
Gewebelehre

Epithelgewebe, Muskelgewebe

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

Mi 26.09.2018 08:00-09:45

Gewebefamilien / Grundgewebe

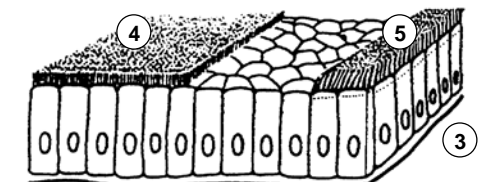
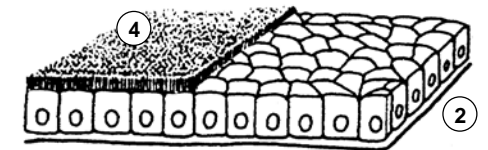
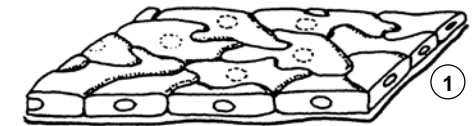
- grosse Gewebevielfalt durch Zelldifferenzierung und Spezialisierung
 - Zusammenfassung zu 4 Grundgewebe mit gemeinsamen Eigenschaften
 - unterscheidbar durch Funktion, Zellform, Anteil Extrazellulärraum EZR
 - Grundgewebe weiter unterteilbar

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

Epithelgewebe I

- Beschreibung & Klassifikation von Epithelien:
 - Organbestimmung: Epithelgewebe als Parenchym organtypisch
 - Referenz für Pathologie (Biopsien, Autopsie), zB Früherkennung von Krebs
- 3 Kriterien für Beschreibung & Klassifikation
 - Schichtung: einschichtig – mehrreihig – mehrschichtig
 - Zellform in oberflächlicher Schicht: platt – isoprismatisch – hochprismatisch
 - Spezielle Differenzierungen: Zellfortsätze (Bürstensaum, Stereozilien, Kinozilien), Zellkontakte (zB Schlussleistenkomplexe), zytoplasmatische Differenzierungen (zB Sekretvesikel, Schleim, Crusta), Verhornung
- Zellpolarisierung
 - in vielen Epithelien, va Zellen an der Oberfläche
 - apikale und basolaterale Membrandomäne mit unterschiedlichem Proteingehalt
- einschichtiges Epithel
 - alle Zellen von Basis zu Oberfläche
 - einschichtiges Plattenepithel: Endothel, Mesothel, Lungenalveolen
 - einschichtig kubisches = isoprismatisches Epithel: Nierenkanälchen ± Bürstensaum
 - einschichtig hochprismatisches = Zylinderepithel: Magenschleimhaut, Sammelrohre der Niere, Darmschleimhaut + Bürstensaum, Eileiter + Kinozilien

- 1 platt
- 2 isoprismatisch
- 3 hochprismatisch
- 4 Bürstensaum
- 5 Kinozilien

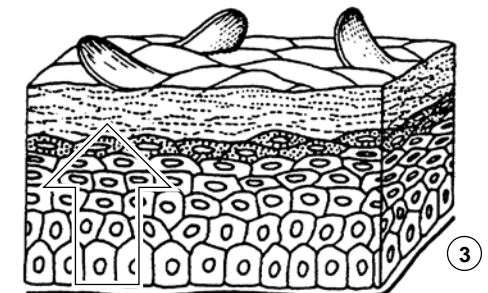
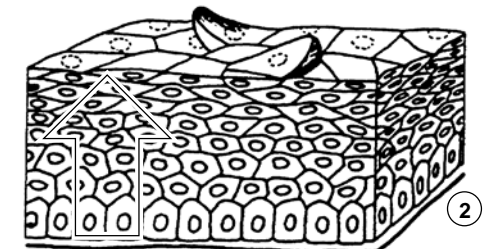
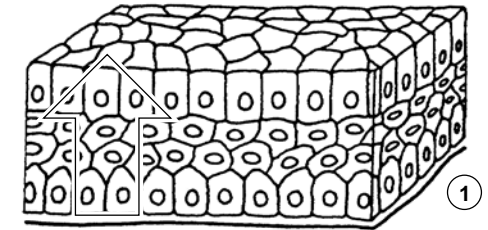


