

---

# Neuroanatomie

## Neurotopographie, Blutversorgung, Spinalnerven

---

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

376-0007-01 Vertiefung Neuroanatomie und Neurophysiologie  
Di 20.09.2022 10:15-12:00 HG D7.2

**376-0007-01 Vertiefung Neuroanatomie und Neurophysiologie (HST)****HS 2022**  
17.03.22 / MW

5. Semester

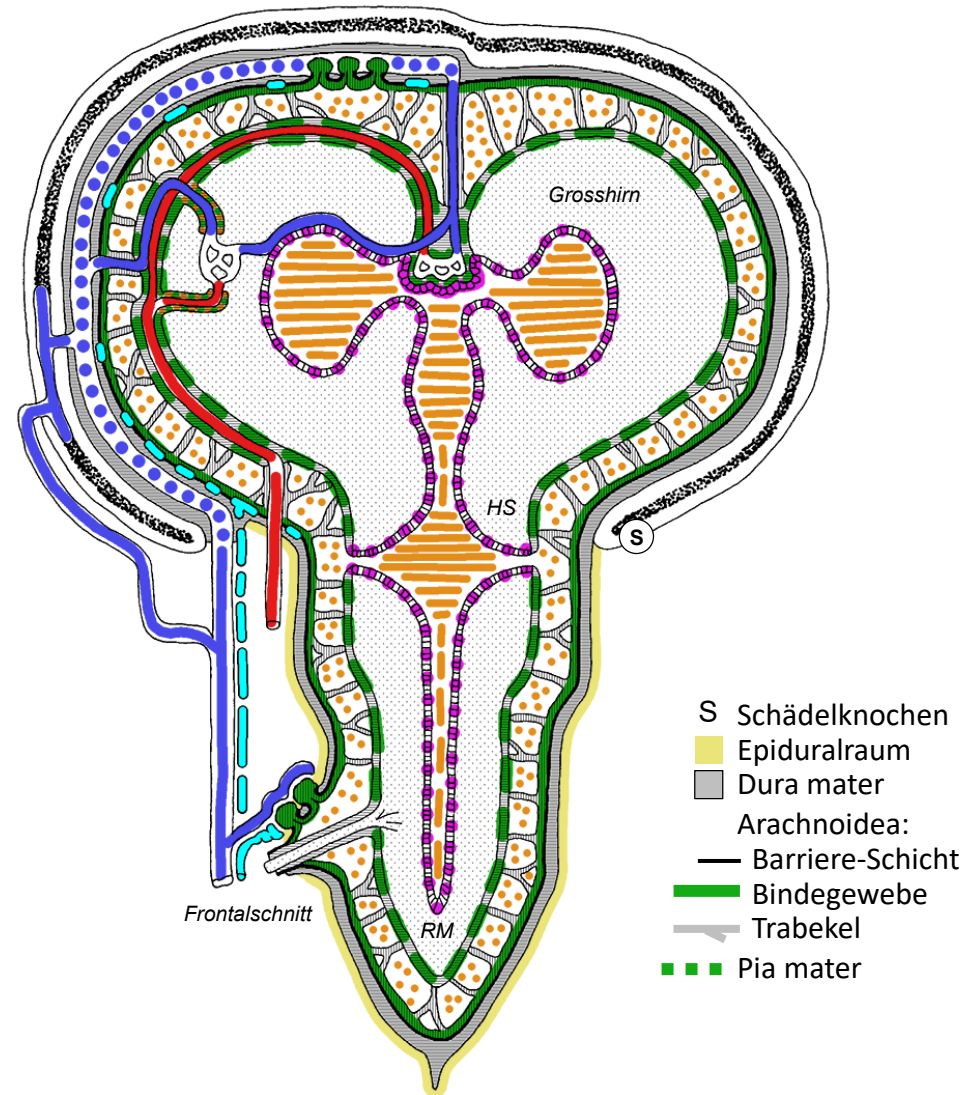
<b>Sem Wo</b>	<b>Datum 2018</b>	<b>Dienstag</b> 10:15-12:00, HG D7.2	<b>Dozent</b>
1	20.9.	Neurotopographie, Blutversorgung, Spinalnerven	DW
2	27.9.	Hirnnerven	DW
3	04.10.	Rückenmark, Hirnstamm, Kleinhirn, Zwischenhirn	DW
4	11.10.	Grosshirn, Basalganglien	DW
5	18.10.	Autonome Kontrollsysteme und hirachische Willkürkontrolle	MW
6	25.10.	Motorischer Cortex	MW
7	01.11.	Basalganglien	MW
8	08.11.	Cerebellum	MW
9	15.11.	Somatosensorisches System, Nozizeption	MW
10	22.11.	Visuelle Afferenzen	MW
11	29.11.	Augenbewegungen, Gleichgewicht	MW
12	06.12.	Hören und Sprache, Spezialisierung der Hirnhälften	SM
13	13.12.	Motivation und Emotionen	SM
14	20.12.	Neurofeedback	SM

