



**Universität  
Zürich** UZH

**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

---

# Themenblock ZNS

## Hirnhäute und Ventrikelwände

---

David P. Wolfer

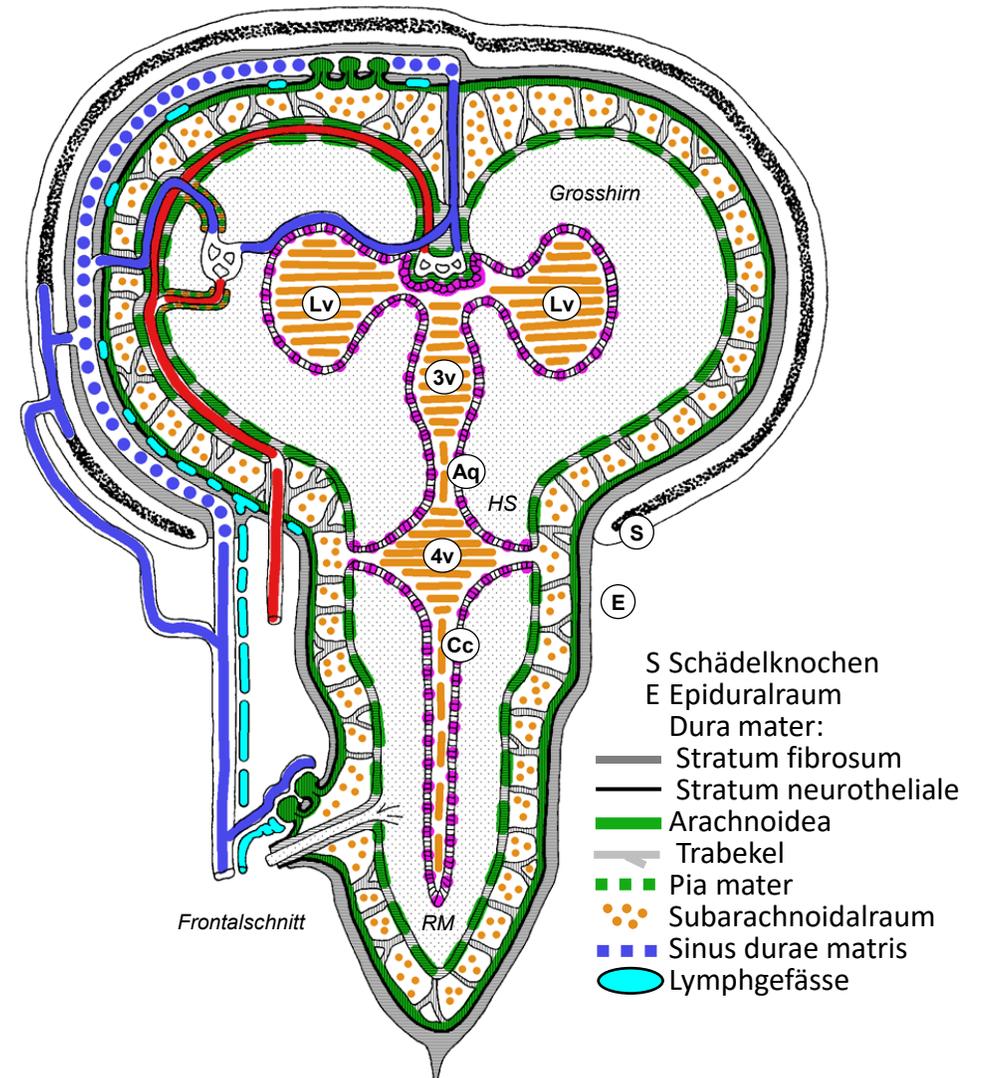
Anatomisches Institut, Medizinische Fakultät, Universität Zürich

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

Vorlesung Humanbiologie II, Themenblock ZNS, Mi 24.02.2021 09:15

# Äussere Liquorräume und Hirnhäute

- Funktionen
  - mechanischer Schutz (Bindegewebe & Flüssigkeit)
  - arachnoidale Stoffwechselbarriere (Tight Junctions)
  - Immunabwehr (im ZNS selbst nur Mikrogliazellen)
- Pachymeninx (harte Hirn- und Rückenmarkshaut)
  - Dura mater: aussen straffes kollagenes Bindegewebe (Stratum fibrosum) mit Blut- und Lymphgefässen, lockeres mehrschichtiges Plattenepithel innen (Neurothel = Stratum neurotheliale)
  - Schädel: Stratum fibrosum gleichzeitig auch Periost, ausser bei Auffaltungen = Durasepten (Falx cerebri, Tentorium cerebelli).
  - Spinalkanal: freier Durasack, umgeben von Epiduralraum (Fettgewebe, Venengeflecht)
- Leptomening (weiche Hirn- und Rückenmarkshaut)
  - Arachnoidea mater: aussen arachnoidale Barriere-Schicht mit Tight Junctions (Epithel), lockeres Bindegewebe innen (Stroma)
  - Pia mater: lockeres Bindegewebe über Basallamina in Kontakt mit durchlässiger Membrana limitans gliae des ZNS Nervengewebes
  - dazwischen Subarachnoidalraum mit Liquor cerebrospinalis, ausgekleidet durch flaches Leptomening-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)

