

**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



**Universität  
Zürich** <sup>UZH</sup>

---

# Gewebelehre

## Zellfortsätze, Binde- und Stützgewebe

---

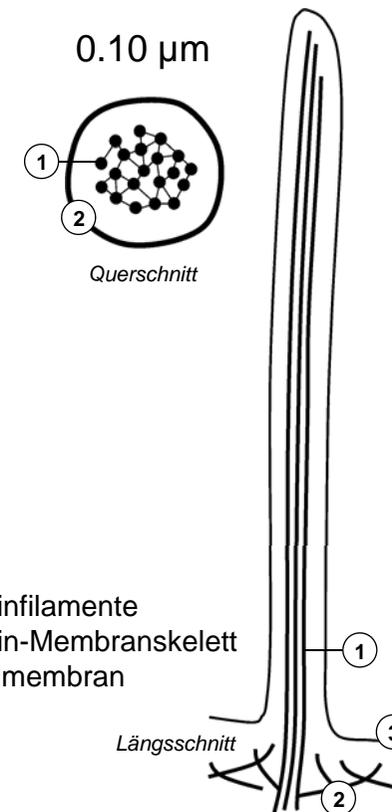
David P. Wolfer

Institut für Bewegungswissenschaften und Sport, D-HEST, ETH Zürich  
Anatomisches Institut, Medizinische Fakultät, Universität Zürich

376-0151-00/01 Anatomie und Physiologie I, Do 17.09.2015

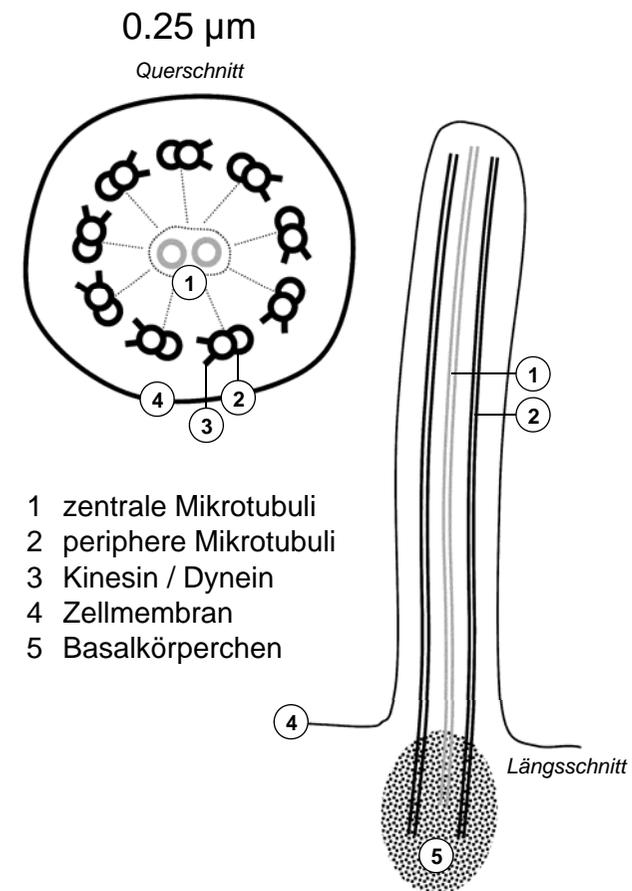
# Zellfortsätze I

- *Zellfortsätze*
  - *Zellmembran: Ausstülpung,*  
*Zytoskelett: 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 De- / Polymerisation*
  - *Filopodien (fadenförmig)*
  - *Lamellipodien (segelförmig)*
  - *Phagozytose, Zellwanderung,*  
*Wachstumskegel für Nervenfaserverwachsung*