Dozent/inn/en: DW: D.Wolfer; MW: M.Willecke; SM: Sarah Meissner

David  
WolferMaria  
WilleckeSarah  
MeissnerHauptverantwortlich:  
Maria Willecke

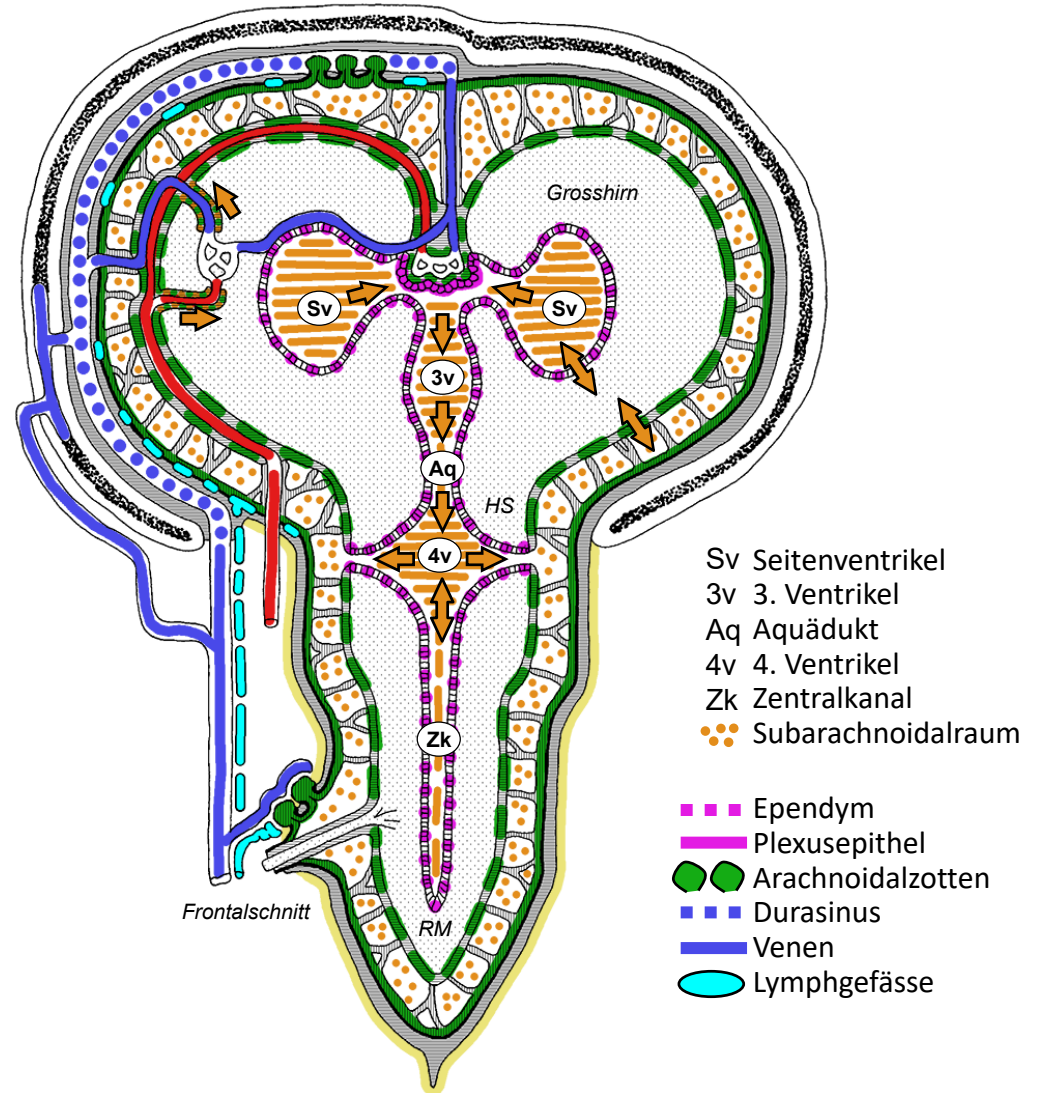
# Hirn- und Rückenmarkshäute

- Funktionen
  - mechanischer Schutz (Bindegewebe & Flüssigkeit)
  - arachnoidale Stoffwechselbarriere (Tight Junctions)
  - Immunabwehr (im ZNS selbst nur Mikrogliazellen)
- Pachymeninx (Harte Hirnhaut)
  - Dura mater: aussen straffes kollagenes Bindegewebe mit vielen Blut- und Lymphgefäßen, innen fragiles Neurothel = lockeres mehrschichtiges Plattenepithel
  - Schädel: verwachsen mit Periost, ausser bei Auffaltungen: Durasinus, Durasepten (Falx cerebri, Tentorium cerebelli)
  - Spinalkanal: freier Durasack, umgeben von Epiduralraum (Fettgewebe, Venengeflecht)
- Leptomeninx (Weiche Hirnhaut)
  - Arachnoidea mater: aussen epitheliale Barriere-Schicht mit Tight Junctions, innen lockeres Bindegewebe
  - Pia mater: lockeres Bindegewebe direkt auf Oberfläche von Gehirn und Rückenmark aufliegend
