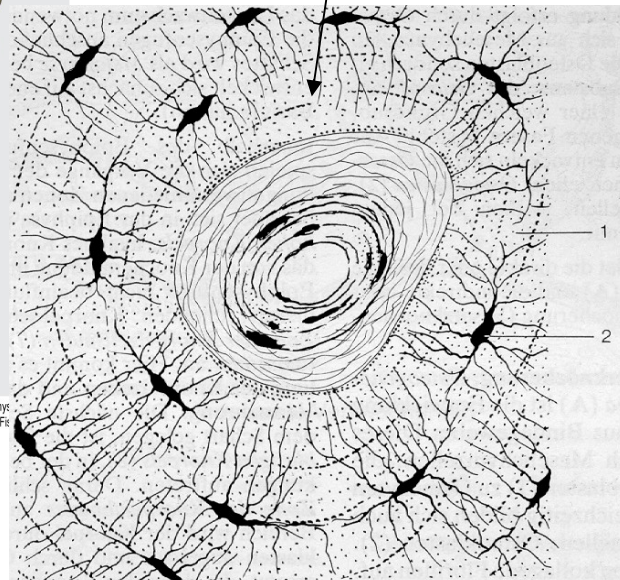
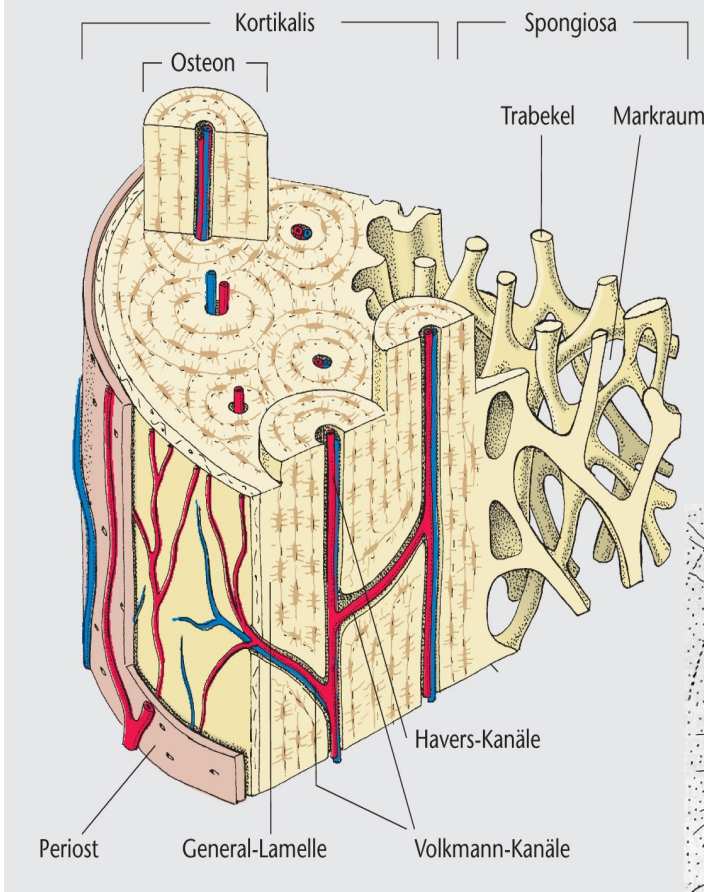
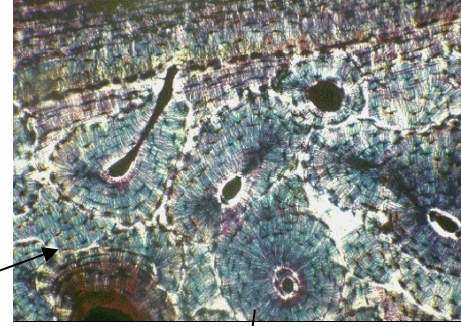
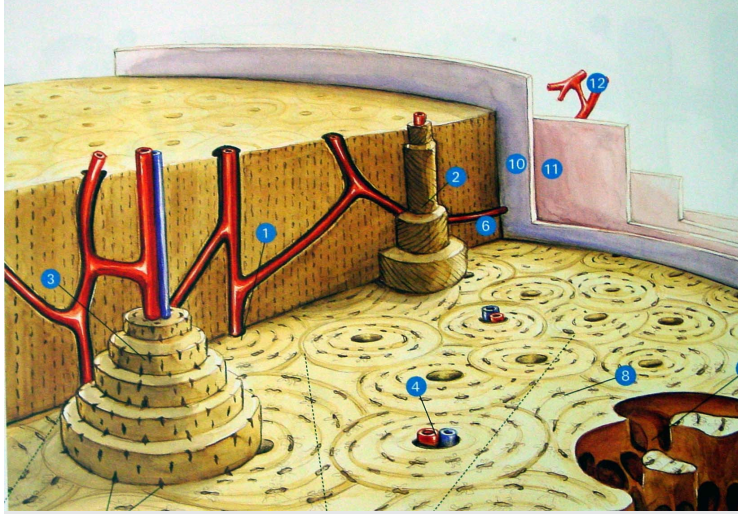
### **7.1.Geflechtartiger Knochen**

Er entspricht verknöchertem Bindegewebe und kommt

hauptsächlich in der Kindheit vor. Das gesamte Knochengewebe

ist geflechtartig, dann kommt Umbau. Beim Erwachsenen:

Zahnalveolen, Labyrinthkapsel, Schädelnähte



**Abb.24. Die Kortikalis mit den Havers'schen Systemen**

A Havers-System. Vergr. ca. 400fach.  
Zentral: Havers-Gefäß mit peri-  
vaskulärem Bindegewebe (aus  
Leonhardt, H.: Histologie, Zytologie  
und Mikroanatomie des Menschen,  
8. Aufl. Thieme, Stuttgart 1990)

## **7.2. Lamellenknochen (Abb.25.)**

Wenn der geflechtartige Knochen verstärkt belastet wird, kommt es zum Umbau in Lamellenknochen aufgrund eines gesteigerten Grundumsatzes aufgrund eines gesteigerten Stoffwechsels.

Rund um die Gefäßkanäle (*Haver'sche Kanäle*) kommt es zur schichtartigen Bildung von Knochenlamellen, die aus Kollagen bestehen und mit Schichten aus Knochenzellen wechseln.

*Osteon / Haver'sches System*: Haver'scher Kanal + Lamellen

Lamellenunterteilung: 1. äußere Grundlamelle: unter Periost

2. innere Grundlamelle: um Markhöhle

3. Haver'sche/Generallamelle (Osteon)

4. Schaltlamellen: Ex - Osteone,

zw. Osteonen

*Volkman'sche Kanäle*: Verbindungen zw. Haver'schen Kanälen

## **8) Periost (Knochenhaut)**

Das Periost umhüllt die Knochen und ist durch *Sharpey'sche Fasern* mit ihnen verbunden

1) Schichten: 1. Stratum fibrosum: Nerven, große Gefäße

2. Stratum germinativum: Kapillaren, Osteoblasten

→ Knochenbildung

3. Endost: innere Auskleidung der Markhöhle

2) Funktion: 1. Ernährung des Knochens

2. Neubildung





Abb.25. Der Lamellenknochen

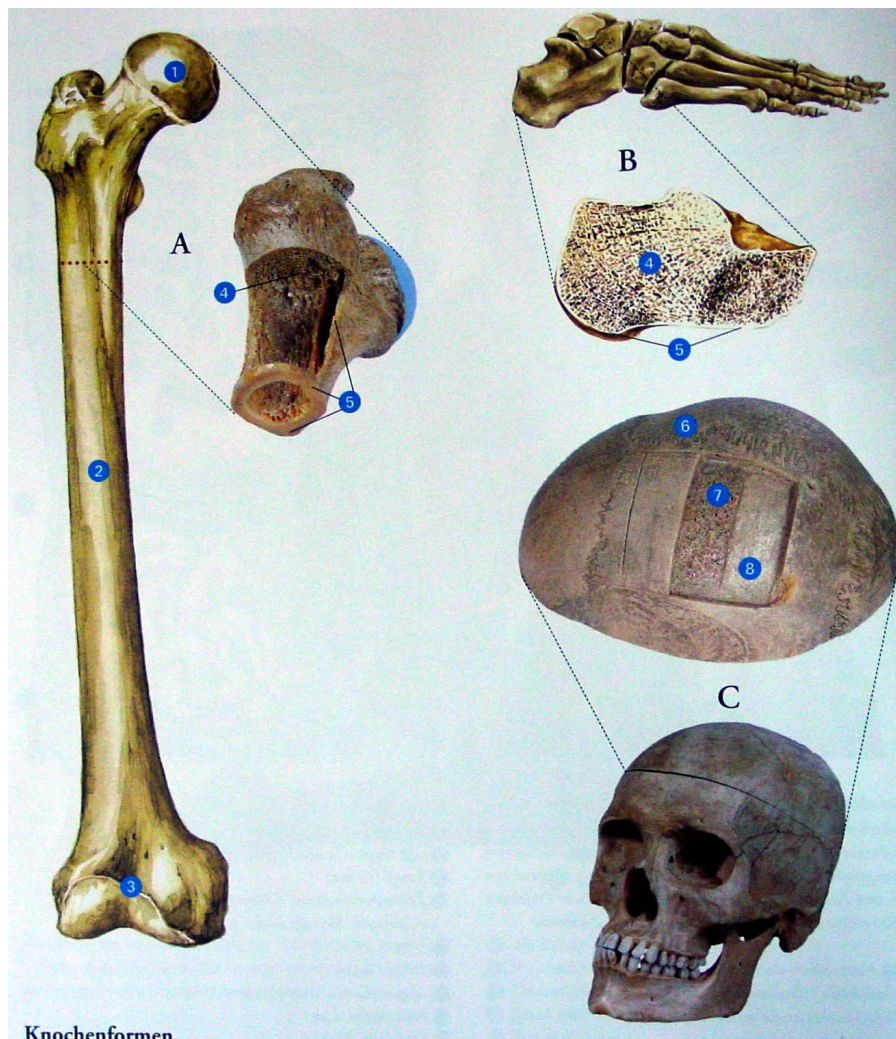


Abb.26. Knochenformen

## **9)Knochenbildung**

Zuerst kommt es zur knorpeligen Vorbildung fast aller Skeletteile (Primordialskelett). Ab der 7.Woche beginnt die Verknöcherung dieser knorpelig vorgebildeten Strukturen.