Epithelgewebe II

- mehrschichtiges Epithel
 - oberflächliche und basale Zellschicht, Binnenzellschichten
 - heisst auch stratifiziert
 - Neubildung von Zellen an der Basis, Abstossung von Oberfläche: steter Zellstrom von Basis zur Oberfläche, Zellen ändern Form
 - mehrschichtig hochprismatisches Epithel: Bindehaut, Pankreasgang
 - mehrschichtiges unverhorntes Plattenepithel: Mundhöhle, Rachen, Speiseröhre, Stimmlippe, Analkanal, Vagina, Hornhaut des Auges
 - mehrschichtiges verhorntes Plattenepithel: Oberhaut = Epidermis, Zungenrücken

mehrschichtig...

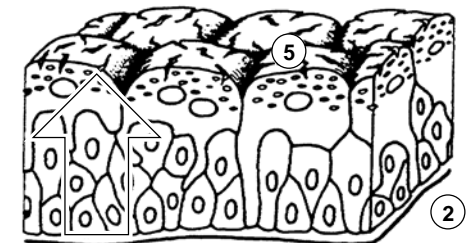
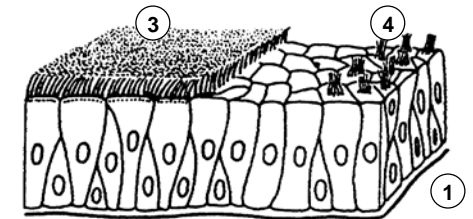
- 1 ... hochprismatisch
- 2 ... platt ohne Verhornung
- 3 ... platt mit Verhornung



Epithelgewebe III

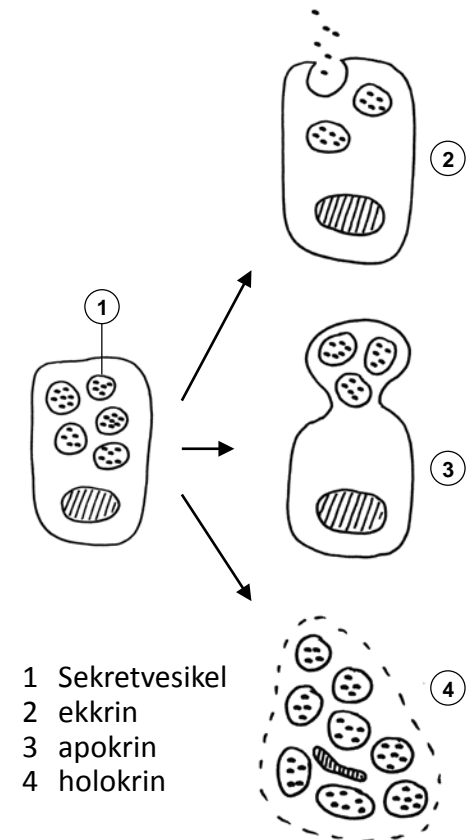
- mehrreihiges Epithel
 - alle Zellen erreichen Basis, nur ein Teil die Oberfläche, keine Binnenzellschicht
 - heisst auch pseudostratifiziert
 - mehrreihig hochprismatisches Epithel mit Kinozilien: respiratorisches Epithel
 - mehrreihig hochprismatisches Epithel mit Stereozilien: Nebenhodengang
- Urothel
 - mehrschichtig? mehrreihig? Mindestens ein Teil der Deckzellen erreicht Basis
 - Zellform variabel: Übergangsepithel
 - Crusta: intrazellulär, Membranreserve (Falten und Vesikel)
 - ableitende Harnwege (Nierenbecken, Harnleiter, Harnblase)

- 1 mehrreihig hochprismatisch
- 2 Urothel
- 3 Kinozilien
- 4 Stereozilien
- 5 Deckzellen mit Crusta



