

---

# Gewebelehre

## Zellfortsätze, Binde- und Stützgewebe

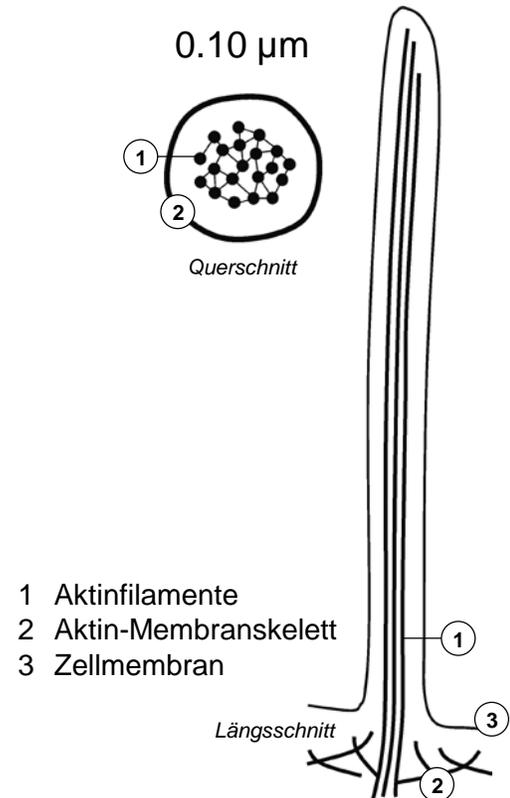
---

David P. Wolfer  
Institut für Bewegungswissenschaften und Sport, D-HEST, ETH Zürich  
Anatomisches Institut, Medizinische Fakultät, Universität Zürich

376-0151-001 Anatomie und Physiologie I, Do 22.09.2016

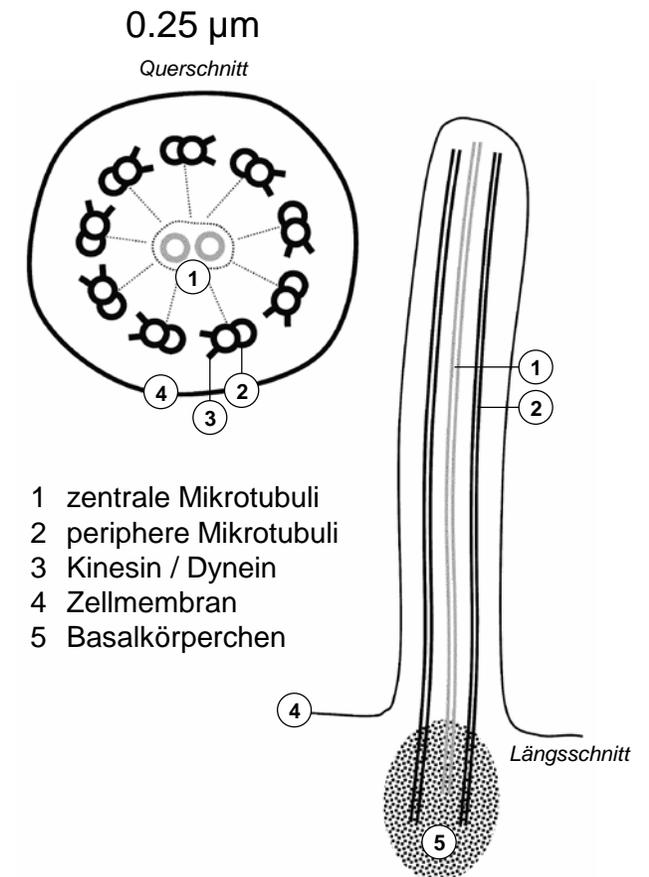
# Zellfortsätze I

- *Zellfortsätze*
  - *Ausstülpung der Zellmembran, Zytoskelett liefert Binnengerüst*
  - *Binnengerüst: Aktin oder Mikrotubuli*
- *langlebige Fortsätze mit Binnengerüst aus stabilem Aktin*
  - *Mikrovilli (meiste Zellen)*
  - *Bürstensaum: lang, parallel, dicht (Darmschleimhaut, Nierenkanälchen)*
  - *Stereozilien: lang, verzweigt (Samenleiter, Nebenhodengang, starr: Innenohr)*
- *kurzlebige Fortsätze mit Binnengerüst aus instabilem Aktin*
  - *Aktin Polymerisation und Depolymerisation*
  - *Filopodien (fadenförmig)*
  - *Lamellipodien (segelförmig)*
  - *Phagozytose, Zellwanderung, Wachstumskegel für Nervenfasernwachstum*