### **Reifezeichen / Lebensfähigkeitszeichen:**

treten zu gewissem Zeitpunkt in der Entwicklung auf.

- *Reifezeichen*: Knochenkerne 1) in der distalen Femurepiphyse  
2) in der proximalen Tibiaepiphyse
- *Lebensfähigkeitszeichen*: Knochenkerne 1) im Calcaneus  
2) im Talus  
3) im Os cuboideum

## **10)Knocheneinteilung (Abb.26.)**

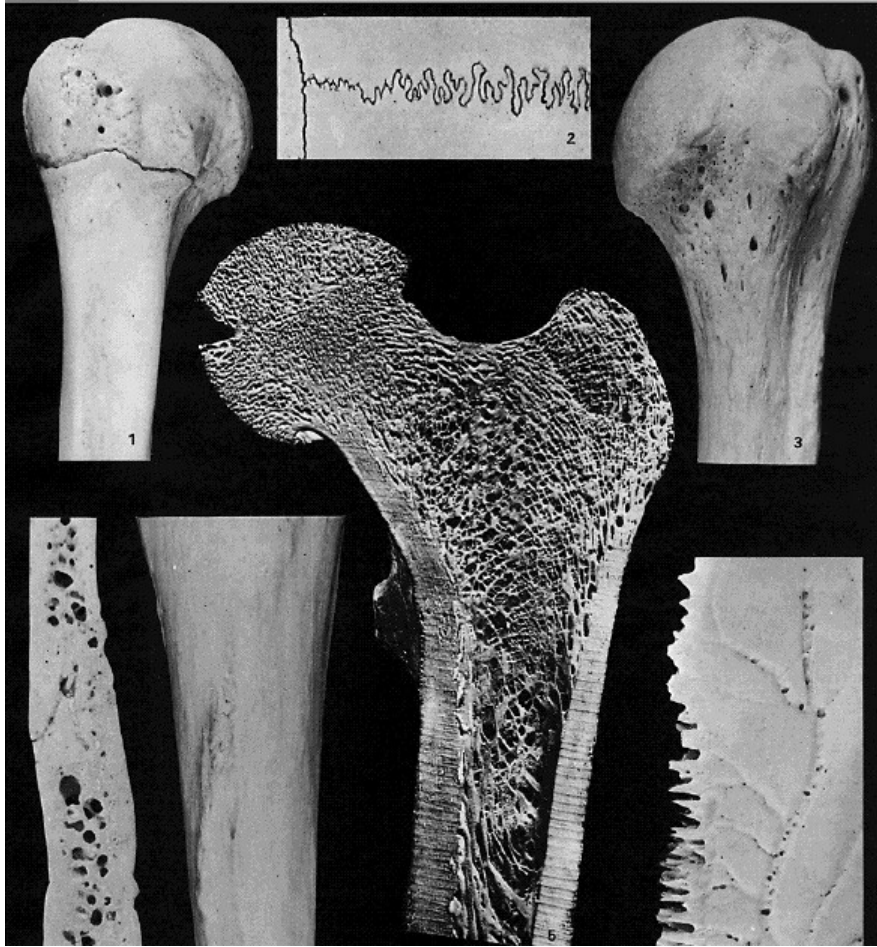
1. Lange Knochen: Corpus, Extremitas, Medulla Bsp.: Humerus
2. Flache Knochen: 2 flache Lamellen u. spongiöses Material  
Bsp.: Scapula, Schädelknochen
3. Kurze Knochen: immer Spongiosa Bsp.: Ossa carpalia/tarsalia
4. Lufthaltige Knochen: Bsp.: Siebbein, Maxilla
5. Unregelmäßige Knochen: Bsp.: Wirbel
6. Sesambeine

## **11)Knochenverbindungen (Abb.27.)**

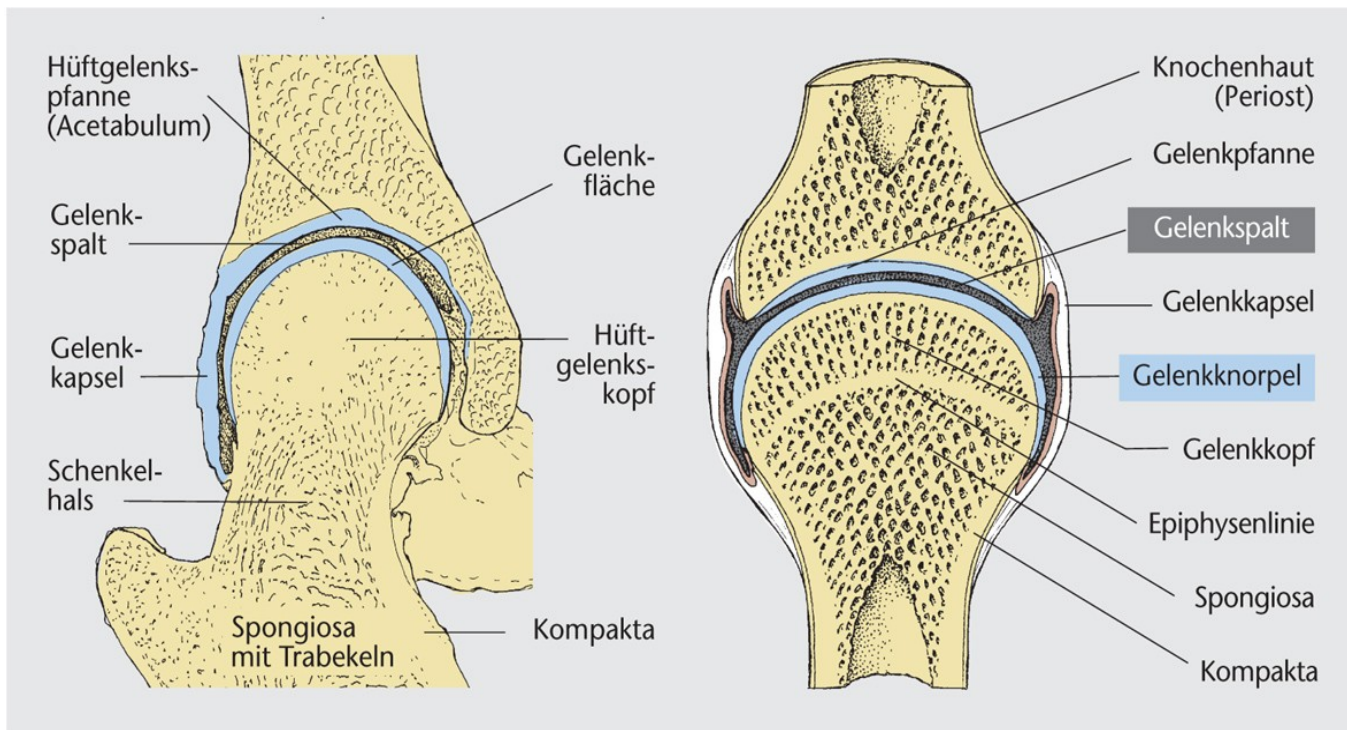
1)Einteilung: a) *Synarthrosen* (kontinuierlich): Haft

b) *Diarthrosen* (diskontinuierlich): Gelenk





**Abb.27. Die Knochenverbindungen**



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.28. Der Aufbau des Gelenkes**



## **11.1. Kontinuierliche Knochenverbindungen**

1) Syndesmose: lunctura fibrosa = Bandhaft

a) eigentliche Syndesmose: Membrana interossea

Ligg. flava

b) Suturae (Nähte): Schädeldach

c) Gomphs (Einzahnung): Halterung der Zähne

2) Synchondrose: lunctura cartilaginea = Knorpelhaft: Epiphysenfuge

3) Synostose: Knochenhaft: Os coxae, Epi-mit Diaphyse

## **11.2. Diskontinuierliche Knochenverbindungen (Abb.28.)**

Aufbau: 1. Artikulierende Gelenksflächen (mit hyalinem

Knorpelüberzug)

2. Gelenkscapsel:

a) innen: *Stratum synoviale*: Synovialflüssigkeit

b) außen: *Stratum fibrosum* außen: Nerven, Gefäße

innen: • Fettfalte (Plica)

3. Gelenksspalt

• Zotte (Villus)

