
Gewebelehre

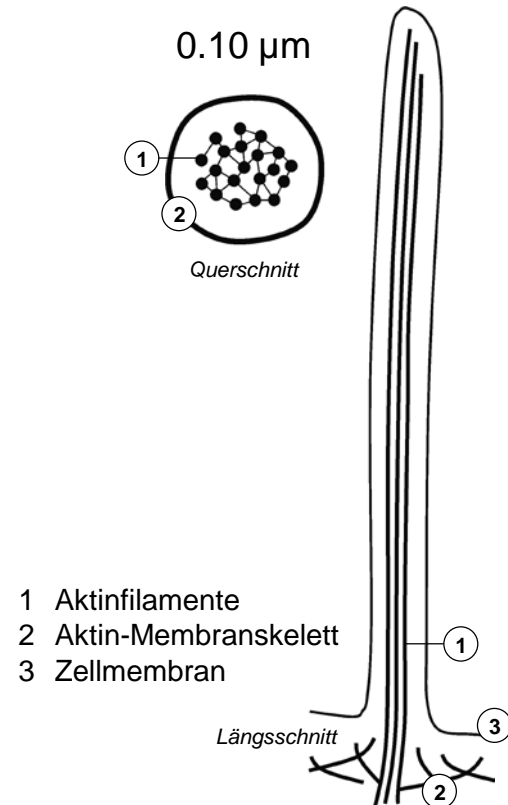
Zellfortsätze, Binde- und Stützgewebe

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

376-0151-00 Anatomie und Physiologie I, Do 21.09.2017 09:45

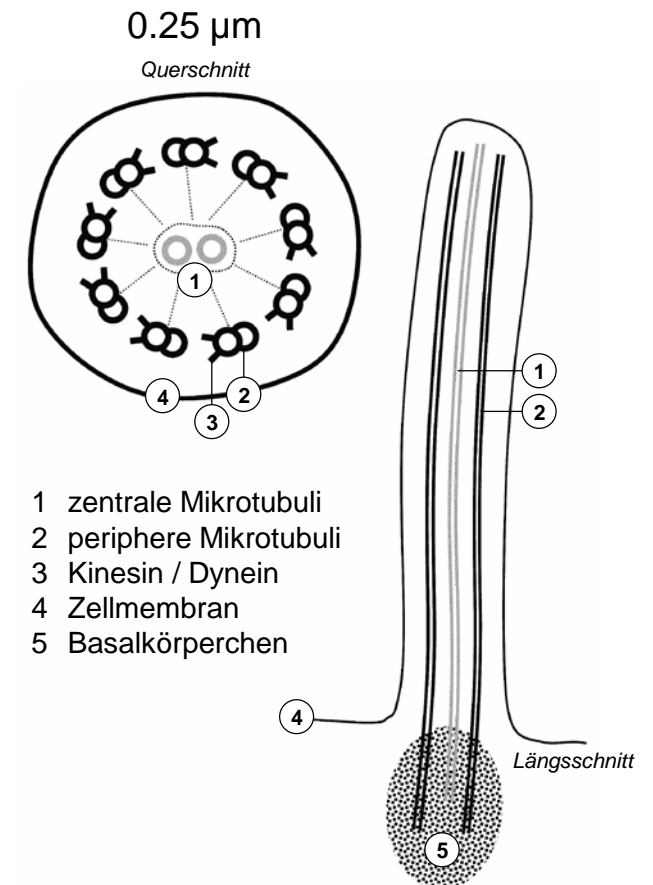
Zellfortsätze I

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



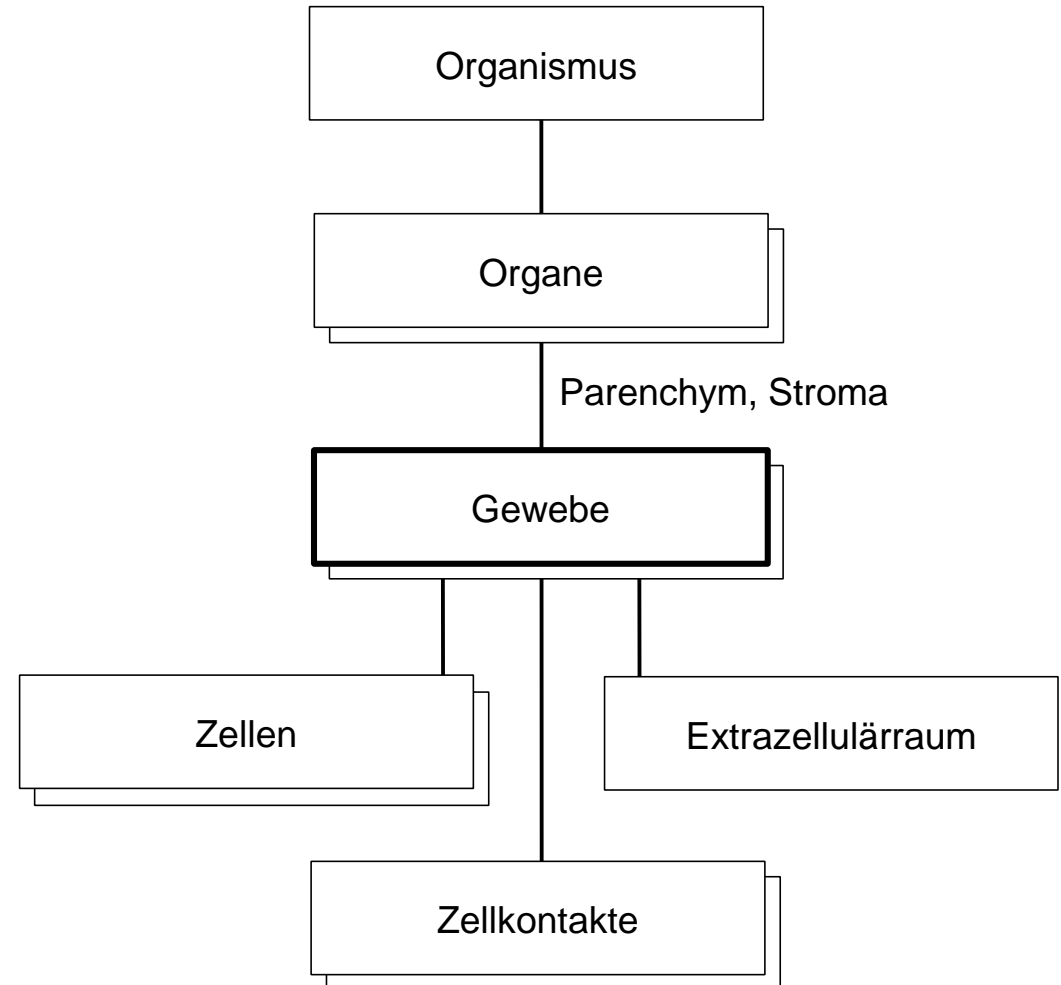
Zellfortsätze II

- *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

- *Mehrzelliger Organismus*
 - *Aufgabenteilung, Spezialisierung der Zellen*
- *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*

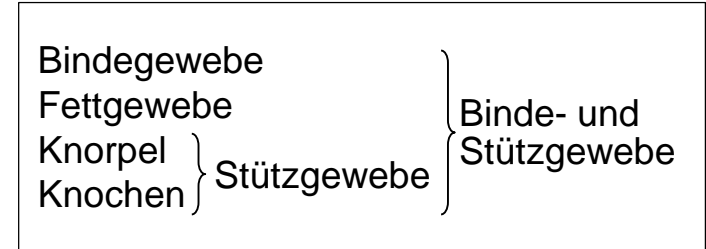
| | Anteil EZR | Funktionen |
|------------------------|------------|---|
| Binde- und Stützgewebe | + bis +++ | Struktur, Versorgung, Speicherung, Abwehr, Stromabildung |
| Epithelgewebe | (+) | Oberflächen, Drüsen, Rezeptoren, Parenchymbildung |
| Muskelgewebe | (+) bis + | Kontraktion, mechanische 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*