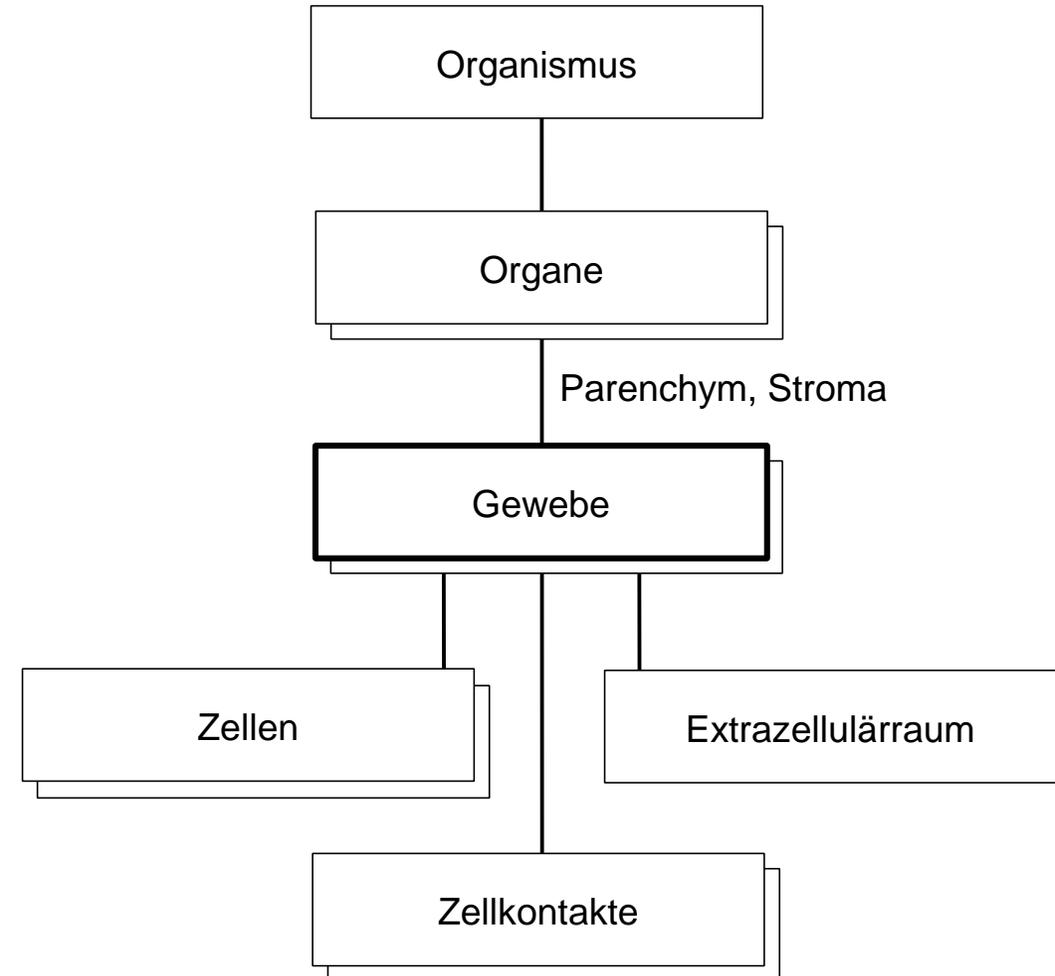
# Zellfortsätze II

- *Zellfortsätze mit Binnengerüst aus Mikrotubuli: Zilien*
  - *periphere (+zentrale) Mikrotubuli: Axonema, molekularer Motor durch Interaktion mit Dynein oder Kinesin*
  - *Basalkörperchen (Kinetosom) abgeleitet von Zentriol: Organisator und Verankerung*
- *primäre Zilien (fast alle Zellen)*
  - *Axonema 9+0*
  - *Mikrotubuli + Dynein oder Kinesin: molekularer Motor für Proteintransport (zB Anreicherung von Rezeptoren)*
  - *Zell-Antenne, Steuerung Differenzierung & Wachstum. Sinnesorgane: olfaktorische Neurone, Stäbchen und Zapfen, Innenohr*
- *Kinozilien und Flagellen*
  - *Axonema 9+2*
  - *Mikrotubuli + Dynein: Motor für Zilienschlag*
  - *Zilien: Atemwege, Eileiter, Ductuli efferentes, Ependym*
  - *Flagellum: Spermien*