4. Synovialflüssigkeit

5. Ligamenta, Disci, Menisci

6. Labra (Gelenkslippen): Halt des Gelenkes / der Capsel

Muskelansatzstelle

7. Bursae (Schleimbeutel): Druckveringerung

WICHTIG: • Synostosieren der Gelenke (*Ankylosen*): Pathologisch

• Verschmelzung S1-S5: Physiologisch

## 12)Einteilung der Gelenke (Abb.29.)

1. Kugelgelenk: 3 Achsen / 3 Freiheitsgrade

Bsp.: Art. humeroradialis, Art. humeri

1.1. Nußgelenk: 3 Achsen / 3 Freiheitsgrade

Bsp.: Art. coxae

2. Straffes Gelenk (Amphiarthrose): sehr eingeschränkte Bewegung

Bsp.: Art. sacroiliaca

3. Scharniergelenk (Ginglymus): 1 Achse / 1 Freiheitsgrad

immer mit Ligg.collateralia

Bsp.: Art. humeroulnaris

Art. interphalangealis pedis

4. Drehgelenk: 1 Achse / 1 Freiheitsgrad Bsp.: Art. atlantoaxialis

4.1. Zapfengelenk: Bsp.: Art. radioulnaris proximalis

4.2. Radgelenk: Bsp.: Art. radioulnaris distalis

5. Dreh-Scharniergelenk (Trochoginglymus):

2 Achsen / 2 Freiheitsgrade

Bsp.: Art. genus, Sprunggelenke

6. Eigelenk: 2 Achsen / 2 Freiheitsgrade

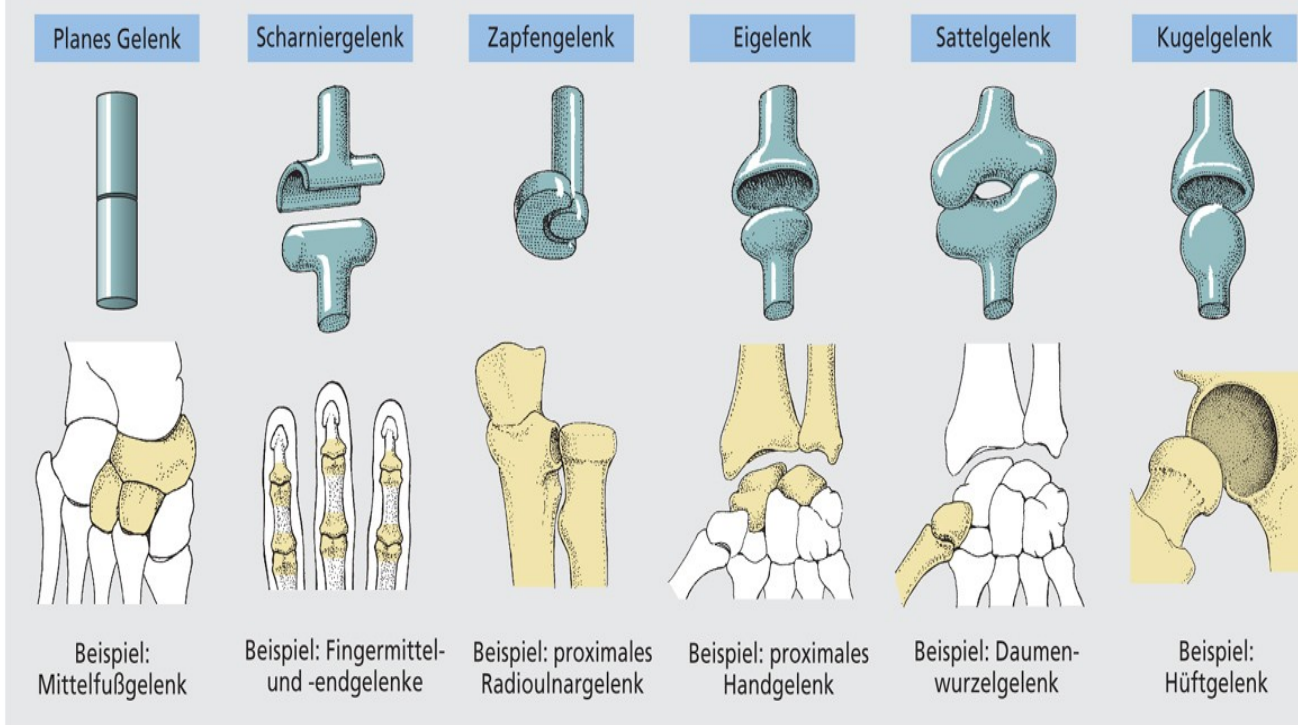
Bsp.: Art. atlantooccipitalis, Art. radiocarpalis

7. Sattelgelenk: 2 Achsen / 2 Freiheitsgrade

Bsp.: Art.carpometacarpalis pollicis

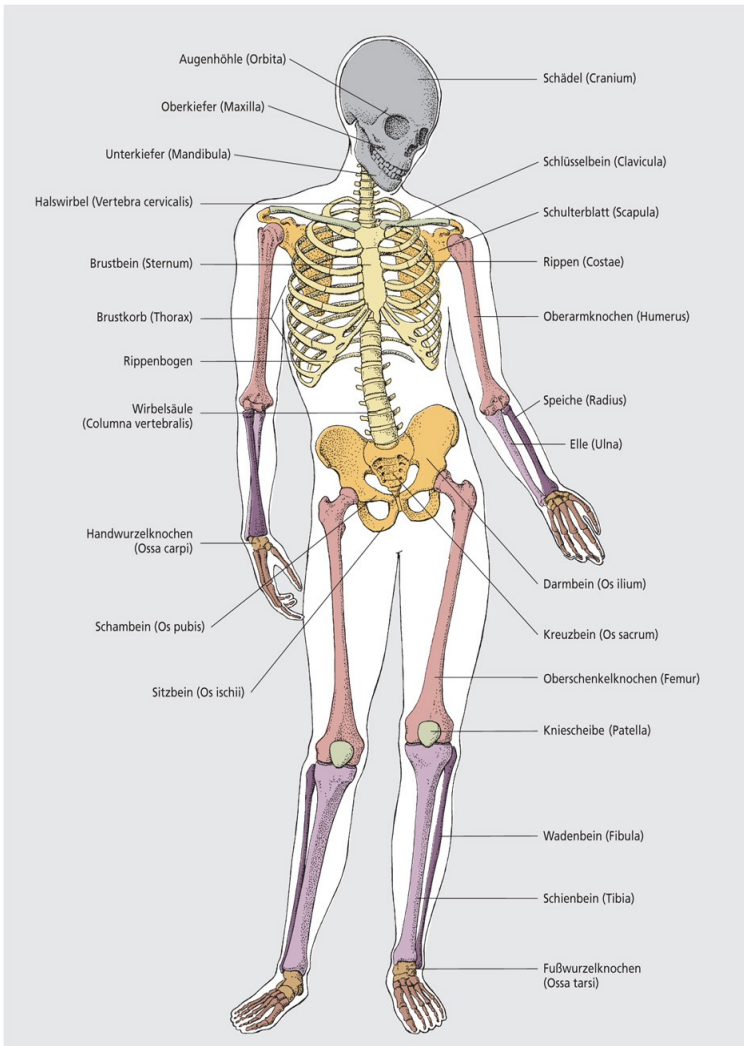
8. Planes Gelenk: 3 Achsen / 3 Freiheitsgrade

Bsp.: Intervertebralgelenke, Intermetatarsalgelenke



**Abb.29. Die Gelenksformen**

Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.30. Das Skelett**



## 4)Das Nervengewebe

Bestandteile: **1) Nervenzelle (Ganglienzelle) (Abb.31.)**

Funktion: Erregungsleitung,-verarbeitung

**2) Gliagewebe (Neuroglia) (Abb.32.)**

Funktion: Stützen, Heilen, Ernähren, Isolieren

### 1)Nervenzelle

Graue Substanz in Hirn (außen) und Rückenmark (innen)

*Perikaryon:* kernhaltiger Zelleib **(Abb.33.)**

*Nucleus:* groß, dunkel, mittelständig

*Dendrit:* kurze Fortsätze

*Neurit/Axon:* nur 1 pro Zelle, Hauptteil der weißen Substanz

*Synapse:* Verbindung von Neuron mit Erfolgsorgan

*Neuron:* Nervenzelle + Fortsätze

*Myelin:* Nervenmark

*Nervenfaser:* Neurit

1) markhaltig: **(Abb.34.)** Neurit,

mit Schwann'scher Scheide

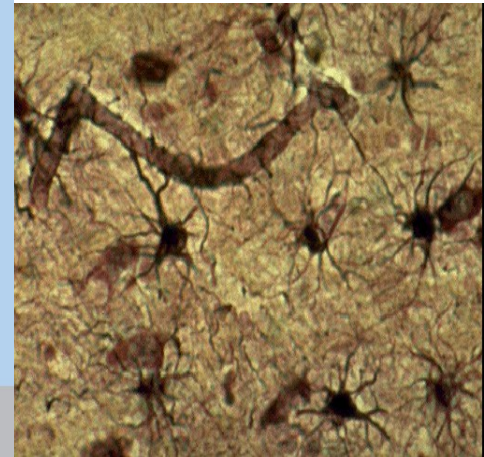
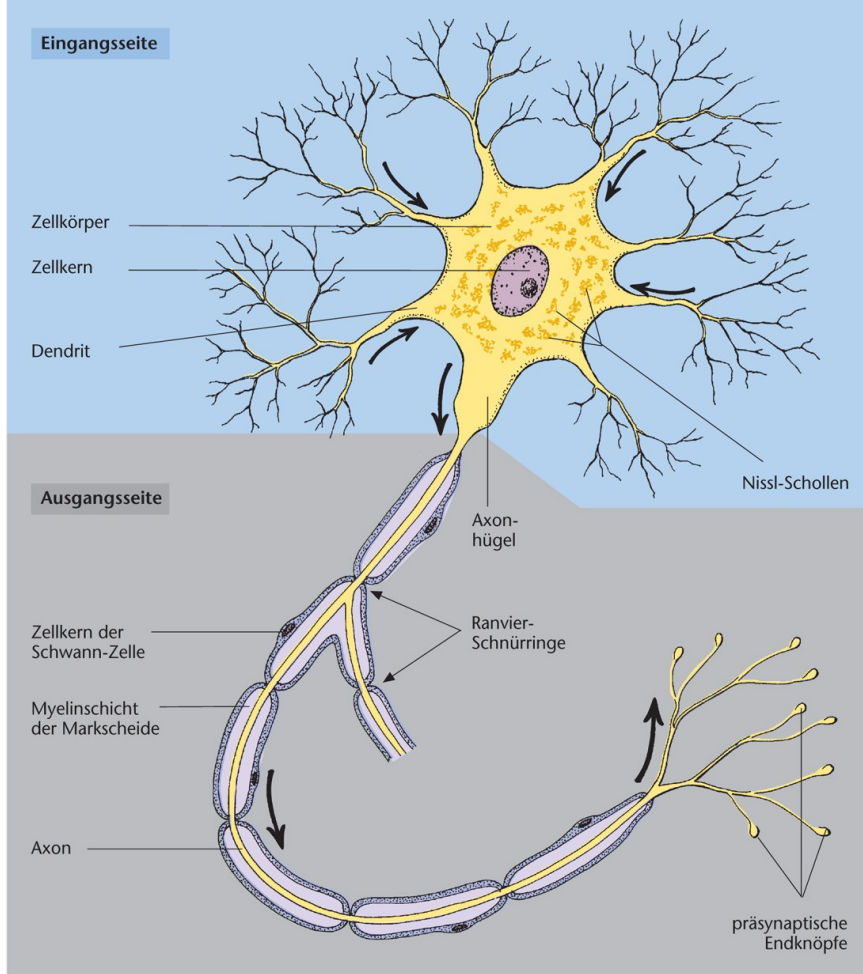
2) marklos: ohne Schwann'sche Scheide