Drüsen I

- Epithelgewebe bildet Parenchym vieler Drüsen
- **Spezialisiert auf Stoffproduktion und -Speicherung für Export**
 - exokrin: Abgabe an innere oder äussere Oberfläche
 - endokrin: Abgabe an Blutbahn (Hormone)
 - parakrin: Nahwirkung im Gewebe
 - autokrin: Wirkung auf Zelle selbst
- **Mechanismus der Stoffabgabe an Art des Sekrets angepasst**
 - ER → Golgi → Verpackung in Sekretvesikel
 - ekrin = merokrin: Exozytose, am häufigsten:
 - serös: dünnflüssig, ± proteinreich (Pankreas, Ohrspeicheldrüse, Schweissdrüsen)
 - mukös = schleimig: grossmolekulare Glykoproteine (Unterzungenspeicheldrüse, kleine Speicheldrüsen der Mundhöhle)
 - apokrin: Abschnüren apikaler Zellportion: Milchfett (Emulsion), Duftdrüsen (Achselhaut), Ohrschmalz (Zeruminaldrüsen)
 - holokrin: ganze Zelle geht in Sekret auf: Talgdrüsen



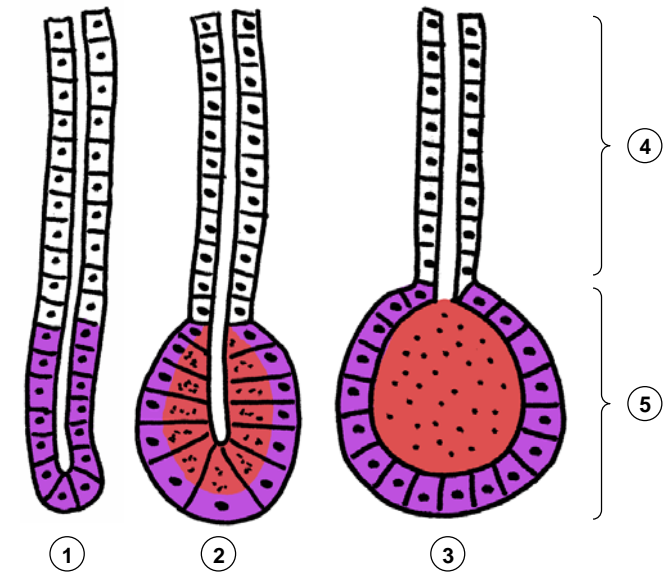
Drüsen II

- Bauweise variiert mit Funktion und Umgebung
 - einzellig (zB. Becherzellen, endokrine Zellen in Schleimhaut von Atemwegen und Darm), mehrzellig
 - intraepithelial = integriert in Oberflächenepithel (einzellig, selten mehrzellig: zB. Gruppen von Becherzellen in Nasenschleimhaut), extraepithelial = in Bindegewebe verlagert (immer mehrzellig, benötigt Ausführungsgang wenn exokrin)
 - einschichtiges Epithel (Regelfall), mehrschichtiges Epithel (holokrine Drüsen)

- häufige Bauweise: extraepitheliale exokrine Drüsen

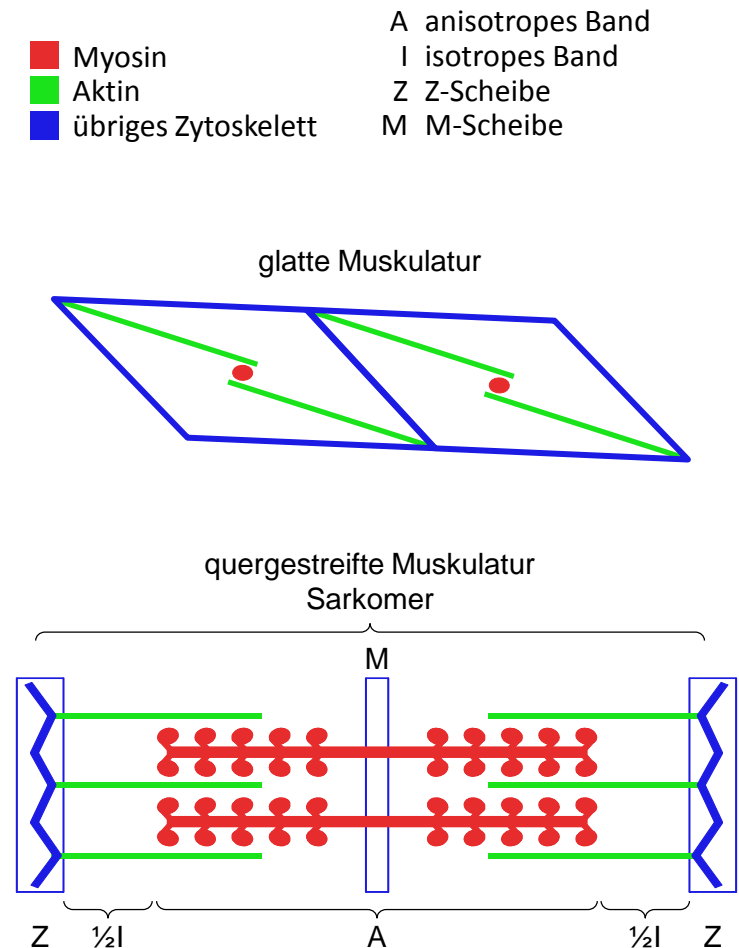
- Ausführungsgang (oft verzweigt) + Endstück(e)
- tubulös: Endstück = Tubulus, schlauchförmig geknäuelt, keine Sekretspeicherung, proteinarmes Sekret: Produktion on demand (Schweißdrüsen, Tränendrüse)
- tubuloazinös: Endstück = Azinus, intrazelluläre Speicherung, proteinreiches Sekret: zeitaufwändige Produktion (Speicheldrüsen, Pankreas)
- tubuloalveolär: Endstück = Alveole, extrazelluläre Speicherung, fetthaltiges Sekret, zeitaufwändige apokrine Sekretion (Duftdrüsen, Brustdrüse)
- Ausführungsgang: Leitung, ev. Sekretmodifikation, Schleimbildung (seromukös, mukoserös, mukös)