# Gewebe

- *Gewebe = Verband sesshafter Zellen, Funktionsgemeinschaft*
  - *gleichsinnige Differenzierung*
  - *Zellen nicht immer gleich aussehend: Subspezialisierung, Lebenszyklus*
  - *Zusammenhalt und Kommunikation: Extrazellulärraum, Zellkontakte*
- *Organe bestehen aus mehreren Geweben*
  - *Parenchym: organspezifisch und funktionstragend*
  - *Stroma: Gerüst, Ernährung (Blutgefäße), Abwehr*



# Gewebefamilien / Grundgewebe

---

- *grosse Gewebevielfalt durch Zelldifferenzierung und Spezialisierung*
  - *Zusammenfassung zu 4 Grundgewebe mit gemeinsamen Eigenschaften*
  - *unterscheidbar durch Funktion, Zellform, Anteil Extrazellulärraum*
  - *Grundgewebe weiter unterteilbar*

---

	Anteil EZR	Funktionen
Binde- und Stützgewebe	+ bis +++	Struktur, Versorgung, Speicherung, Abwehr, Stromabildung
Epithelgewebe	(+)	Oberflächen, Drüsen, Rezeptoren, Parenchymbildung
Muskelgewebe	(+) bis +	Kontraktion, mechanische Arbeit
Nervengewebe	(+)	Transport, Verarbeitung und Speicherung von Informationen

---

# Binde- und Stützgewebe, Zusammensetzung

- *fixe Zellen*
  - *lokale Entstehung aus Vorläuferzellen, ev. Vermehrung durch Teilung*
- *freie Zellen*
  - *ein/auswandernde Zellen des Immunsystems*
  - *residente Makrophagen: Einwanderung im Embryo, lokale Vermehrung (Alveolarmakrophagen, von Kupffer-Zellen, Langerhans-Zellen, Nierenmakrophagen, Osteoklasten, Mikrogliazellen)*
- *extrazelluläre Matrix*
  - *geformte Bestandteile: Fasern*
  - *ungeformte Bestandteile*
  - *Alterung: Abnahme der Proteoglykane und elastischen Fasern*
- *Fasern*
  - *kollagen: unverzweigt, zugfest, Wellenform, Scherengitter*
  - *elastisch: verzweigt, 150% dehnbar, Netz- und Membranbildung*
- *ungeformte EZM Bestandteile*
  - *Proteoglykane: Wasserbindung, Viskosität, vernetzen Fasern*
  - *Adhäsionsproteine: Zusammenhalt EZM und Verbindung mit Zellen*



## Zellen

fix, sesshaft frei, mobil	Unterhalt EZM Abwehr
------------------------------	-------------------------

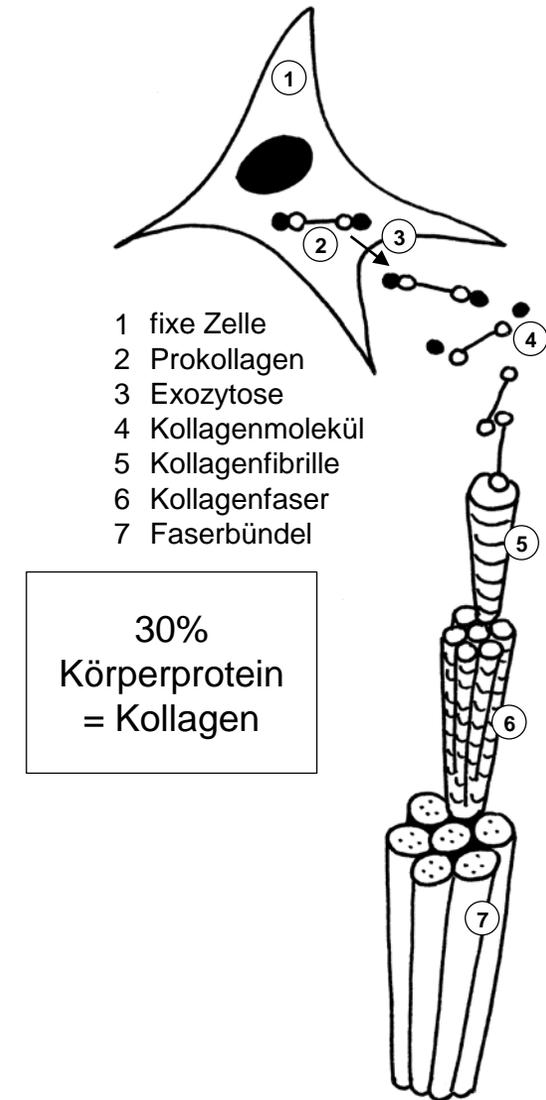
## extrazelluläre Matrix EZM

Kollagenfasern elastische Fasern	geformt
-------------------------------------	---------