*Nerv:* Bündel von Nervenfasern **(Abb.35.)**

*Ganglion:* Ansammlung von Nervenzellen

### 2)Neuroglia

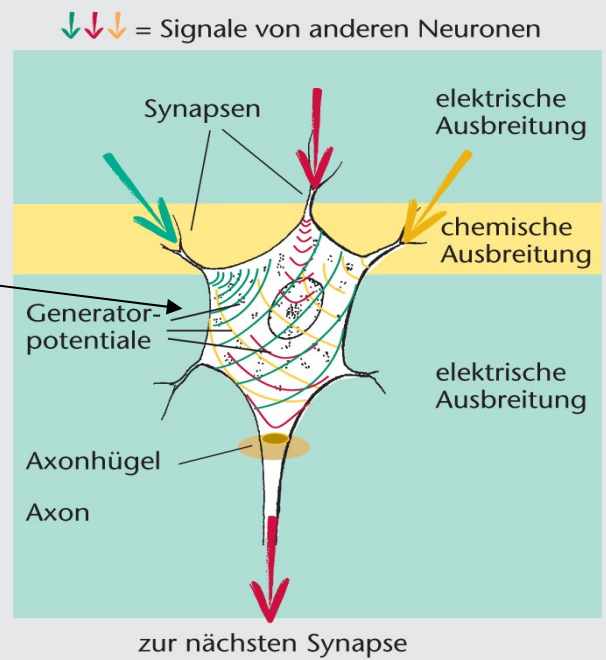
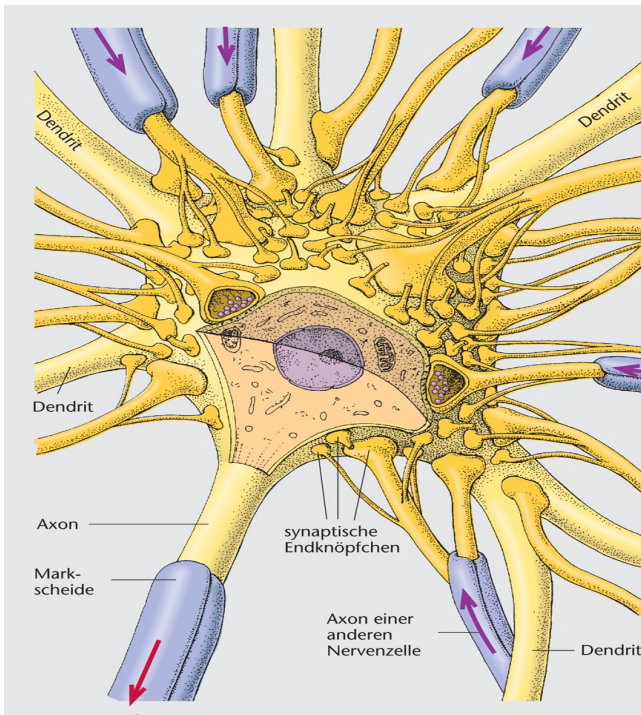
Schwann'sche Zelle: bildet Scheide für Neuriten



**Abb.32. Die Gliazelle**

**Abb.31. Das Neuron**

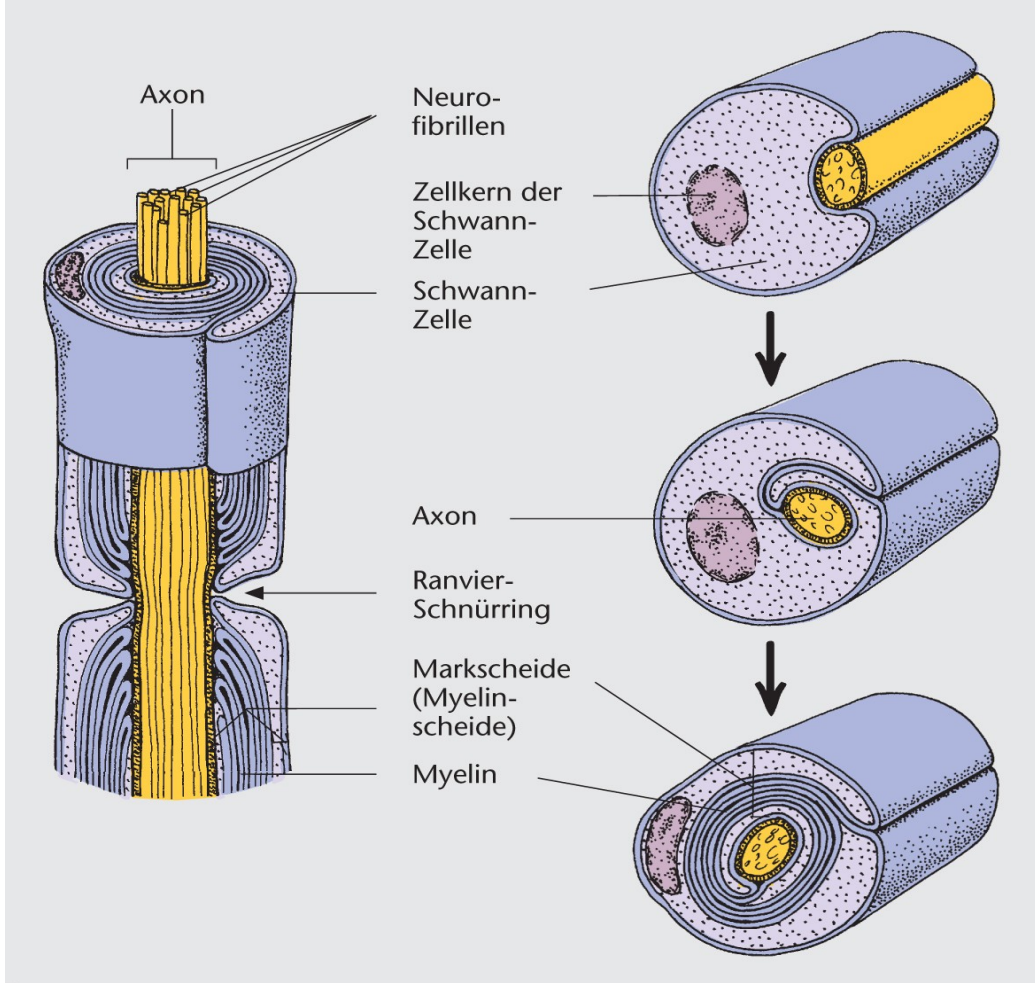
Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

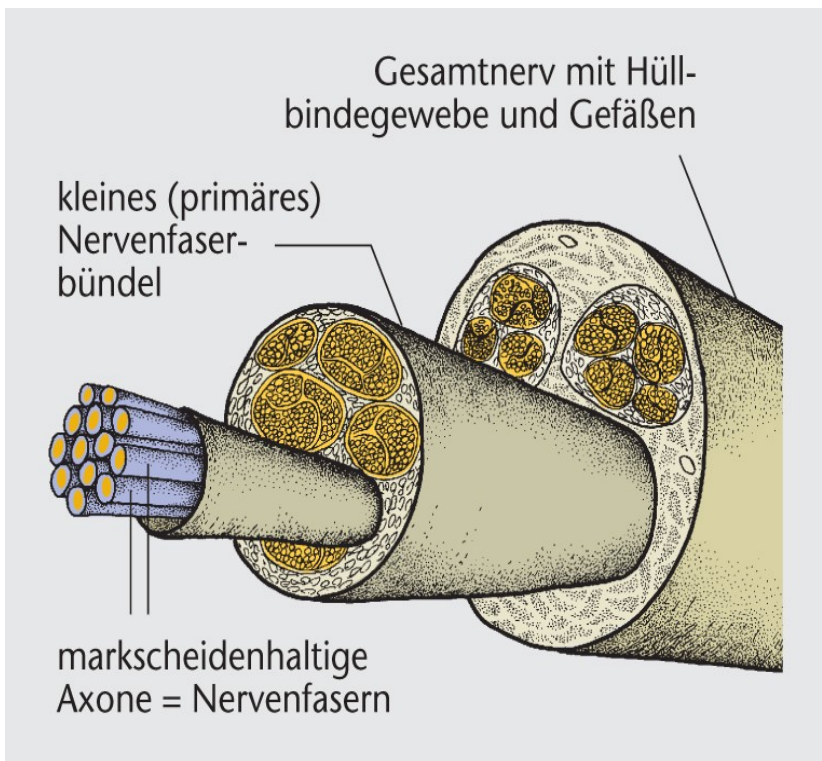
Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.33. Das Perikaryon**



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.34. Die markhaltige Nervenfaser**



**Abb.35. Der Aufbau des Nerven**



### **3)Nerv**

1)Einteilung: 1) Afferenter Nerv: Leitung zum Zentralnervensystem  
(ZNS)