# Zellfortsätze II

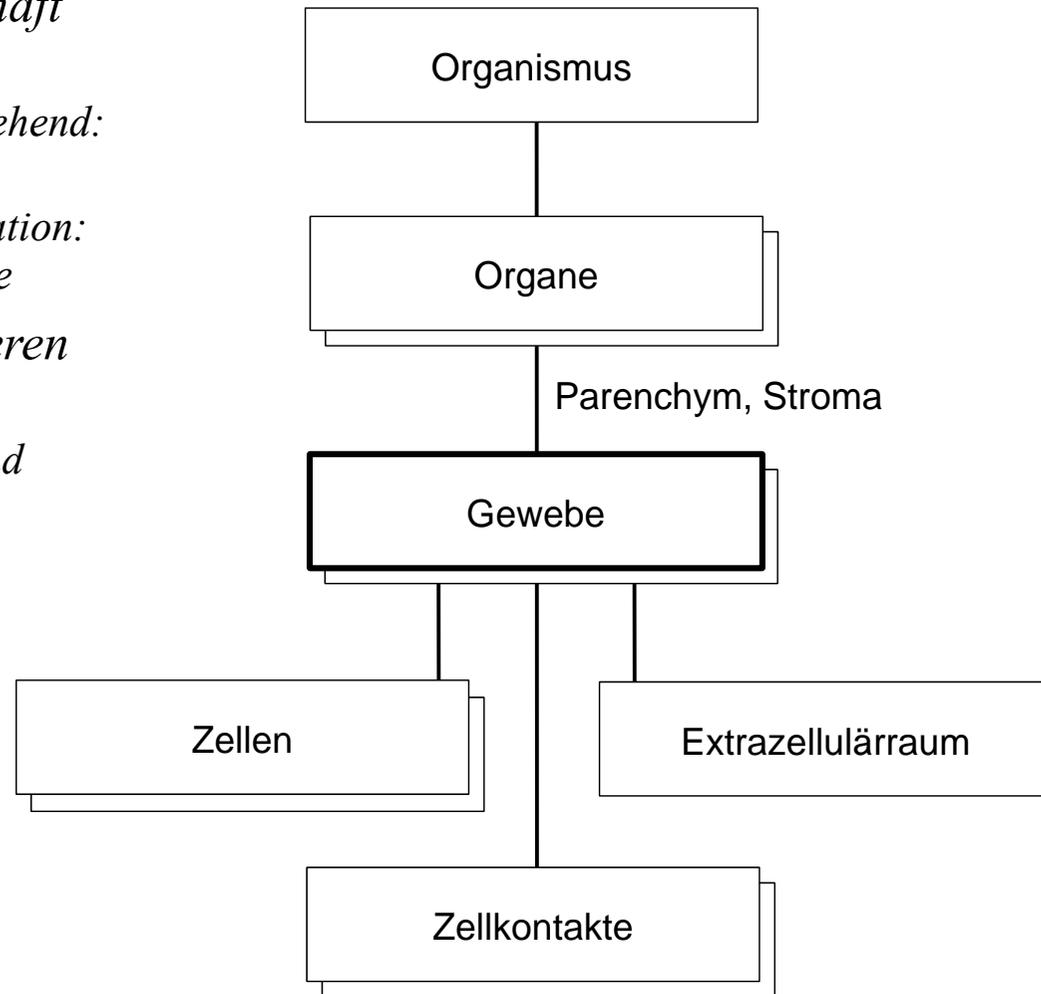
- *Zellfortsätze mit Binnengerüst aus Mikrotubuli: Zilien*
  - *periphere (+zentrale) Mikrotubuli: Axonema, mit Dynein oder Kinesin: molekularer Motor*
  - *Basalkörperchen (Kinetosom) aus Zentriol: Organisator und Verankerung*
- *primäre Zilien (meiste Zellen)*
  - *Axonema 9+0*
  - *Mikrotubuli + Dynein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



# Gewebe

---

- *Gewebe = Verband sesshafter Zellen, Funktionsgemeinschaft*
  - *gleichsinnige Differenzierung*
  - *Zellen nicht immer gleich aussehend: Spezialisierung, 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 EZR*
  - *Grundgewebe weiter unterteilbar*