} *Bildung und Unterhalt durch fixe Zellen*
- *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*

* *Alterung: Abnahme der Proteoglykane und elastischen Fasern*



Zellen

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

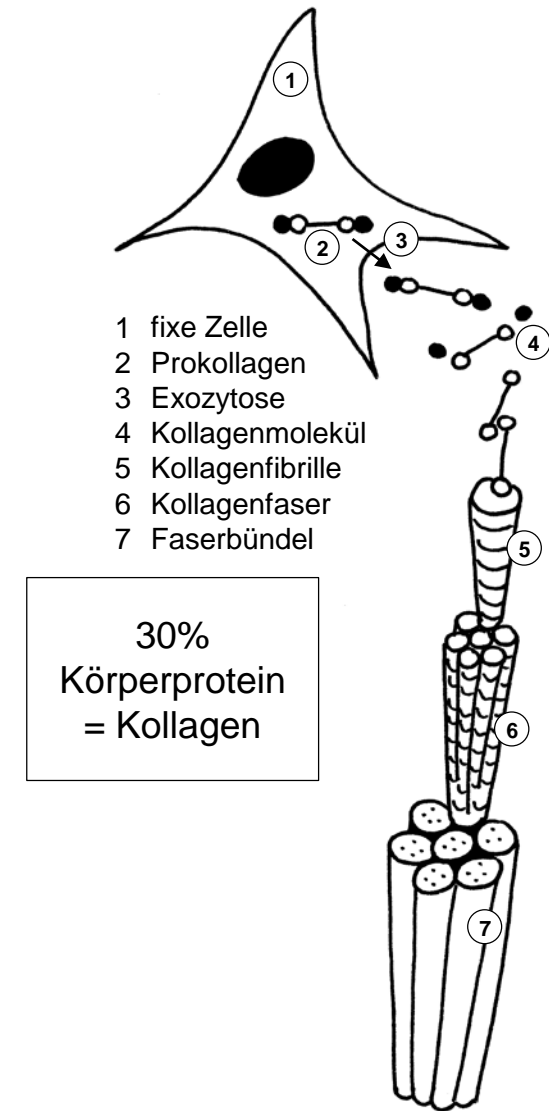
extrazelluläre Matrix EZM

| | |
|-------------------------------------|---------|
| 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: Querstreifung im EM, Ø 20-300 nm
 - kovalente Vernetzung
- *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)
 - nicht fibrillär (bildet keine Fibrillen): Typ IV (Basallamina)
 - Mikrofibrillen aber keine Fasern: Typ VII (Ankerfibrillen der Haut)



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, feine Fasern): 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 (fibroblastische) 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

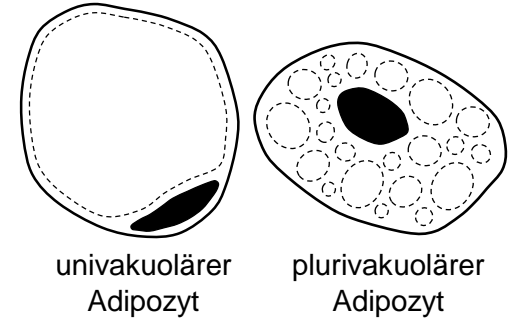
Typ I / III
- bis + + +

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: je nach Kalorienbilanz 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*
 - *nadelförmige Hydroxyapatit-Kristalle (Kalzium-Hydroxyl-Phosphat), um und zwischen Kollagenfibrillen: keine Kollagenfasern, zug- und druckfester Verbundwerkstoff*
 - *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 fixe Zellen: 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 Fibroblasten und während Wachstum (Embryo bis Pubertät) Chondrozyten.*
- **Knochenaufbau & -Umbau**
 - *Osteoblasten: Vorläufer der Osteozyten, bilden Osteoid, teilungsunfähig*
 - *Osteozyten: Mineralisation der EZM, teilungsunfähig*
 - *Osteoklasten: Abbau mineralisierter EZM von Oberfläche aus*
- *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