2) Efferenter Nerv: Leitung vom Zentralnervensystem

2)Qualität:

- a) Motorisch: Impulse vom ZNS zu den Muskeln
- b) Sensibel: Taktile Impulse zum ZNS
- c) Sensorisch: spezifische Sinnesempfindungen zum ZNS
- d) Vegetativ: unwillkürlich
- e) Gemischt

3)Anzahl: • 12 Hirnnervenpaare  
• 31 Rückenmarksnervenpaare

### **4)Nervensystem**

#### **4.1. Somatisches Nervensystem**

Willkürlich

Qualität: a) Sensibel  
b) Motorisch  
c) Gemischt

#### **4.2.Vegetatives Nervensystem**

Unwillkürlich / Vegetativ: 1) Sympathikus

2) Parasympathikus

Qualität: a) Sensorisch  
b) Vegetativ

## 5)Das Muskelgewebe

**1)Aufbau:** 1. **Myofilamente:** (Abb.36. – 37.) kontraktile Proteine:

1. *Aktin*

2. *Myosin*

2. **Myofibrillen:** (Abb. 38.) bestehen aus

Myofilamenten

3. **Muskelfaser:** (Abb.39.) Muskelzelle (Myozyt) in  
kompletter Ausdehnung (Länge)

**2)Einteilung:** (Abb. 40. – 41.) 1. **Glatte Muskulatur**

2. **Quergestreifte Muskulatur**

3. **Quergestreifte Herzmuskulatur**

### **2.1. Glatte Muskulatur**

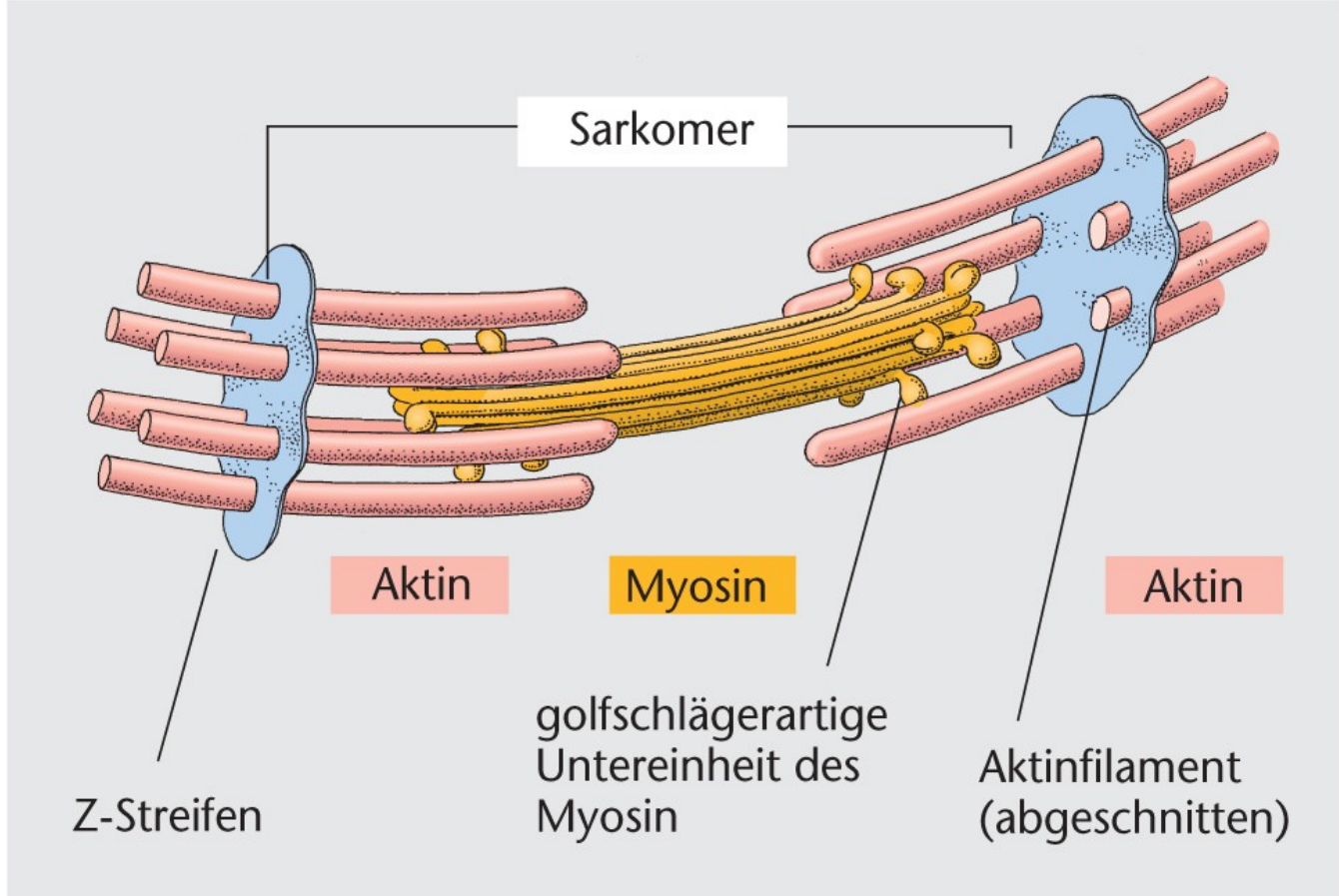
**1)Aufbau:** *Glatte Muskelfasern:* • langgestreckte spindelförmige  
Zellen

• Länge: 50-200  $\mu\text{m}$  ( bis 800  $\mu\text{m}$ )

• längliche Kerne

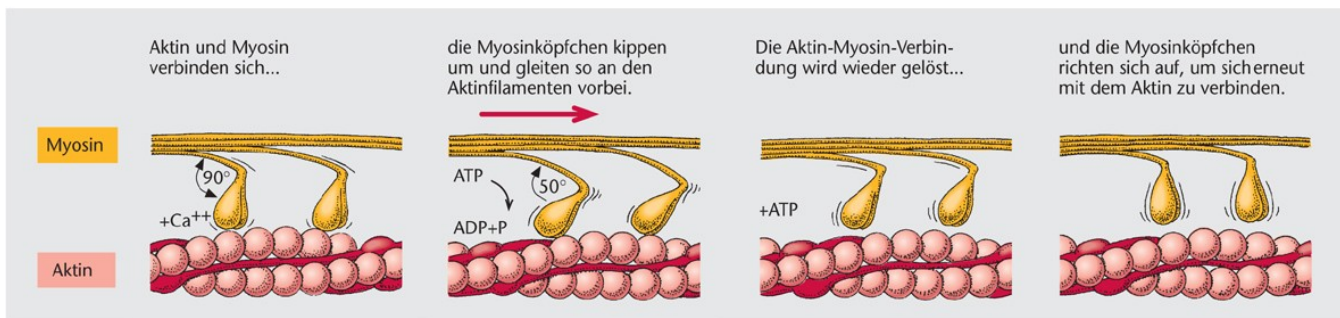
**2)Innervation:** 1. Single unit -Typ: die Myozyten sind durch *Nexus*  
(direkte Nervenverbindungen)  
miteinander verbunden.