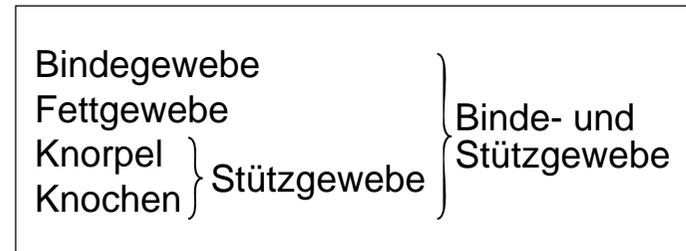
---

	Anteil EZR	Funktionen
Binde- und Stützgewebe	+ bis +++	Struktur, Versorgung, Speicherung, Abwehr, Stromabildung
Epithelgewebe	(+)	Oberflächen, Drüsen, Rezeptoren, Parenchyembildung
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*
- *extrazelluläre Matrix dominiert*
  - *geformte Bestandteile: Fasern*
  - *ungeformte Bestandteile*
- *Fasern*
  - *kollagen: unverzweigt, zugfest, Wellenform, Scherengitter*
  - *elastisch: verzweigt, 150% dehnbar, Netz- und Membranbildung, Alter!*
- *ungeformte EZM Bestandteile*
  - *Proteoglykane: Wasserbindung, Viskosität, vernetzen Fasern, Alter!*
  - *Adhäsionsproteine: Zusammenhalt EZM und Verbindung mit Zellen*



## Zellen

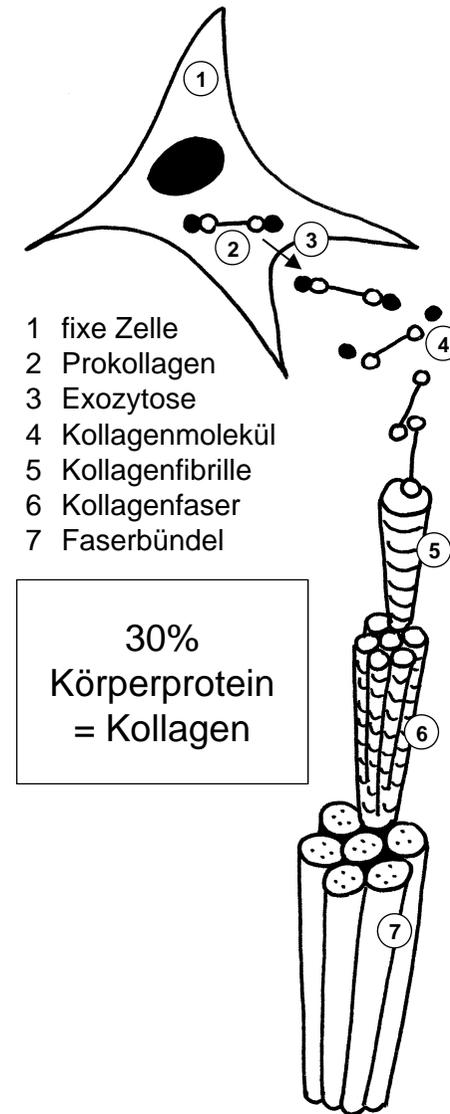
fix, sesshaft frei, mobil	Unterhalt EZM Abwehr
------------------------------	-------------------------

## extrazelluläre Matrix EZM

Kollagenfasern elastische Fasern	geformt
Proteoglykane Adhäsionsproteine Hydroxyapatit	ungeformt

# Kollagen

- *Prokollagen*
  - 300 nm Tripelhelix intrazellulär synthetisiert
  - Stabilisierung: Vitamin C, Mangel: Skorbut
  - Exozytose
  - Abspaltung Propeptide: unlösliches Kollagen
- *Kollagenfibrille (EM)*
  - Kollagenmoleküle versetzt aggregiert
  - kovalente Vernetzung
  - Querstreifung im EM, Ø 20-300 nm
- *Kollagenfaser (LM)*
  - Bündel von Fibrillen, Ø 1-20 µm
- *Kollagentypen (27)*
  - fibrillär: Typ I (Fasern: kollagenes Bindegewebe, Knochen), Typ II (Fibrillen: Knorpel, Glaskörper), Typ III (retikuläre Fasern: retikuläres Bindegewebe, Fettgewebe, Basalmembran)
  - nicht fibrillär: Typ IV (Basallamina), Typ VII (Ankerfibrillen)



# Bindegewebe

---

- *fixe Zellen*
  - *Fibrozyten = Fibroblasten teilungsfähig*
- *kollagenes Bindegewebe*
  - *Kollagen Typ I, elastische Fasern + bis ++*
  - *locker (zellreich, viele freie Zellen):  
Organfeingerüst, Lamina propria, Gefäß-  
Nerven-Strassen*
  - *straff (zellarm, dicke Fasern), geflechtartig:  
Organgrobgerüst, Lederhaut, Dura, Sklera,  
parallelfasrig: Sehnen, Bänder*
- *retikuläres Bindegewebe*
  - *retikuläre Fasern: Kollagen Typ III*
  - *Retikulumzellen fix, viele freie Zellen*
  - *Knochenmark, lymphatische Organe*
- *elastisches Bindegewebe*
  - *elastische Fasern +++, Kollagen Typ I*
  - *Nackenband, Wirbelbogenbänder, Lunge,  
Arterien*

