



**Universität  
Zürich** UZH

**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

---

# Themenblock ZNS

## Hirnhäute und Ventrikelwände

---

David P. Wolfer

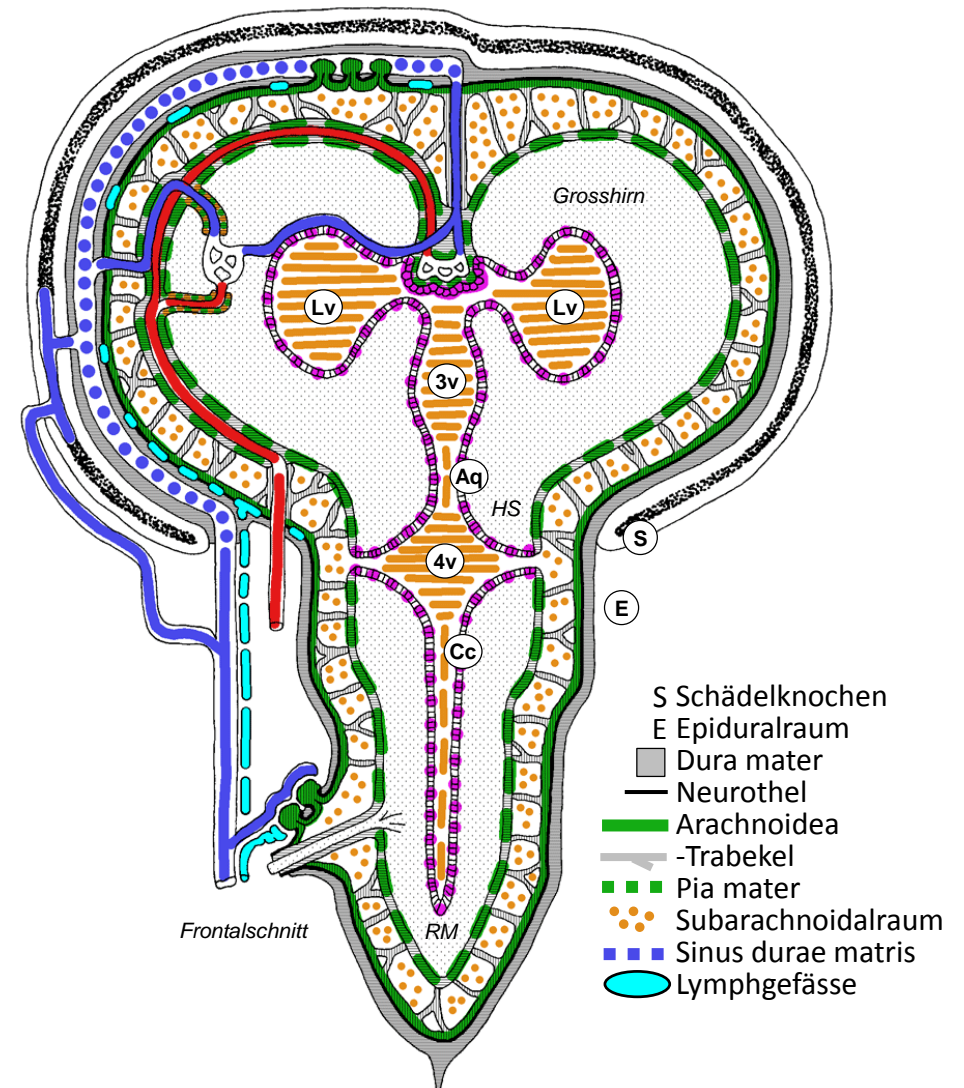
Anatomisches Institut, Medizinische Fakultät, Universität Zürich