  - dazwischen Subarachnoidalraum mit Liquor cerebrospinalis, überbrückt durch feine Trabekel der Arachnoidea



# Liquor cerebrospinalis

- Liquorräume
  - aussen: Subarachnoidalraum zw Pia und Arachnoidea
  - innen Ventrikelsystem: ausgekleidet von Ependym (Gliazellen)
  - 3 Verbindungsöffnungen ausgehend von 4. Ventrikel
- Liquorproduktion
  - Plexus choroideus der Ventrikel: einschichtiges Plexusepithel bildet Zotten, in Kontakt mit Gefässen der Pia mater
- Liquorresorption
  - Arachnoidalzotten durch Dura → Venen: Scheitelbereich entlang Durasinus, Duratrichter bei Austritt der Spinalnerven
  - Arachnoidea → Lymphgefässe der Dura: va. Schädelbasis, sowie Duratrichter bei Austritt der Spinalnerven
- Liquorbewegungen
  - Hauptstrom durch Druckgefälle: Plexus → Ventrikel → Subarachnoidalraum → Arachnoidalzotten
  - Mikrozirkulation getrieben durch Kinozilien im Ependym
  - Fluss entlang Arterien und Venen (perivaskuläre Spalten = glymphatisches System), Diffusion durch Pia und Ependym → Spülung ZNS Extrazellulärraum («Gehirnwäsche»)