2. Multi unit - Typ: keine durchgehenden, direkten  
Nervenverbindungen



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

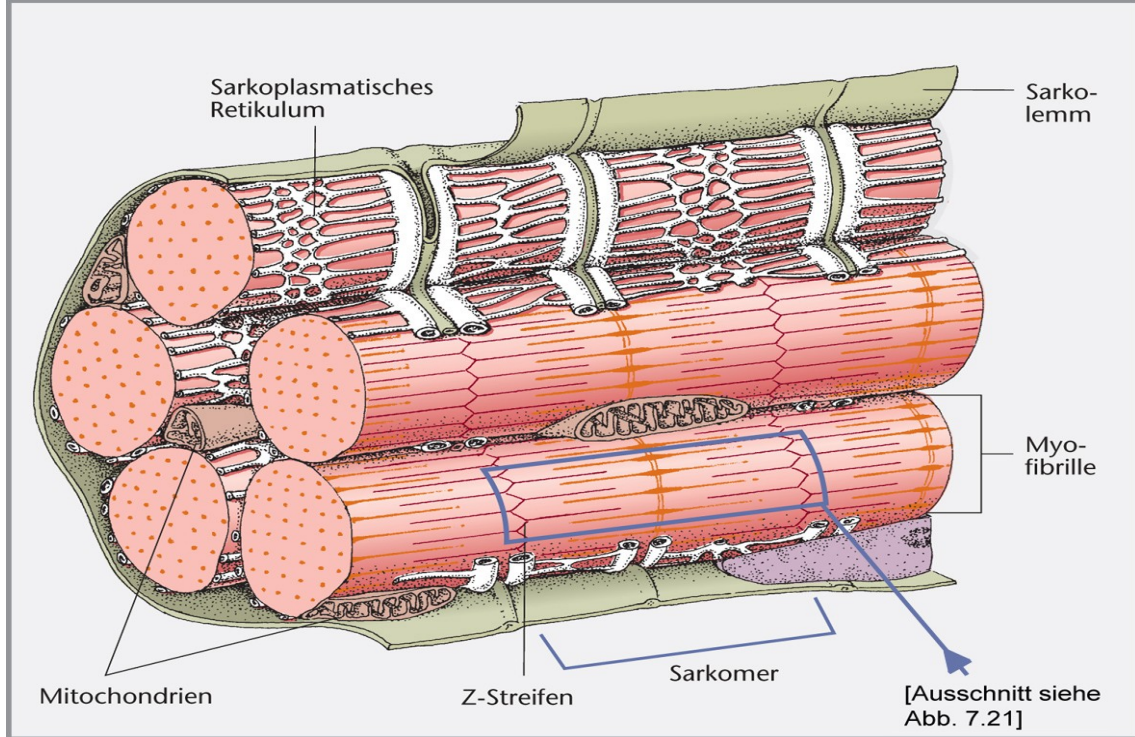
**Abb.36. Das Myofilament**



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

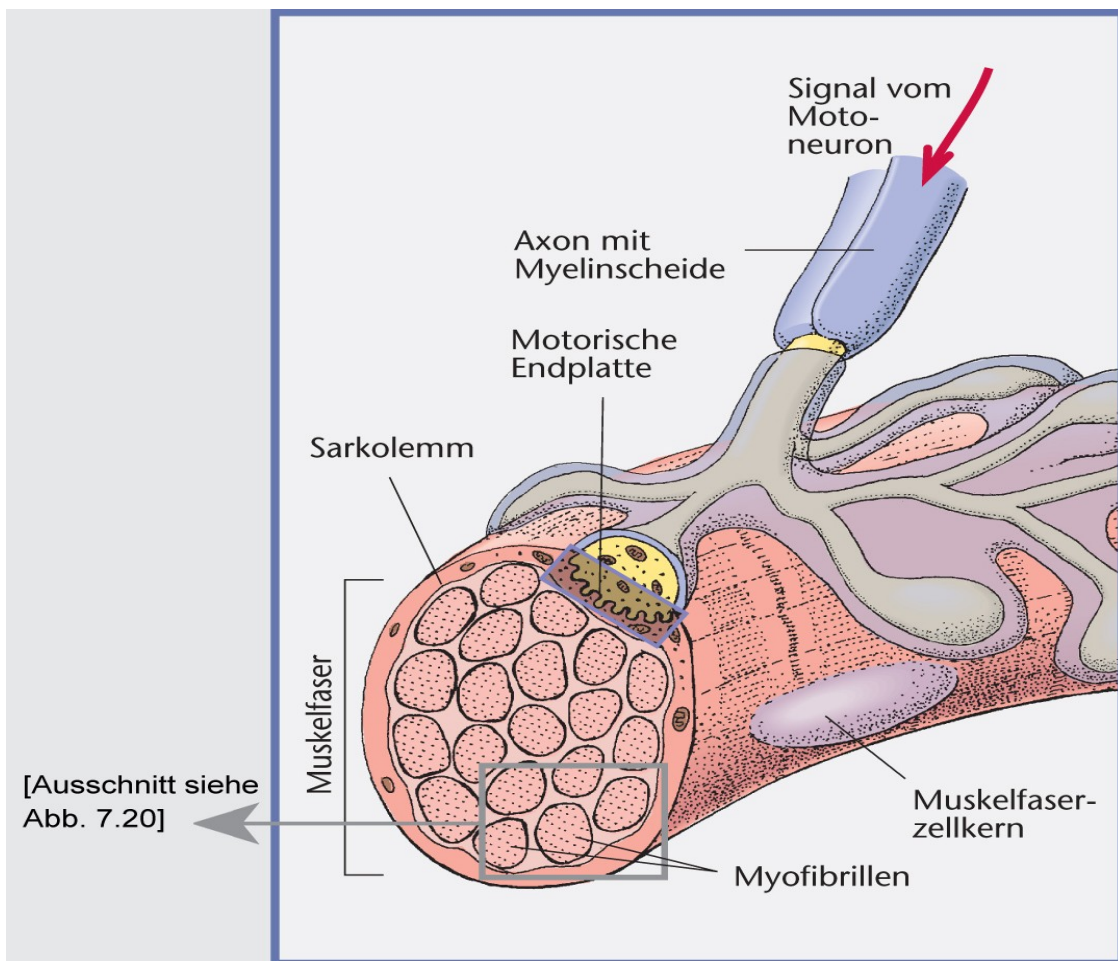
**Abb.37. Die Kontraktion des Myofilaments**





Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.38. Die Myofibrille**



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.39. Die Muskelfaser mit dem Motoneuron**

## 2.2. Quergestreifte Muskulatur

### 1)Aufbau: 1. *Quergestreifte Muskelzellen:*

- vielkernig (Plasmodium)
- Kerne randständig (bis zu 100)
- Muskelfasern: bis gesamte Muskellänge

### 2. *Myofibrillen:* • streng geometrisch in Längsrichtung

- Querstreifung entsteht durch Überlagerung von Aktin und Myosin

### 3. Sarkomer: 1. Isotroper Streifen = **I-Streifen** (nur Aktin)

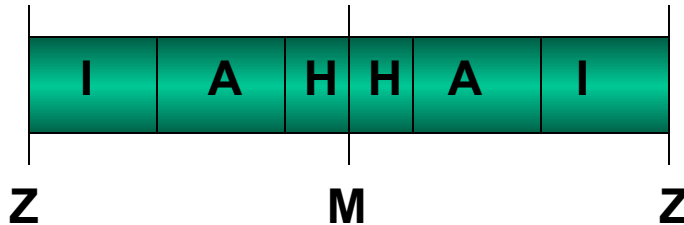
### 2. Anisotroper Streifen = **A-Streifen**

(Aktin u. Myosin)

**A-Streifen:** a) **H-Zone:** heller

b) **M-Zone:** dunkler

### 3. Zwischenstreifen = **Z-Streifen**



### 2)Einteilung: 1. Typ I-Fasern (rot):

- viele Mitochondrien, viel Myoglobin
- lange, kräftige Kontraktion
- langsamer
- z.B.: Rückenmuskel

## 2. Typ II-Fasern (weiß):

- weniger Mitochondrien u. Myoglobin
- myofibrillenreicher
- rascher, aber ermüdet schneller
- z.B.: Extremitätenmuskel

### 3) Schichtung: (Abb. 42.)

1. **Sarkolemm:** umhüllt 1 Muskelfaser
2. **Endomysium:** umhüllt mehrere Muskelfasern  
(Primärbündel): kapillarreich BG
3. **Perimysium internum:**
  - umhüllt einige Primärbündel scherengitterartig:  
Stabilität, aber auch Bewegung zwischen  
Primärbündeln möglich
4. **Perimysium externum:**
  - umhüllt mehrere Primärbündel (Fleischfasern)
  - geht über in Muskelsehne
5. **Epimysium:** umhüllt den ganzen Muskel
6. **Muskelfaszie:** liegt auf Epimysium

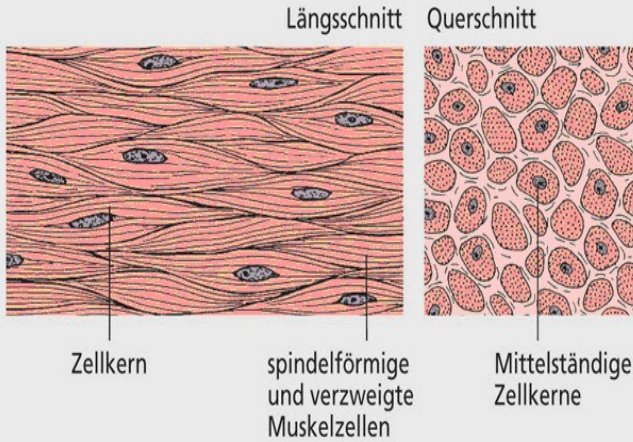
### 2.3. Quergestreifte Herzmuskulatur

#### 1) Aufbau: 1. Herzmuskelzelle:

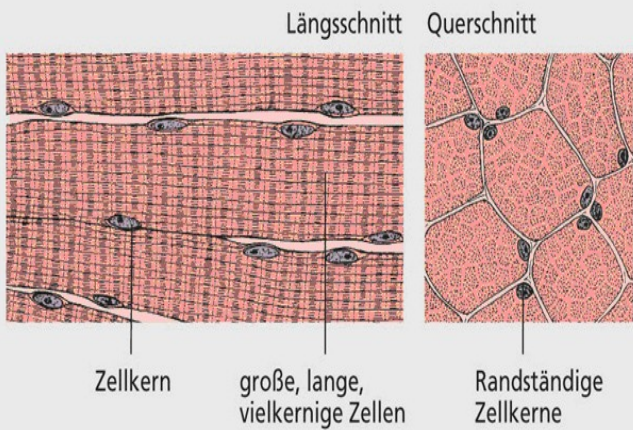
- zentrale Kerne mit vielen Sarkosomen
- sarkoplasmareich
- Verzweigungen → Erregungsleitung



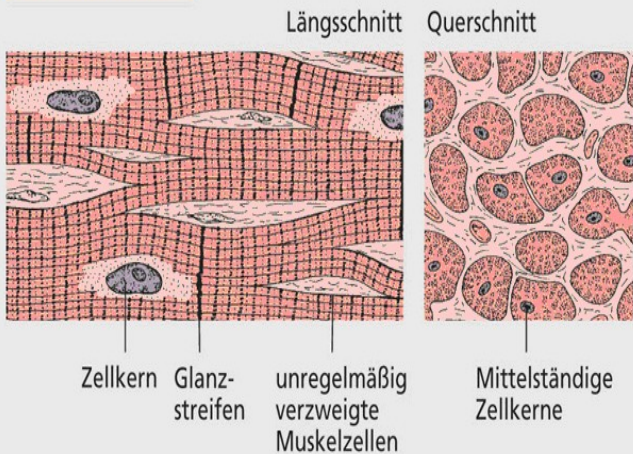
## Glatte Muskulatur



## Quergestreifte Muskulatur



## Herzmuskulatur



Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.40. Die 3 Muskeltypen**

	Glatter Muskel	Herzmuskel	Skelettmuskel
motorische Endplatte	keine	keine	ja
Fasern	kurz (max. 0,4 mm) verzweigt	spiralförmig verzweigt	lang (max. 15 cm) unverzweigt
Mitochondrien	wenige	viele	viele (abhängig vom Muskeltyp)
Zellkerne je Faser	1	1	viele
Schrittmacher	spontan aktiv	ja (schnell)	nein (benötigt Nervenreiz)
elektrische Reizung			
Grad der Muskelkontraktion			

Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

**Abb.41. Vergleich der 3 Muskeltypen**

Epimysium

Perimysium

Endomysium

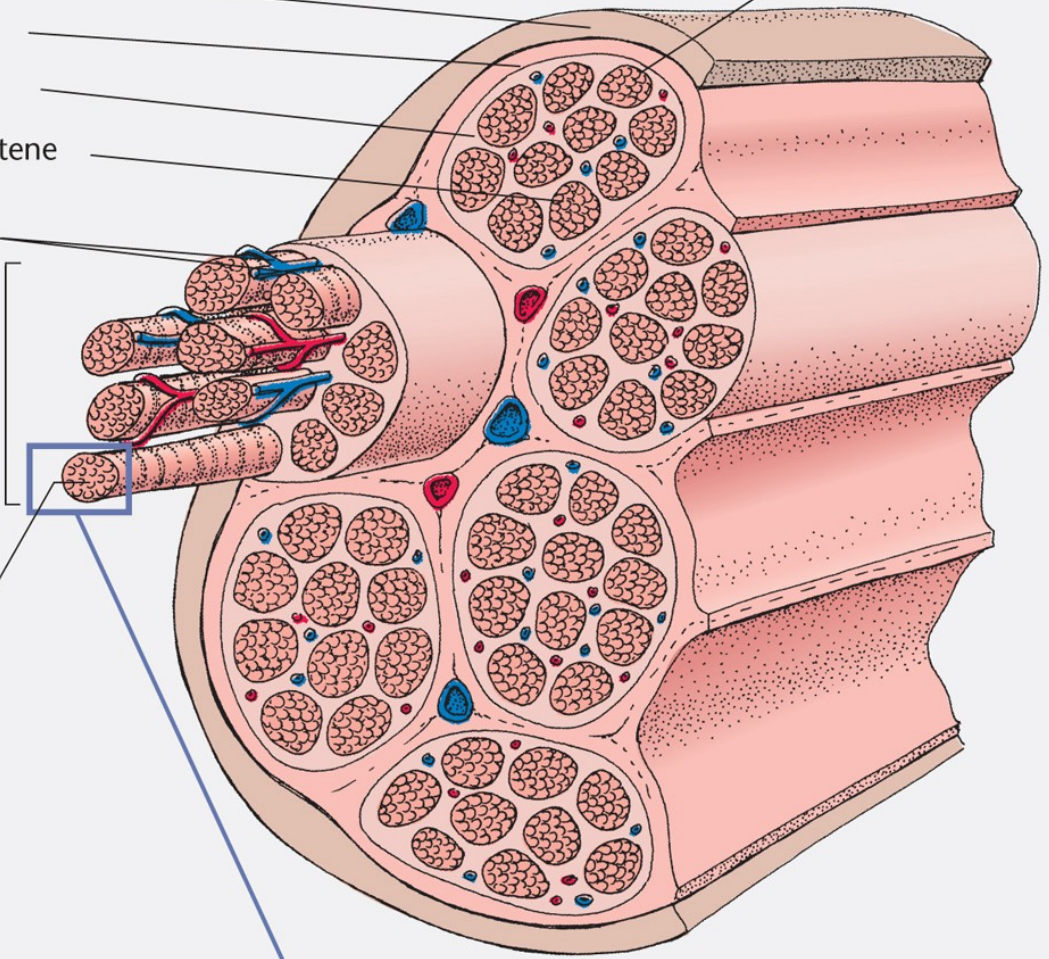
quergeschnittene  
Muskelfasern

Blutgefäße

Muskel-  
faser-  
bündel

einzelne  
Muskel-  
faser =  
Muskel-  
zelle

Sarkolemm



[Ausschnitt siehe Abb. 7.19]

**Abb.42. Die Muskelschichtung**

Mensch Körper Krankheit, 4. Aufl.; Biologie Anatomie Physiologie, 5. Aufl.  
© Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

2. *Herzmuskelfaser*: • durch Glanzstreifen (Disci intercalares) verbunden → Erregungsleitung
- „Funktionelles Sarkoplasma“

### **3)Allgemeine Muskellehre**

- 1)Aufbau :
1. Ursprung (Origo): Punktum fixum: unbeweglicheres, proximales Skelett
  2. Ansatz (Insertio): Punktum mobile: distales Skelett
  3. Sehne (Tendo): über Sharpey'sche Fasern in Periost
  4. Hypomochlion: Umlenkung über Knochenfortsatz

- 2)Einteilung:
1. Eingelenkiger Muskel
  2. Zweigelenkiger Muskel
  3. Mehrgelenkiger Muskel

3)Muskelarten: 1. **M. fusiformis** (spindelförmig)

(Abb.43.) parallele lange Muskelfasern: ausgiebige Bewegungen, aber wenig kraftvoll

2. **M. unipennatus** (einfachgefiedert)  
relativ lange durchgehende Sehne, an der kurze Muskelfasern ansetzen: sehr kräftig

3. **M. bipennatus** (doppeltgefiedert)  
beidseitiger Muskelfaseransatz an der Sehne

4. **M. multipennatus** (mehrfachgefiedert)  
vielseitiger Muskelfaseransatz an der Sehne

5. **M. biceps / triceps / quadriceps** (2- ,3- ,4-köpfig)  
Muskel mit zwei oder mehreren Ursprüngen,



welche sich in einem gemeinsamen Muskelbündel vereinigen. Die Köpfe sind meist **fusiform**.

6. **M. biventer** (zweibäuchig)

Zwei Muskelbäuche sind über Zwischensehne verbunden

7. **M. multiventer** (mehrbäuchig)

Einköpfiger Muskel mit mehreren Zwischensehnen – unterbrechungen (Sectiones intertendineae)

8. **M. planus** (flach)

Parallele Fasern gehen in platte Sehne über

9. **M. triangularis** (dreieckig)

10. **M. quadratus** (quadratisch)

4) Muskelfunktion: (Abb.44.)

1. Synergisten: Muskeln arbeiten zusammen

2. Antagonisten: Muskeln haben

entgegengesetzte Wirkung

5) Muskelinnervation: 1. Alpha - Motoneurone (efferent):

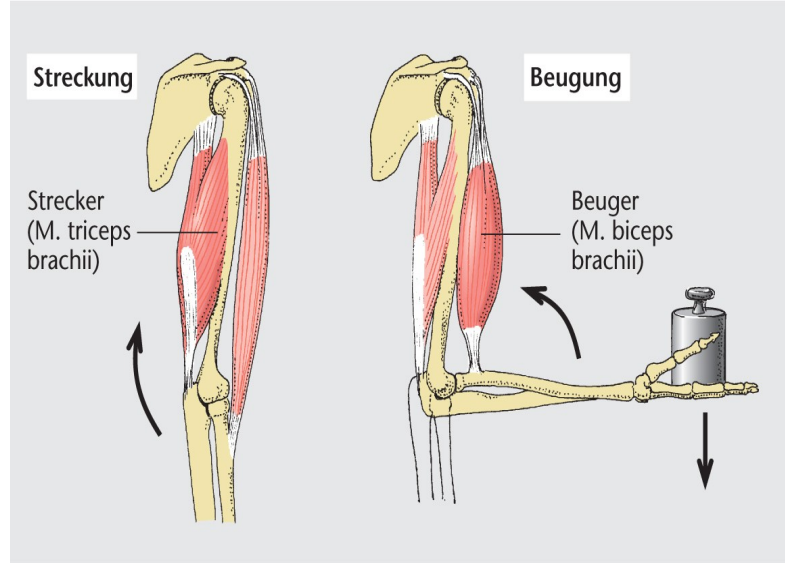
- dicke myelinisierte Axone der motorischen Vorderhornzellen oder motorischen Kerngebiete der Hirnnerven

2. Gamma - Motoneurone (afferent) :

- dünne Fasern zu Muskelspindeln

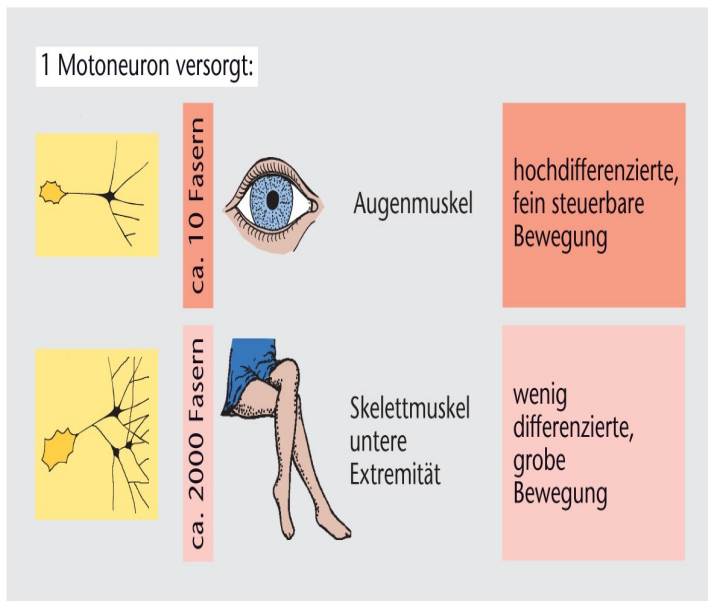
**Motorische Einheit: (Abb.45.)** Motoneuron + Verzweigungen + Muskelfasern