Institut für Bewegungswissenschaften und Sport, D-HEST, ETH Zürich

Vorlesung Humanbiologie II, Themenblock ZNS, Mi 19.02.2020 09:15-10:00 Y24-G45

# Äussere Liquorräume und Hirnhäute

- Funktionen
  - mechanischer Schutz (Bindegewebe & Flüssigkeit)
  - arachnoidale Stoffwechselbarriere (Tight Junctions)
  - Immunabwehr (Immunzellen, Blut- und Lymphgefässe, va. Dura)
- Pachymeninx (harte Hirn- und Rückenmarkshaut)
  - Dura (mater): aussen straffes kollagenes Bindegewebe mit Blut- und Lymphgefässen (Stratum fibrosum), lockeres mehrschichtiges Plattenepithel innen (Neurothel = Stratum neurotheliale)
  - Schädel: Stratum fibrosum gleichzeitig auch Periost, ausser bei Auffaltungen = Durasepten (Falx cerebri, Tentorium cerebelli, Diaphragma sellae). Spinalkanal: freier Durasack, umgeben von Epiduralraum (Fettgewebe, Venengeflecht)
- Leptomeninx (weiche Hirn- und Rückenmarkshaut)
  - Arachnoidea (mater): aussen epitheliale Barriere-Schicht mit Tight Junctions, innen lockeres Bindegewebe (Stroma)
  - Pia (mater): lockeres Bindegewebe über Basallamina in Kontakt mit Membrana limitans gliae (Astrozytenfortsätze) der ZNS Oberfläche
  - dazwischen Subarachnoidalraum mit Liquor cerebrospinalis, ausgekleidet durch flaches Leptomeninx-Mesothel, überbrückt durch feine Trabekel der Arachnoidea («vertäuen» ZNS).



# Innere Liquorräume

- **Ventrikel (weit)**

- Ventriculus lat. (Lv) im Telencephalon: ausgehend von Pars centralis (Pc)(→ Parietallappen): Cornu ant. (Ca) (→ Frontallappen), post. (Cp)(→ Okzipitallappen), temporal inf. (Ci)(→ Temporallappen)
- Ventriculus tertius (3v) im Diencephalon. Ventriculus quartus (4v) in Medulla oblongata und Pons (Boden rautenförmig = Fossa rhomboidea)

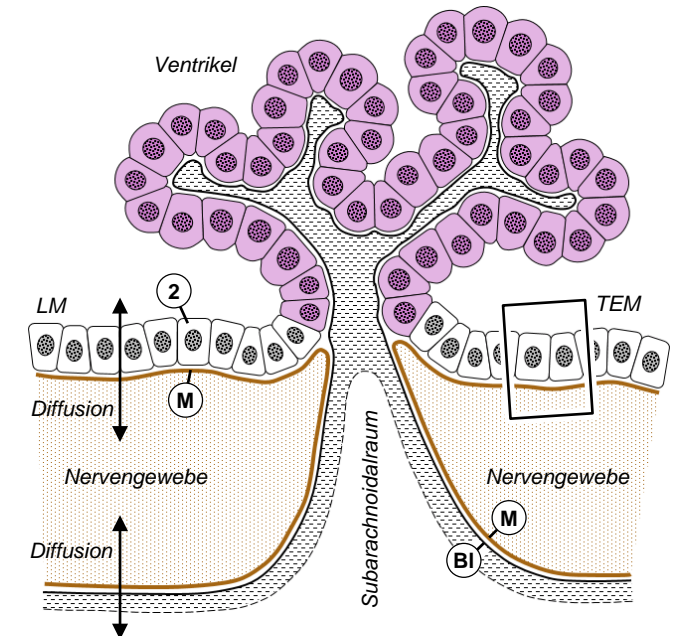
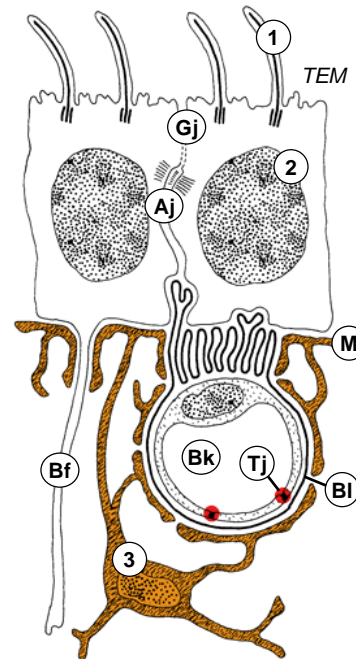
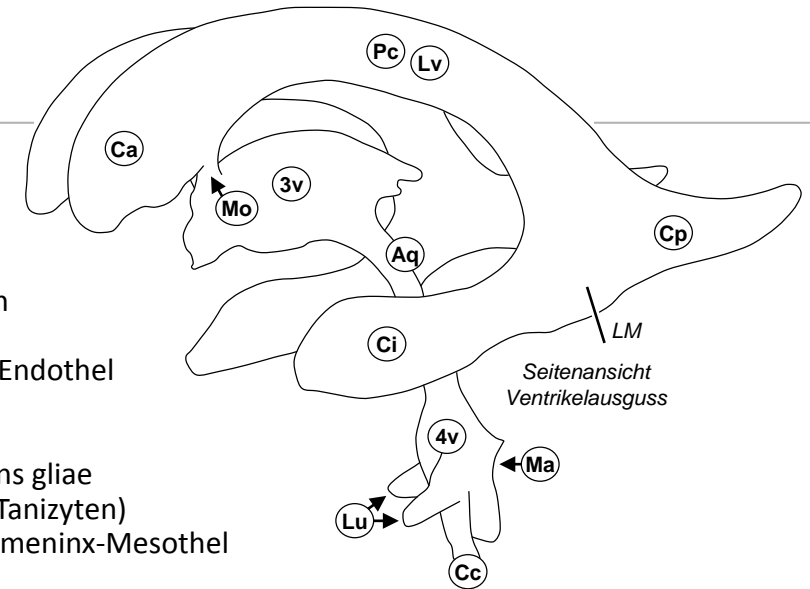
- **Verbindungen / Kanäle (eng)**