# Prinzip der Blutversorgung des Gehirns

- Ressourcen hunger des Gehirns

- ca. 2% Körpergewicht
- 15% HMV, 20% O<sub>2</sub>-Verbrauch, 25% Glukose
- Durchblutungsausfall → Funktionsausfall innert Sekunden

- Arterien

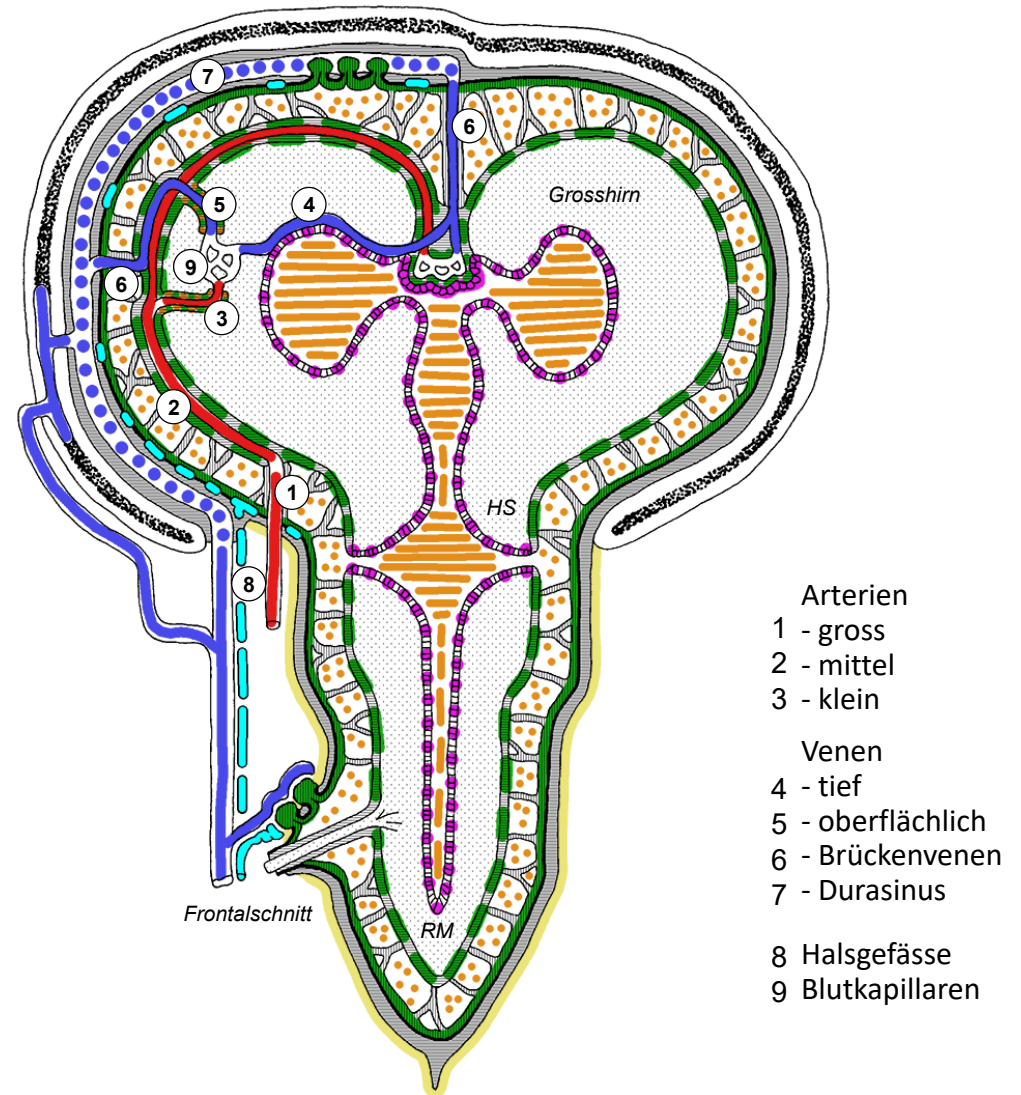
- ① Grosses Kaliber im Subarachnoidalraum: Circulus arteriosus cerebri und grosse Arterien, zB für Hirnlappen
- ② mittleres Kaliber in Pia mater, zB für einzelne Windungen
- ③ kleine Arterien und glymphatisches System penetrieren ZNS