## Zellen

fix, sesshaft  
frei, mobil

Fibrozyten  
+ bis +++

## extrazelluläre Matrix EZM

Kollagenfasern  
elastische Fasern

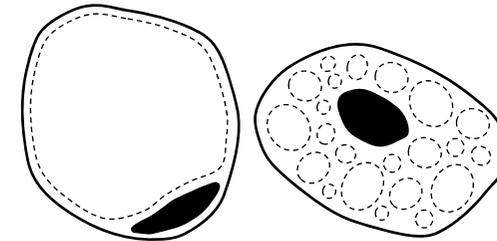
Typ I / III  
- bis +++

Proteoglykane  
Adhäsionsproteine  
Hydroxyapatit

+  
+  
nein

# Fettgewebe

- *fixe Zellen*
  - *Adipozyten, nicht teilungsfähig, Ersatz aus Vorläuferzellen*
- *relativ wenig Extrazellulärraum (Ausnahme!)*
- *weisses Fettgewebe*
  - *univakuoläre Adipozyten, retikuläre Fasern*
  - *kollagenes Bindegewebe: Fettläppchen*
  - *Speicherfett, Baufett (Fuss, Hand, Orbita)*
- *braunes Fettgewebe*
  - *plurivakuoläre Adipozyten, gemeinsame Vorläufer mit Muskelzellen*
  - *UCP1 (uncoupling protein 1) in Mitochondrien: Wärmebildung*
- *beiges Fettgewebe*
  - *UCP1 in Subpopulation von univakuolären Adipozyten induzierbar, Wärmebildung statt Speicherung*



univakuolärer  
Adipozyt

plurivakuolärer  
Adipozyt

## 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 solange Wachstum, nicht im Gelenkknorpel*
- *hyaliner Knorpel*
  - *Kollagen Typ-II Fibrillen maskiert*
  - *druckelastisch*
  - *Gelenkknorpel, Nase, Larynx, Trachea, Bronchien, Rippen, Skelettentwicklung*
- *elastischer Knorpel*
  - *Typ-II Fibrillen & elastische Fasern*
  - *druck- & biegeelastisch*
  - *Auricula, Epiglottis, kleine Bronchien*
- *Faserknorpel*
  - *Typ-II Fibrillen & Kollagen Typ-I Fasern*
  - *druckelastisch & zugfest*
  - *Gelenkscheiben, Menisken, 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*
- *Mineralisation*
  - *Hydroxyapatit-Kristalle (Kalzium-Hydroxyl-Phosphat)*
  - *zuletzt beigefügt: noch nicht mineralisierte EZM des Knochengewebes = Osteoid*
- *Geflechtknochen*
  - *EZM unorganisiert*
  - *neugebildeter Knochen, Felsenbein*
- *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

- *Stammzellen & Vorläuferzellen*
  - *mesenchymale Stammzellen: asymmetrische Teilung, → Selbsterneuerung + Bildung von Vorläuferzellen für Fibrozyten, Adipozyten, Chondrozyten, Osteozyten*
  - *Vorläuferzellen: symmetrische Teilung → Differenzierung, keine Selbsterneuerung*
  - *Mesenchym = embryonales Bindegewebe aus Stammzellen, Zellfortsätze, EZM strukturlos*
  - *Erwachsener: einzelne Stammzellen persistieren im reifen Binde- und Stützgewebe, ausser im Knorpel*
- *Teilung differenzierter Zellen*
  - *nur Fibrozyten und Chondrozyten beim Kind.*
- *Knochenaufbau & -Umbau*
  - *Osteoblasten :Vorläufer der Osteozyten*
  - *Osteoklasten: Abbau mineralisierter EZM*
- *Osteogenese*
  - *Entstehung von Skelettstücken im Embryo*
  - *direkt = desmal: aus Mesenchymverdichtung, indirekt = chondral: aus knorpeliger Anlage*

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