**Motorische Endplatte:** Synapse + von ihr versorgte Muskelzelle

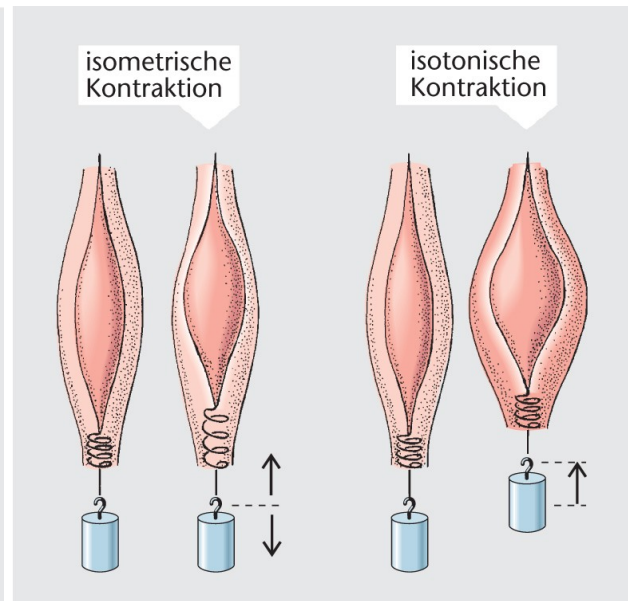


**Abb.44. Synergismus – Antagonismus**

**Abb.43. Die Muskelformen**



**Abb.45. Die motorische Einheit**



**Abb.46. Isometrische versus**

## 6) Kontraktionsformen: (Abb.46.)

- a) *Isometrisch*: Kraft ohne Längenveränderung
- b) *Isotonisch*: Verkürzung ohne Kraft (ohne Spannungsentwicklung)
- c) *Auxotonisch*: Verkürzung mit Kraft (mit Spannungsentwicklung)

Muskelspannung = Tonus

- d) *Ruhetonus*: Spannung in Ruhezustand

## 7) Hilfseinrichtungen:

### **1. Faszien (bindegewebige Hüllen): (Abb.47.)**

Faszien umhüllen einzelne Muskeln und Muskelgruppen und sind Unterschiedlich dehnbar.

Funktion: 1. Beweglichkeit und Verschieblichkeit gegen Gewebe  
2. Muskelansatz

### **2. Sehnenscheiden (Vagina tendinea) (Abb.48.)**

Sehnenscheiden umhüllen Sehnen und haben zwei Schichten

- Innen: Stratum synoviale      • Dazwischen: Synovialflüssigkeit
- Aussen: Stratum fibrosum

### **3. Schleimbeutel (Bursae) (Abb.49.)**

Mit Synovialflüssigkeit gefüllter und von Synovialhaut ausgekleideter Hohlraum.

Funktion: Schutz des Knochens vor Druck und Reibung durch Muskel und Sehnen

### **4. Sesambeine (Ossa sesamoidea) (Abb.50.)**

An Sehnen gelegene Knochen helfen, Zugkräfte zu verteilen.

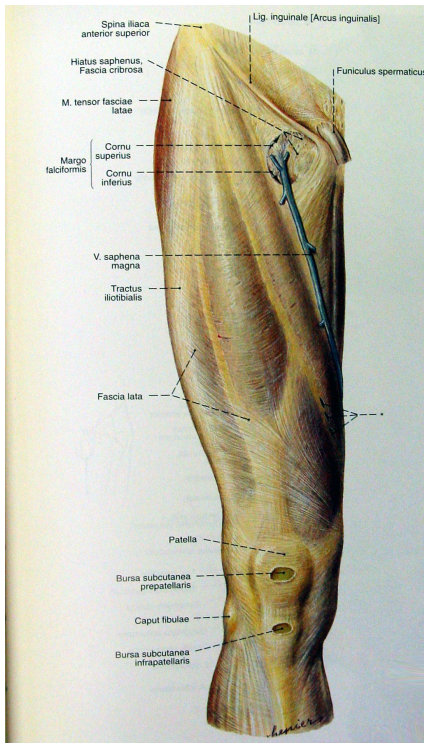
Beispiel: Patella, Os sesamoideum der Pollex und Hallux



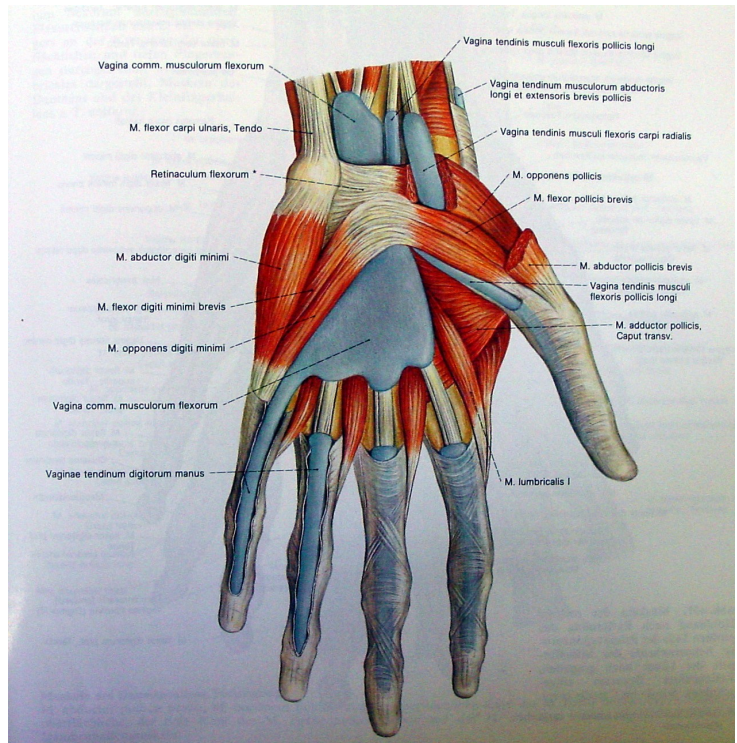
# 5. Fettkörper (Corpus adiposum)

Fettansammlungen zw. Muskeln, Sehnen und Nachbargewebe.

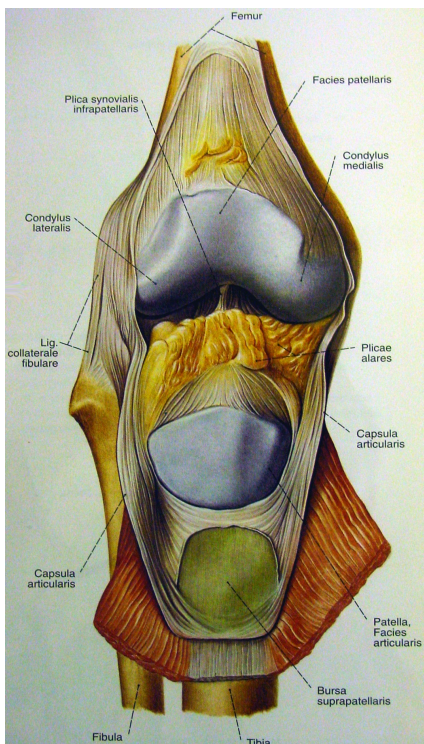
Funktion: Verbesserung der Gleitfähigkeit



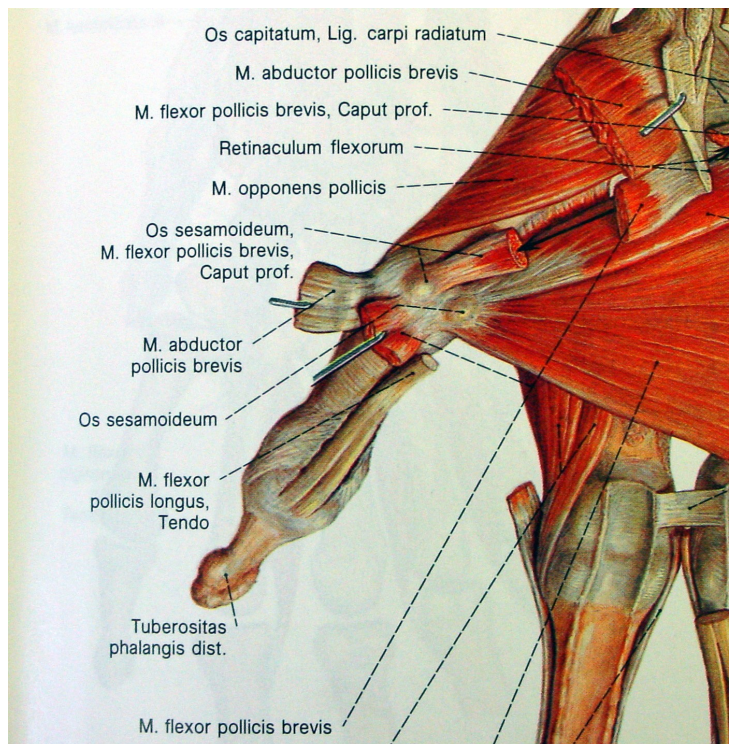
**Abb.47. Die Faszie**



**Abb.48. Die Sehnenscheiden**



**Abb.49. Der Schleimbeutel**



**Abb.50. Das Sesambein**

## ***Literatur – und Bildquellen***

1. Benninghoff: Anatomie Band 1 und 2; Urban & Schwarzenberg, 3.Auflage, 1985
2. R. Huch, C. Bauer, N. Menche: CD-ROM: Mensch, Körper, Krankheit, 4. Auflage,  
Biologie, Anatomie, Physiologie, 5 Auflage;  
Elsevier, Urban & Fischer, 1.Auflage, 2004
3. M. Schünke, E. Schulte: Prometheus: Allgemeine Anatomie u. Bewegungssystem  
Georg Thieme Verlag Stuttgart, 2004
4. Sobotta: Atlas der Anatomie des Menschen Band 1 und 2;  
Urban & Schwarzenberg, 20.Auflage, 1993
5. Sobotta, Hammersen: Histologie; Urban & Schwarzenberg, 3.Auflage, 1985
6. Waldeyer, Mayet: Anatomie des Menschen Band 1 und 2; de Gruyter Verlag,  
16. Auflage, 1993
7. Williams, Warwick: Gray's Anatomy; Churchill Livingstone, 37th edition, 1987