Proteoglykane Adhäsionsproteine Hydroxyapatit	ungeformt
---	-----------

# Kollagen

- *Prokollagen*
  - 300 nm lange stabförmige Tripelhelix, intrazellulär synthetisiert
  - posttranslationelle Stabilisierung: Vitamin C, Mangel: Skorbut
  - Exozytose, extrazellulär Abspaltung Propeptide:  
lösliches Prokollagen → unlösliches Kollagen mit «sticky ends»
- *Kollagenfibrille (EM)*
  - Kollagenmoleküle versetzt aggregiert
  - kovalente Vernetzung
  - Querstreifung im EM, Ø 20-300 nm
- *Kollagenfaser (LM)*
  - Bündel von Fibrillen, Ø 1-20 µm
- *Proteinfamilie: 28 Kollagentypen*
  - fibrillär: Typ I (>90%, Fasern: kollagenes Bindegewebe, Knochen), Typ II (Fibrillen: Knorpel, Glaskörper), Typ III (retikuläre Fasern: retikuläres Bindegewebe, Fettgewebe, Basalmembran), Typ VII (Ankerfibrillen der Haut)
  - nicht fibrillär (bildet keine Fibrillen): Typ IV (Basallamina)



# Bindegewebe

- *fixe Zellen*
  - *Fibrozyten = Fibroblasten*
  - *teilungsfähig: gute Regeneration, Funktion als Ersatzgewebe*
- *kollagenes Bindegewebe*
  - *Kollagen Typ I, variable Menge elastische Fasern*
  - *locker (zellreich, viele freie Zellen): Organfeingerüst, Lamina propria in Schleimhäuten, Gefäss-Nerven-Strassen*
  - *straff (zellarm, dicke Fasern), geflechtartig: Organkapsel, Lederhaut, Dura, Sklera; parallelfasrig: Sehnen, Bänder*
- *retikuläres Bindegewebe*
  - *retikuläre Fasern: Kollagen Typ III*
  - *Fibroblasten heissen Retikulumzellen, viele freie Zellen*
  - *Knochenmark, lymphatische Organe*
- *elastisches Bindegewebe*
  - *elastische Fasern + + +, Kollagen Typ I*
  - *Nackenband, Wirbelbogenbänder, Lunge, Tunica media der Arterien*

## Zellen

fix, sesshaft  
frei, mobil

Fibrozyten  
+ bis + + +

## extrazelluläre Matrix EZM

Kollagenfasern  
elastische Fasern

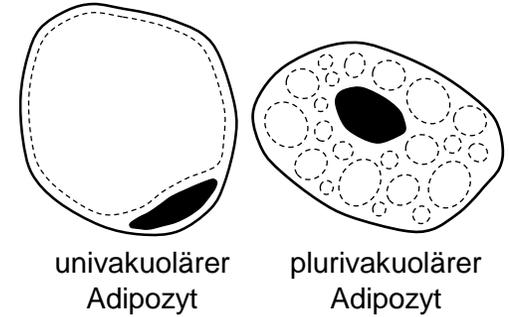
Typ I / III  
- bis + + +

Proteoglykane  
Adhäsionsproteine  
Hydroxyapatit

+  
+  
nein

# Fettgewebe

- *fixe Zellen*
  - *Adipozyten, nicht teilungsfähig, Ersatz aus Vorläuferzellen*
- *relativ wenig Extrazellulärraum (Ausnahme!)*
- *weisses Fettgewebe*
  - *univakuoläre Adipozyten, umgeben von retikulären Fasern*
  - *kollagenes Bindegewebe: Gliederung in Fettläppchen*
  - *Speicherfett: nach Bedarf auf/abgebaut*
  - *Baufett: Strukturfunktion, normalerweise nicht abgebaut (Fusssohle, Hohlhand, Orbita, Fettkapsel der Niere)*
- *braunes Fettgewebe*
  - *plurivakuoläre Adipozyten, gemeinsame Vorläufer mit Muskelzellen*
  - *auch beim Erwachsenen noch vorhanden*
  - *UCP1 (uncoupling protein 1) in Mitochondrien: Bildung von Wärme statt ATP bei Abbau von Fettsäuren*
- *beiges Fettgewebe*
  - *UCP1 in Subpopulation von univakuolären Adipozyten induzierbar, Wärmebildung statt Speicherung*