- 1 tubulär
 - 2 tubuloazinös
 - 3 tubuloalveolär
 - 4 Ausführungsgang
 - 5 Endstück
- Produktion
 - Speicherung
 - Leitung / Modifikation



Muskelgewebe, Merkmale

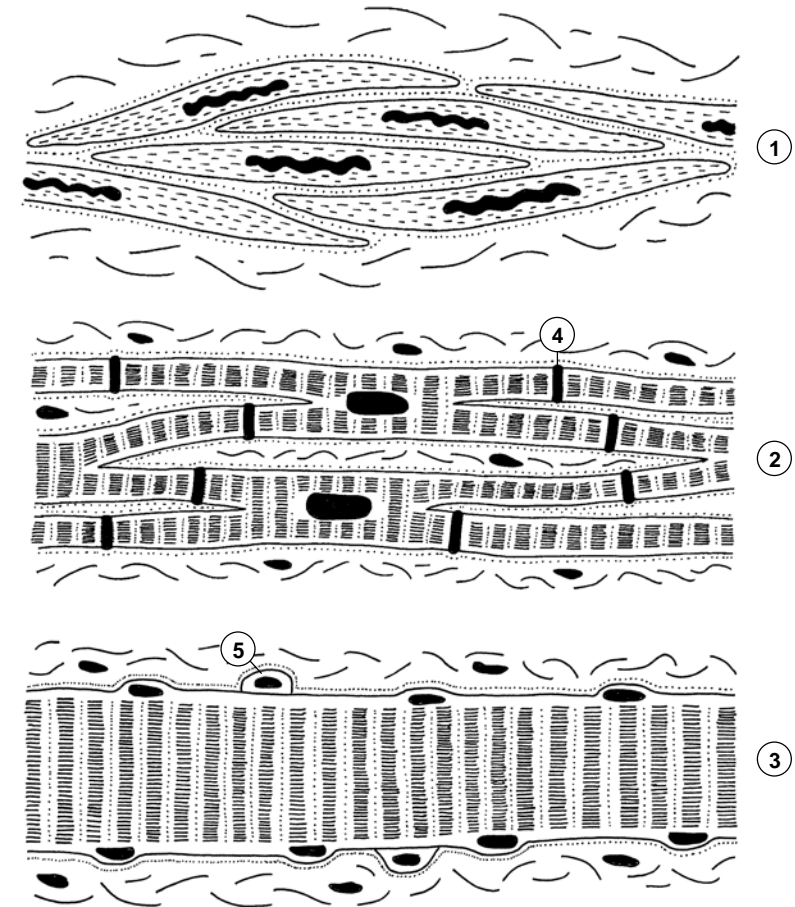
- gemeinsames Prinzip der Krafterzeugung & Übertragung
 - Molekularer Motor: Aktinfilamente \leftrightarrow Myosin, Trigger = Ca^{2+}
 - Kraftübertragung auf Zellmembran: direkt durch Aktin, indirekt via übriges Zytoskelett, z.B. Intermediärfilamente
 - Zellkontakte, Basallamina: Kraftübertragung auf Bindegewebe
- glatte Muskulatur
 - geringe Kraft, langsam
 - wenig Myosin, netzartige Architektur
- quergestreifte Muskulatur
 - grosse Kraft, schnell und präzise gesteuert
 - Myosin- und Aktinfilamente parallel quasikristallin in Sarkomeren angeordnet, serielle Verkettung \rightarrow Myofibrille mit Querstreifung: Z-Streifen (Ende), M-Streifen (Mitte), A- und I-Band
 - T-Tubuli: schlauchförmige Einsenkung der Plasmamembran, rasche Ausbreitung des Aktionspotentials ins Zellinnere
 - sarkoplasmatisches Retikulum: abgeleitet vom glatten ER, intrazellulärer Ca^{2+} Speicher, kontrollierte Ca^{2+} Freisetzung und aktive Rückresorption steuert Kontraktion: präzise elektromechanische Koppelung