- ⑨ Kapillaren & Bluthirnschranke

- Bluthirnschranke = Stoffwechselbarriere der Blutkapillaren im ZNS, realisiert durch Tight Junctions zwischen Endothelzellen
- Astrozytenfortsätze induzieren Tight Junctions im Kapillar-Endothel, sind selbst durchlässig, besitzen Aquaporin-4-Kanäle

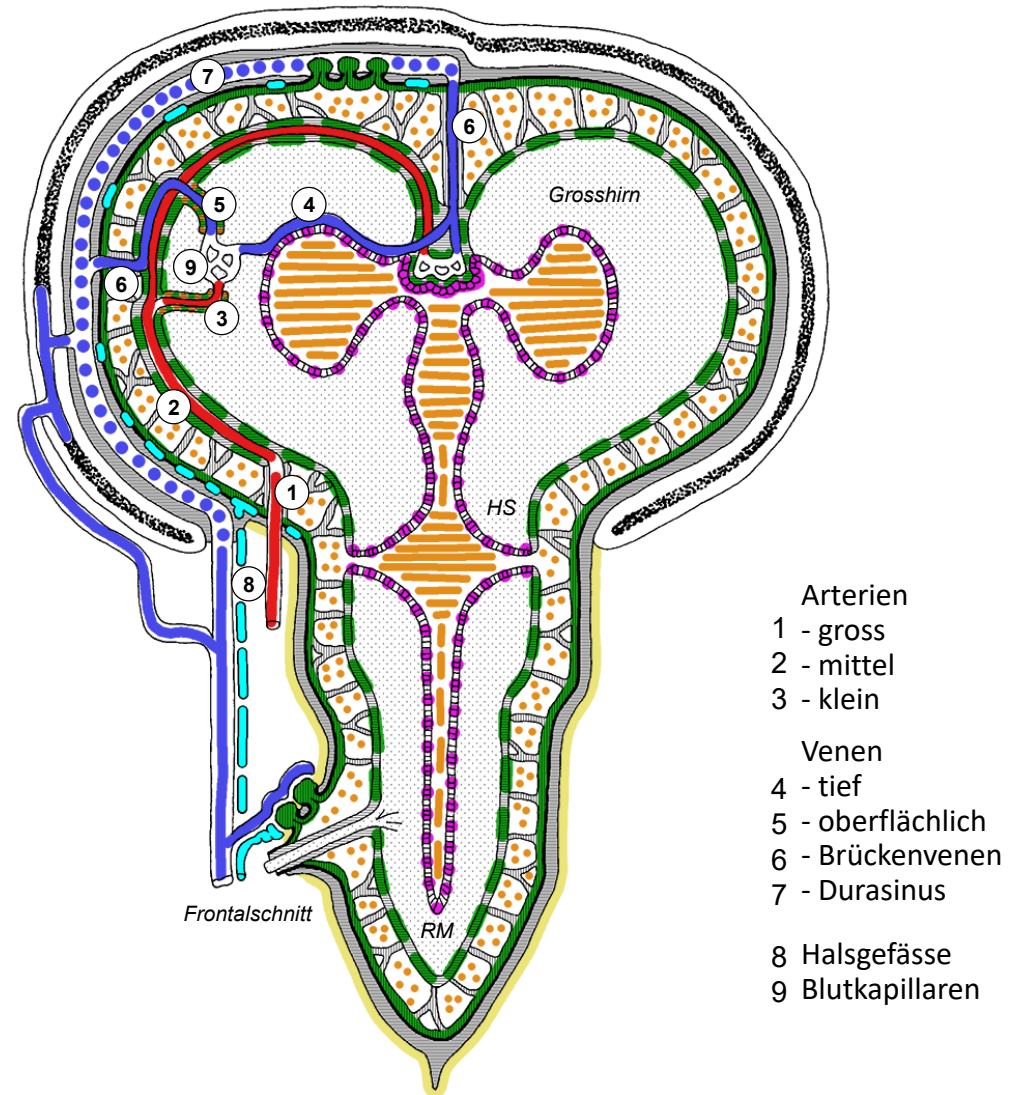
- Venen

- ④ tiefes System zum Teil entlang Ventrikelwänden
- ⑤ oberflächliches System in Pia mater
- ⑥ beide → Brückenvenen → ⑦ Durasinus → Halsvenen



# Intrakranielle Blutungen

- grosse Gefässe, geschlossener Raum, Raumforderung → Drucksschädigung + Beeinträchtigung der Durchblutung
- Beeinträchtigung der Gehirnfunktion, lebensbedrohlich
- Epiduralblutung
  - Arterien der Dura zwischen Dura und Schädelknochen
  - Ruptur durch Schädelfraktur, akuter Verlauf (Stunden)
  - Blutung löst Dura vom Schädelknochen
- Subduralblutung
  - ⑥ Einmündung der Brückenvenen in Durasinus
    - Abriss durch Trauma, akut oder chronisch (ältere Leute)
    - Blutung löst Arachnoidea von Dura, schädigt Neurothel
- Subarachnoidalblutung
  - ① Circulus arteriosus + grosse Äste
    - Spontanruptur von Aneurysmen, akuter Verlauf (Minuten)
    - grosse Blutmenge im Subarachnoidalraum, arterielle Spasmen
- intrazerebrale Blutung
  - ③ kleine Arterien im Nervengewebe
    - Komplikation der Arteriosklerose: 15% Blutung, 85% Infarkt
    - Schlaganfall, sofort! Diagnose der Ursache und Therapie