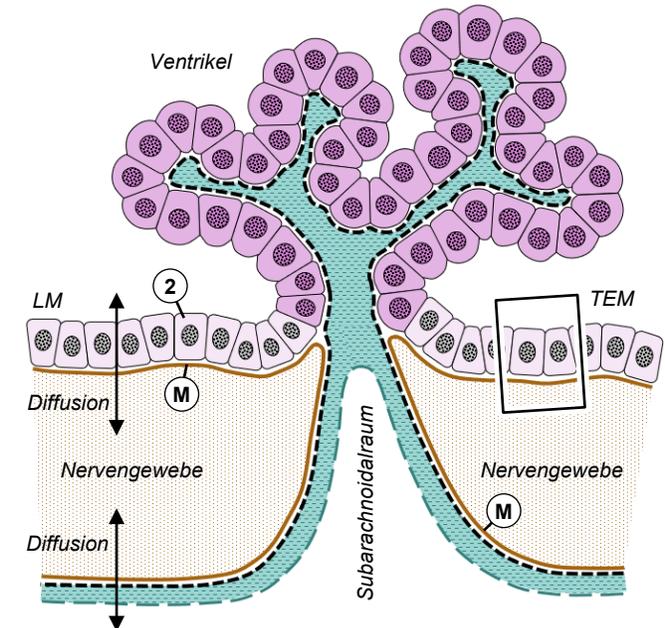
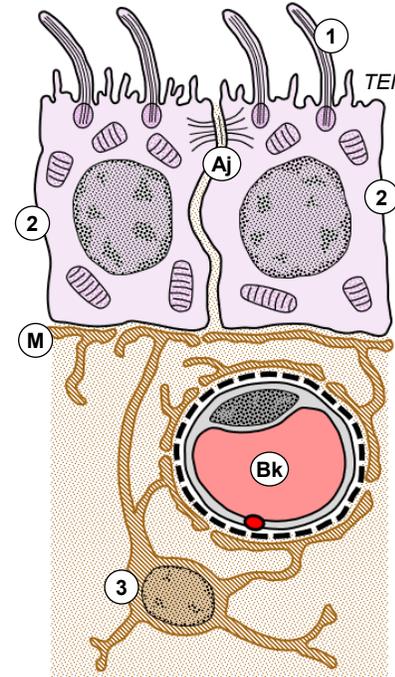
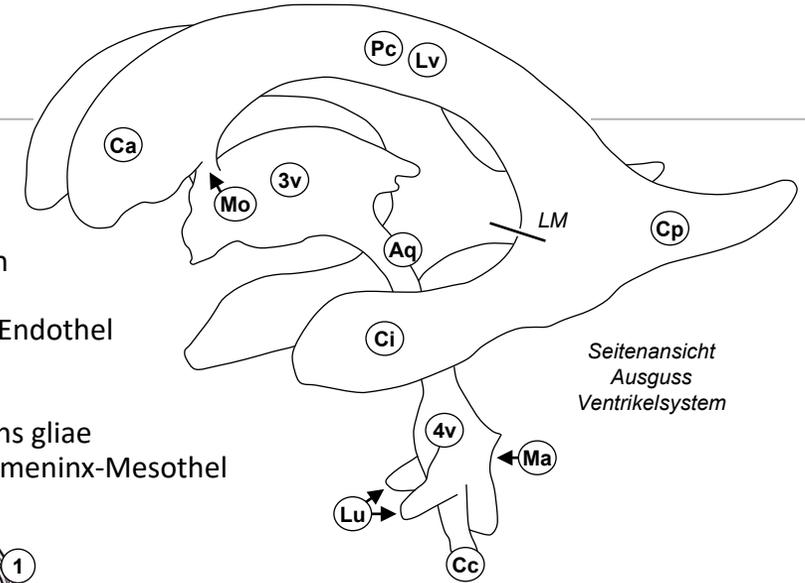
- **Verbindungen / Kanäle (eng)**