Muskelgewebe, Formen

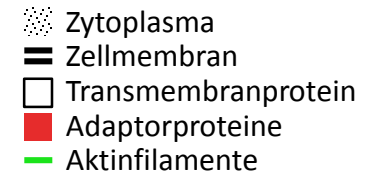
- glatte Muskulatur
 - glatte Muskelzelle 5-8x20-800 μm : spindelförmig, Kern zentral, keine Querstreifung
 - elektrische Koppelung durch Gap Junctions
 - Blutgefäße, innere Organe, innere Augenmuskeln
- Herzmuskel
 - Kardiomyozyt 15x100 μm : verzweigt, Kern zentral, Querstreifung
 - Glanzstreifen: mechanische & elektrische Kopplung
- Skelettmuskulatur
 - Skelettmuskelfaser 10-100 μm x mehrere cm: schlauchförmig, Kerne peripher (50/mm), Querstreifung
 - Satellitenzellen: Stammzellen, Nachschub Zellkerne, beschränkte Regeneration
 - Keine Gap Junctions, Steuerung durch neuromuskuläre Synapsen
- Umgebung
 - lockeres kollagenes Bindegewebe, Basallamina
 - quergestreifte Muskulatur: jede Muskelzelle hat Kontakt zu Bindegewebe und Blutkapillaren

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1 glatte Muskulatur | 4 Glanzstreifen |
| 2 Herzmuskulatur | 5 Satellitenzellen |
| 3 Skelettmuskelfaser | Basallamina |

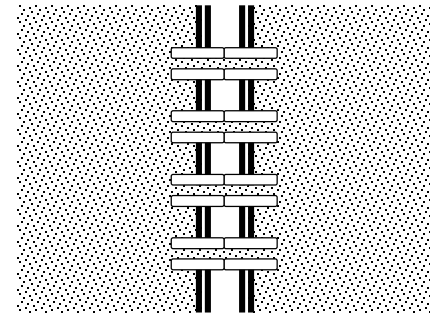


Kontakte von Zelle zu Zelle I

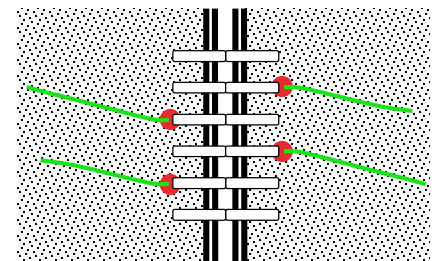
- Zellkontakte:
 - Mechanischer Zusammenhalt, Kommunikation & Steuerung der Zellen im Gewebe
 - Zelle ↔ Zelle in allen Gewebefamilien, Zelle ↔ EZM des Bindegewebes
 - Molekulare Architektur basiert auf Transmembranproteinen:
 - extrazelluläre Domäne ↔ Transmembranprotein der Partnerzelle oder EZM,
 - intrazelluläre Domäne ↔ Adaptorproteine (Plaques) ↔ Zytoskelett
 - zelluläre Integrität und Plasmamembran erhalten, Zytoskelette durch Serie von Protein-Protein Interaktionen indirekt miteinander oder mit EZM verknüpft
- Gap Junction = Nexus
 - Kommunikationskontakt, alle Gewebefamilien
 - Transmembranproteine: 6+6 Connexine → Kanal, einziger Kontakt mit Plasmaverbindung!
Austausch kleiner Moleküle, Ionen: elektrische Koppelung
- Tight Junction = Zonula occludens
 - Barrierenkontakt, Epithel und Nervengewebe
 - Transmembranproteine: Occludine + Claudine,
Cis-Bindung → Leisten: Block der Lateraldiffusion (Membrandomänen),
Trans-Bindung mit Partnerzelle → selektive und regulierbare (Teil)Versiegelung IZR,
intrazelluläre Domänen ↔ Adaptorproteine ↔ Aktinfilamente: Stabilisierung