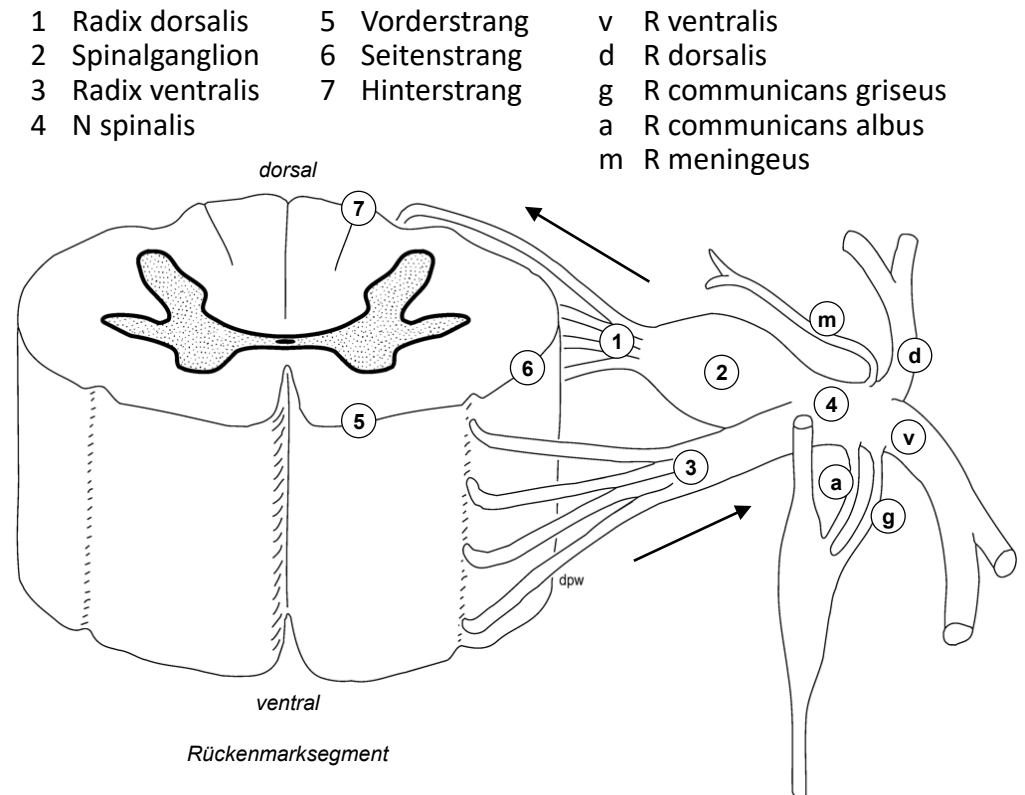


# Spinalnerv und Segment

N	Nervus, Nerv
Nn	Nervi, Nerven
R	Ramus, Ast
Rr	Rami, Äste
Pl	Plexus, Geflecht

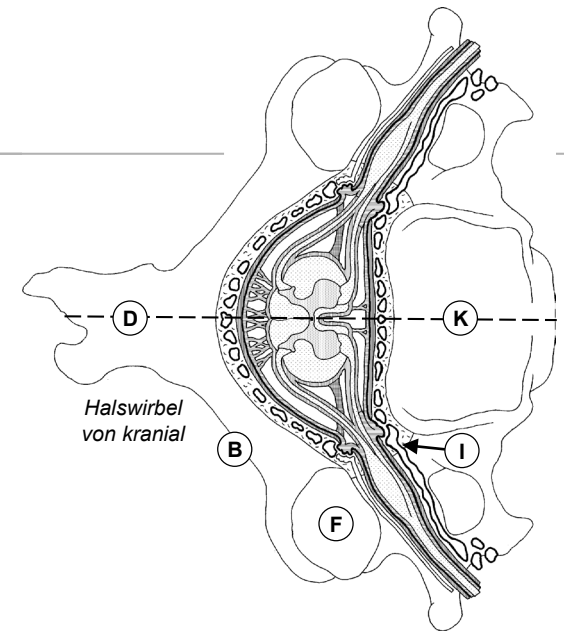
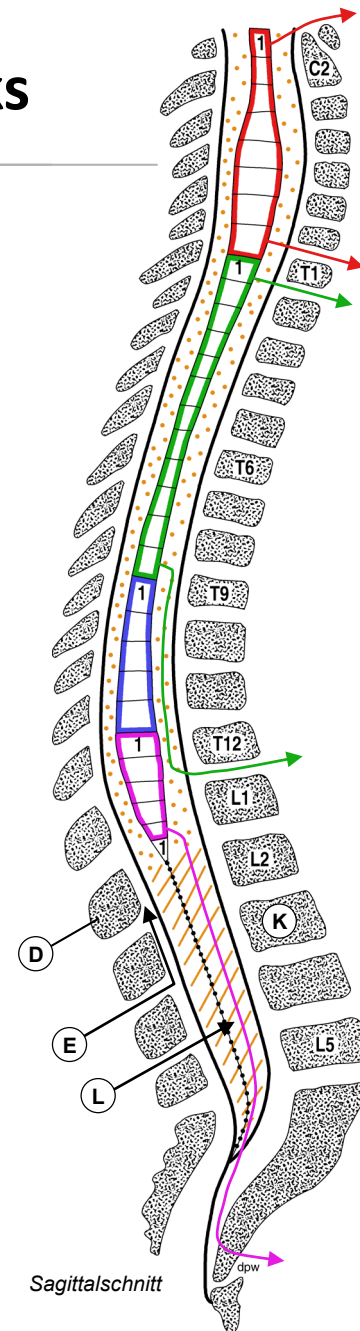
- Verbindung ZNS ↔ Körper: PNS
  - Gehirn (Hirnstamm): Hirnnerven(paare) (I,II,III-XII)
  - Rückenmark: 30 Spinalnerven(paare) definieren 30 Segmente des Rückenmarks, gruppiert zu Rückenmarksabschnitten: C1-8 zervikal, Th1-12 thorakal, L1-5 lumbal, S1-5 sakral
- Spinalnervenwurzeln
  - Furche zwischen Vorder- und Seitenstrang: Radix ventralis = Vorderwurzel, efferent = motorisch
  - Furche zwischen Seiten- und Hinterstrang: Radix dorsalis = Hinterwurzel, afferent = sensibel, Spinalganglion
  - Vereinigung → N spinalis = Spinalnerv
- Spinalnervenäste
  - R ventralis: seitliche und vordere Rumpfwand, Extremitäten
  - R dorsalis: autochthone Rückenmuskulatur und Rückenhaut
  - R communicans griseus: sympathisch postganglionär (Grenzstrang → alle Spinalnerven)
  - R communicans albus: sympathisch präganglionär (Spinalnerven C8-L2 → Grenzstrang)
  - R meningeus: Rückenmarkshüllen