- Foramina Monroi (Mo), Aqueductus cerebri (Aq) im Mesencephalon, Canalis centralis (Cc) des Rückenmarks
- Foramina Magendie (Ma) et Luschkae (Lu): einzige direkte Verbindungen zu Subarachnoidalraum

- **95% der Ventrikeloberfläche: Ependym**

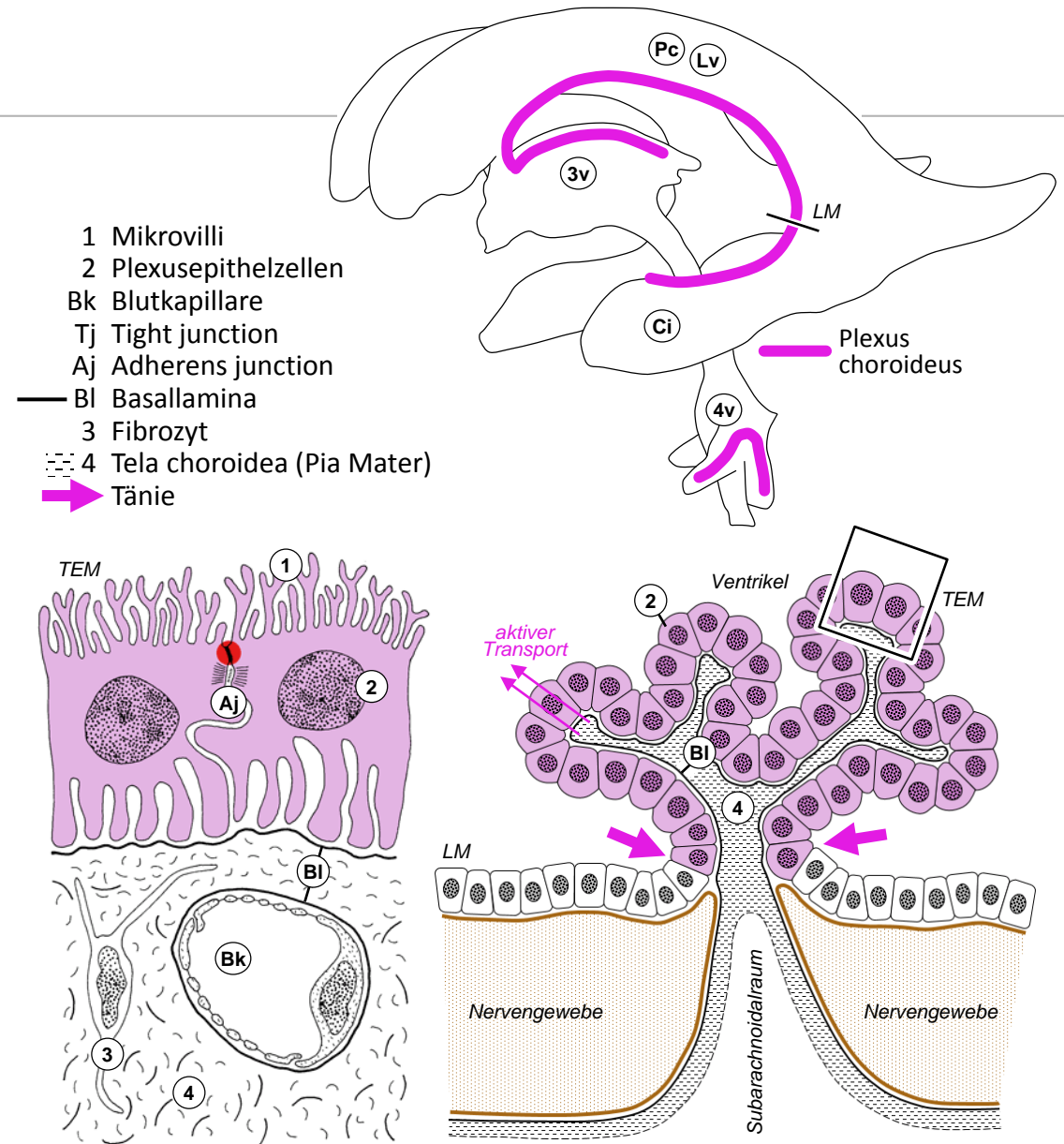
- einschichtiges Epithel aus Gliazellen mit Kinozilien, ohne Tight Junctions: Interzellularraum durchlässig (aber: Tight Junctions im Endothel der Kapillaren des ZNS-Nervengewebes → Bluthirnschranke)
- Ependym ohne Basallamina direkt auf lockerer und durchlässiger Membrana limitans gliae