- 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**

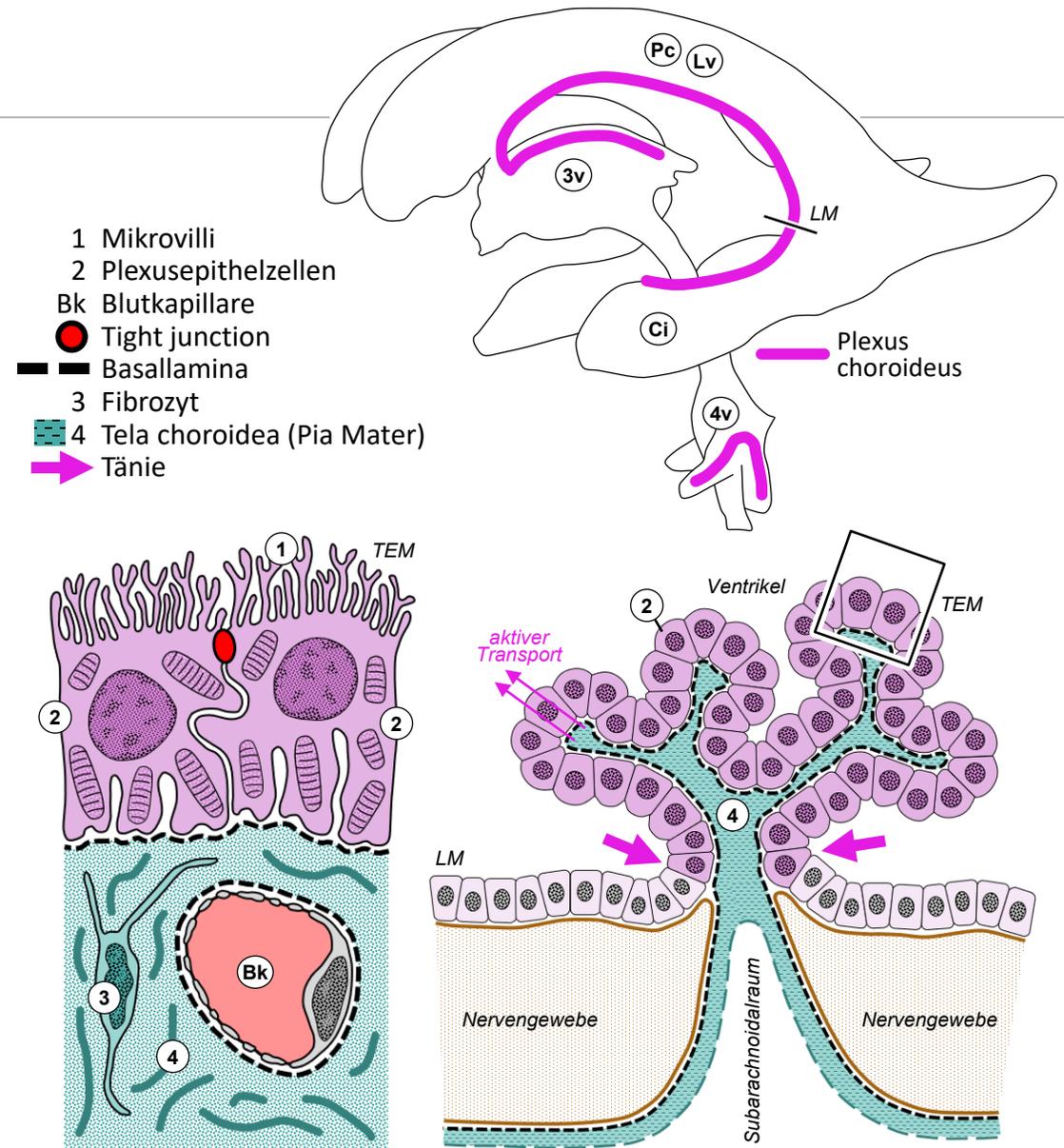
- einschichtiges Epithel aus Gliazellen mit Kinozilien, ohne Tight Junctions: Interzellularraum durchlässig (aber: Tight Junctions im Endothel der Kapillaren des ZNS-Nervengewebes → Bluthirnschranke)
- Ependym ohne Basallamina direkt auf lockerer und durchlässiger Membrana limitans gliae

- 1 Kinozilien
- 2 Ependymzellen
- Aj Adherens junction
- Bk Blutkapillare
- Tight junction im Endothel
- Basallamina
- 3 Astrozyt
- M Membrana limitans gliae
- ▨ Pia mater + Leptomening-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)
  - Plexusepithel typisches Transportepithel: aktiver transzellulärer Transport + parazelluläre Abdichtung durch Tight Junctions (Blut-Liquor-Schranke), apikale Oberflächenvergrößerung, basale Membranfalten (basales Labyrinth) mit Mitochondrien



# Liquorresorption & Zirkulation

## • Liquorresorption

- im Gleichgewicht mit Liquorsekretion, aus Subarachnoidalraum in durale Venen oder Lymphgefäße: Dura mater und Arachnoidea stellenweise ausgedünnt und ohne Tight Junctions
- Arachnoidalzotten → Blut: Arachnoidea ± zottig nach aussen gestülpt, Kontakt mit Sinus durae matris (Pacchioni-Granulationen am Sinus sagittalis superior im Scheitelbereich) oder epiduralem Venengeflecht (Duratrichter der Spinalnerven)
- auch 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**)