- Plexus brachialis, lumbosacralis
  - Nervengeflechte aus Rr ventrales der Spinalnerven → Nerven für Extremitäten
  - Pl brachialis (C5-Th1) → Arm, Pl lumbosacralis (Th12-S3) → Bein



# Spinalkanal und Abschnitte des Rückenmarks

- **Spinalkanal**
  - ventral: Wirbelkörper / Zwischenwirbelscheibe (Bandscheibe), lateral und dorsal: Wirbelbogen / Bänder + Facettengelenk
  - Rückenmark reicht bis Wirbel L2, Pia mater bildet Filum terminale internum bis Wirbel S2
  - Durasack reicht bis Wirbel S2, Dura mater bildet Filum terminale externum bis Wirbel S5
  - Foramina intervertebralia = Zwischenwirbellöcher: Vereinigung der Wurzeln und seitlicher Austritt der Spinalnerven (zwischen Facettengelenk und Zwischenwirbelscheibe!)
- **Lumbale Zisterne**
  - weiter Subarachnoidalraum im Spinalkanal L2-S2
  - Cauda equina (lange auf/absteigende Hinter- und Vorderwurzeln L2-S5) & Filum terminale internum
- **Punktionen**
  - Lumbalpunktion (Subarachnoidalraum): single shot Spinalanästhesie, diagnostische Liquorentnahme
  - Epiduralanästhesie (Epiduralraum) = Periduralanästhesie: Einlegen eines Katheters für Geburt, längere Eingriffe, Therapie chronischer Schmerzen



- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| <span style="color: red;">□</span>   | Segmente/Spinalnerven/Wirbel   |
| <span style="color: red;">□</span>   | - zervikal C1-8 (Wirbel: C1-7) |
| <span style="color: green;">□</span>   | - thorakal Th1-12              |
| <span style="color: blue;">□</span>  | - lumbal L1-5                  |
| <span style="color: purple;">□</span>  | - sakral S1-5                  |
| <span style="border-bottom: 2px solid black; width: 20px; display: inline-block;"></span>  | Dura mater                     |
| <span style="border-bottom: 2px dashed black; width: 20px; display: inline-block;"></span> | Filum terminale externum       |
| <span style="border-bottom: 2px dotted black; width: 20px; display: inline-block;"></span> | Filum terminale internum       |
| <span style="color: orange;">●●●</span>  | Subarachnoidalraum             |
| <span style="color: orange;">///</span>  | lumbale Zisterne               |
| K  | Wirbelkörper                   |
| B  | Wirbelbogen                    |
| D  | Dornfortsätze                  |
| F  | Facettengelenk                 |
| I  | Foramen intervertebrale        |
| L  | Lumbalpunktion                 |
| E  | Epiduralanästhesie             |