- 1 Kinozilien
- 2 Ependymzellen
- Gj Gap junction
- Aj Adherens junction
- Bk Blutkapillare
- Tj Tight junction im Endothel
- Bl Basallamina
- 3 Astrozyt
- M Membrana limitans gliae
- Bf Basaler Fortsatz (Tanizyten)
- Pia mater + Leptomeninx-Mesothel



# Liquorproduktion

- Liquor 4x täglich ausgetauscht
  - Totalvolumen ca. 150 ml
  - Täglich ca. 600 ml durch Plexus choroideus sezerniert
- Plexus choroideus
  - ca. 5% der Ventrikeloberfläche statt Ependym
  - alle Ventrikel (Seitenventrikel ohne Cornu ant. et post.), nicht im Aqueductus cerebri & nicht im Can. centralis
  - starke Zottenbildung → Ventrikellichtung, Befestigung und Übergang zu Ependym = 2 Tänien pro Plexus
  - Nervengewebe zwischen Ventrikel und Pia mater besteht nur aus einschichtigem (vgl. Neuralrohr!) Plexusepithel: apikale Membran → Liquor im Ventrikel, basale Membran via Basallamina → Tela choroidea
  - Tela choroidea = Ausläufer der Pia mater mit zahlreichen Blutgefäßen, Kapillaren mit fenestriertem Endothel ohne Tight Junctions (≠ Blutkapillaren der übrigen Pia mater)
  - aktiver transzellulärer Transport + parazelluläre Abdichtung (Blut-Liquor-Schranke), apikale Oberflächenvergrößerung, basale Membranfalten (basales Labyrinth) mit Mitochondrien (ähnlich proximaler Tubulus der Niere)





# Liquorresorption & Zirkulation

## • Liquorresorption

- aus Subarachnoidalraum in durale Venen oder Lymphgefäße im Gleichgewicht mit Liquorsekretion: Dura mater stellenweise ausgedünnt und Arachnoidea ohne Tight Junctions
- Arachnoidalzotten: Arachnoidea ± zottig nach aussen gestülpt, in Kontakt mit Sinus durae matris (Pacchioni-Granulationen entlang Sinus sagittalis superior im Scheitelbereich) oder epiduralem Venengeflecht (Duratrichter der Spinalnerven)
- meist ohne Zottenbildung stellenweise starke Annäherung der Arachnoidea an Lymphgefäße der Dura mater (va Schädelbasis bei Austritt der Hirnnerven, Duratrichter der Spinalnerven)

## • Komplexe Liquorbewegungen

- Massenfluss Seitenventrikel → 3. Ventrikel → Aqueductus → 4. Ventrikel → Subarachnoidalraum → Arachnoidalzotten  
Behinderung führt zu Stau & Druckanstieg (Hydrocephalus)
- Pendelbewegung 4. Ventrikel ↔ Zentralkanal
- ventrikuläre Mikrozirkulation durch Zilienschlag des Ependyms
- Austausch (va im Tiefschlaf) Liquorräume ↔ Nervengewebe via Ependym, Pia und va. **glymphatisches System** (perivaskuläre Räume zwischen Membrana limitans Gliae und intrazerebralen Blutgefässen als Ersatz für die im Nervengewebe fehlenden **Lymphgefäße**)