Gap Junction



Tight Junction

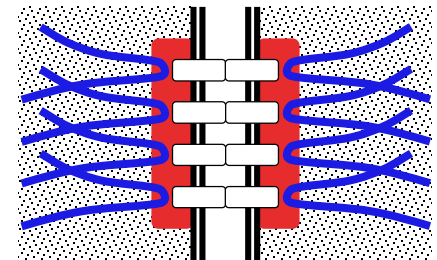


Kontakte von Zelle zu Zelle II

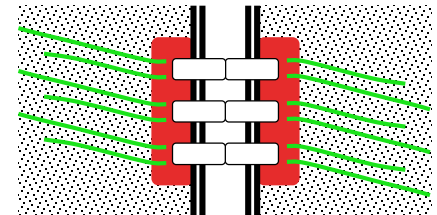
- **Desmosom = Macula adhaerens**
 - Adhäsionskontakt, Epithel & Muskelgewebe, knopfförmig
 - Transmembranproteine: Cadherine, extrazelluläre Domäne: Trans-Bindung mit Partnerzelle → Haftung, intrazelluläre Domäne ↔ Plaque ↔ Intermediärfilamente
- **Adhärenskontakt**
 - Adhäsionskontakt, Epithel gürtelförmig (Zonula adhaerens), Herzmuskel leistenförmig (Fascia adhaerens), Synapsen punktförmig (Punctum adhaerens)
 - Transmembranproteine: Cadherine, extrazelluläre Domäne: Trans-Bindung mit Partnerzelle → Haftung, intrazelluläre Domäne ↔ Plaque ↔ Aktinfilamente
- **Komplexe**
 - Schlussleistenkomplex (Tight Junction, Adhärenskontakt, Desmosom): Grenze apikale – basolaterale Membrandomäne im Epithel (zB. Darmschleimhaut, Nierenkanälchen, Urothel)
 - Glanzstreifen (Desmosom, Adhärenskontakt, Gap Junction): Herzmuskel

- Zytoplasma
- Zellmembran
- Transmembranprotein
- Adaptorproteine (Plaque)
- Aktinfilamente
- Intermediärfilamente

Desmosom



Adhärenskontakt



Kontakte von Zelle zu Extrazellulärraum

- Vorkommen
 - jeder Kontakt EZM Bindegewebe ↔ Epithel, Muskel- oder Nervengewebe
 - Transmembranproteine: Integrine, extrazelluläre Domäne ↔ EZM Bindegewebe, intrazelluläre Domäne ↔ Adaptorproteine ↔ Zytoskelett
- Basallamina immer vorhanden
 - Lamina rara: extrazelluläre Domäne Integrin
 - Lamina densa (EM, 20-120 nm): von Laminin & Kollagen IV aus Epithelzellen
 - Lamina fibroreticularis, von Bindegewebe gebildet: mit Basallamina verbundener Filz aus feinen Kollagen III Fibrillen, wenn breit im LM als «Basalmembran» erkennbar
 - intrazelluläre Integrin-Domäne ↔ Adaptorproteine ↔ Aktinfilamente
- Fokalkontakt
 - punktuell verstärkte Basallamina: Aktin → Stressfasern, Integrine konzentriert
 - Muskelzellen ↔ Sehne, vorübergehende Kontakte bei Zellwanderung
- Hemidesmosom
 - Ankerfibrillen (Kollagen VII) verbinden Lamina densa und fibroreticularis
 - intrazelluläre Integrin-Domäne ↔ Adaptorproteine ↔ Intermediärfilamente
 - Oberhaut ↔ Lederhaut, Ablösung führt zu Blasenbildung