## Zellen

fix, sesshaft frei, mobil	Adipozyten -
------------------------------	-----------------

## extrazelluläre Matrix EZM

Kollagenfasern elastische Fasern	Typ III -
-------------------------------------	--------------

Proteoglykane Adhäsionsproteine Hydroxyapatit	wenig EZM wenig EZM nein
---	--------------------------------

# Knorpel

- *fixe Zellen*
  - *Chondrozyten*
  - *teilungsfähig nur solange Wachstum (bis Ende Pubertät)*
  - *Gelenkknorpel nicht regenerierbar*
- *hyaliner Knorpel*
  - *Kollagen Typ-II Fibrillen maskiert*
  - *druckelastisch*
  - *Skelettentwicklung Embryo bis Pubertät*
  - *Gelenkknorpel, Nase, Larynx, Trachea, Bronchien, Rippen*
- *elastischer Knorpel*
  - *Typ-II Fibrillen & elastische Fasern*
  - *druck- & biegeelastisch*
  - *Auricula (äusseres Ohr), Epiglottis (Kehldeckel), kleine Bronchien*
- *Faserknorpel*
  - *Typ-II Fibrillen & Kollagen Typ-I Fasern*
  - *druckelastisch & zugfest*
  - *Gelenkscheiben, Menisken, Faserring der Zwischenwirbelscheiben*

## Zellen

fix, sesshaft frei, mobil	Chondrozyten -
------------------------------	-------------------

## extrazelluläre Matrix EZM

Kollagenfasern elastische Fasern	Typ II oder I+II - oder +++
-------------------------------------	--------------------------------

Proteoglykane Adhäsionsproteine Hydroxyapatit	+++ +++ nein
---	--------------------

# Knochen

- *fixe Zellen*
  - *Osteozyten, nicht teilungsfähig*
  - *zeitlebens Ersatz aus Vorläuferzellen: Turnover, Frakturheilung*
- *Mineralisation*
  - *Hydroxyapatit-Kristalle (Kalzium-Hydroxyl-Phosphat)*
  - *zuletzt beigefügt: noch nicht mineralisierte extrazelluläre Matrix des Knochengewebes = Osteoid*
- *Geflechtknochen*
  - *extrazelluläre Matrix noch unorganisiert, Kollagenfibrillen geflechtartig*
  - *neugebildeter Knochen (Wachstum, Frakturheilung), Felsenbein der Schädelbasis lebenslang*
- *Lamellenknochen*
  - *Lamellen mit parallel verlaufenden Kollagenfibrillen*
  - *vorherrschend im reifen Skelett*

## Zellen

fix, sesshaft frei, mobil	Osteozyten -
------------------------------	-----------------

## extrazelluläre Matrix EZM

Kollagenfasern elastische Fasern	Typ I -
-------------------------------------	------------

Proteoglykane Adhäsionsproteine Hydroxyapatit	++ ++ ja
---	----------------

# Entwicklung, Ersatz und Reparatur

## ① Stammzellen & Vorläuferzellen

- *mesenchymale Stammzellen: asymmetrische Teilung, → Selbsterneuerung + Bildung von Vorläuferzellen für Fibroblasten, Adipozyten, Chondrozyten, Osteozyten*
- *Vorläuferzellen: symmetrische Teilung → Differenzierung, keine Selbsterneuerung*
- *Mesenchym = embryonales Bindegewebe aus Stammzellen, Zellfortsätze, EZM strukturlos ohne Fasern*
- *Erwachsener: einzelne Stammzellen persistieren im reifen Binde- und Stützgewebe, ausser im Knorpel*

## ② Teilung differenzierter Zellen

- *nur Fibrozyten und Chondrozyten während Wachstum (Embryo bis Pubertät).*
- **Knochenaufbau & -Umbau**
  - *Osteoblasten: Vorläufer der Osteozyten, bilden Osteoid*
  - *Osteozyten: Mineralisation der EZM*
  - *Osteoklasten: Abbau mineralisierter EZM*
- *Osteogenese = Entstehung von Skelettstücken im Embryo*
- ③ *direkt = desmal: aus Mesenchymverdichtung (Clavicula, Scapula, Schädelkalotte)*
- ④ *indirekt = chondral: aus knorpeliger Anlage (meiste Knochen)*

- 1 Zellnachschub via Vorläuferzellen
  - 2 Selbsterneuerung durch Zellteilung
  - 3 direkte Osteogenese
  - 4 indirekte Osteogenese
- nur bis Abschluss Wachstum

