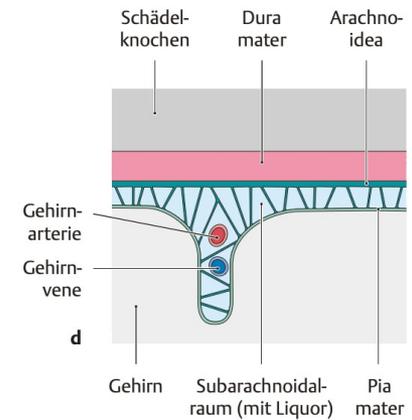
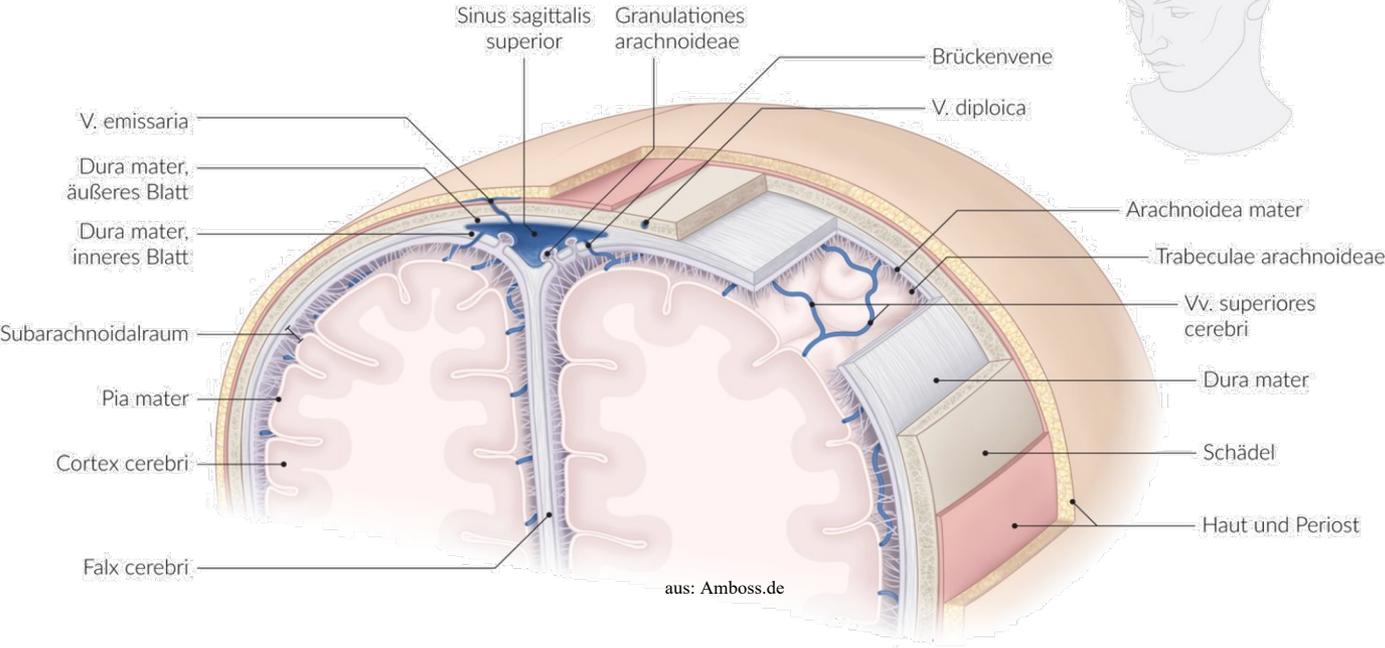


Hirnhäute des ZNS und seine Blutversorgung

Dr. Marie-Luise Kümmel
Institut für Neuroanatomie
marie-luise.kuemmel@ruhr-uni-bochum.de

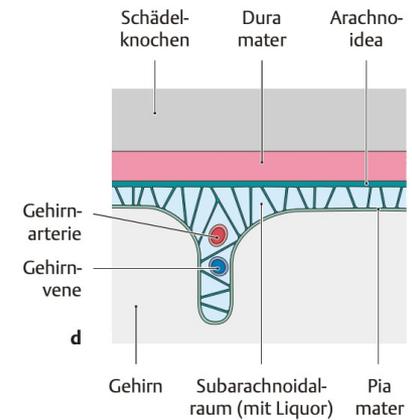
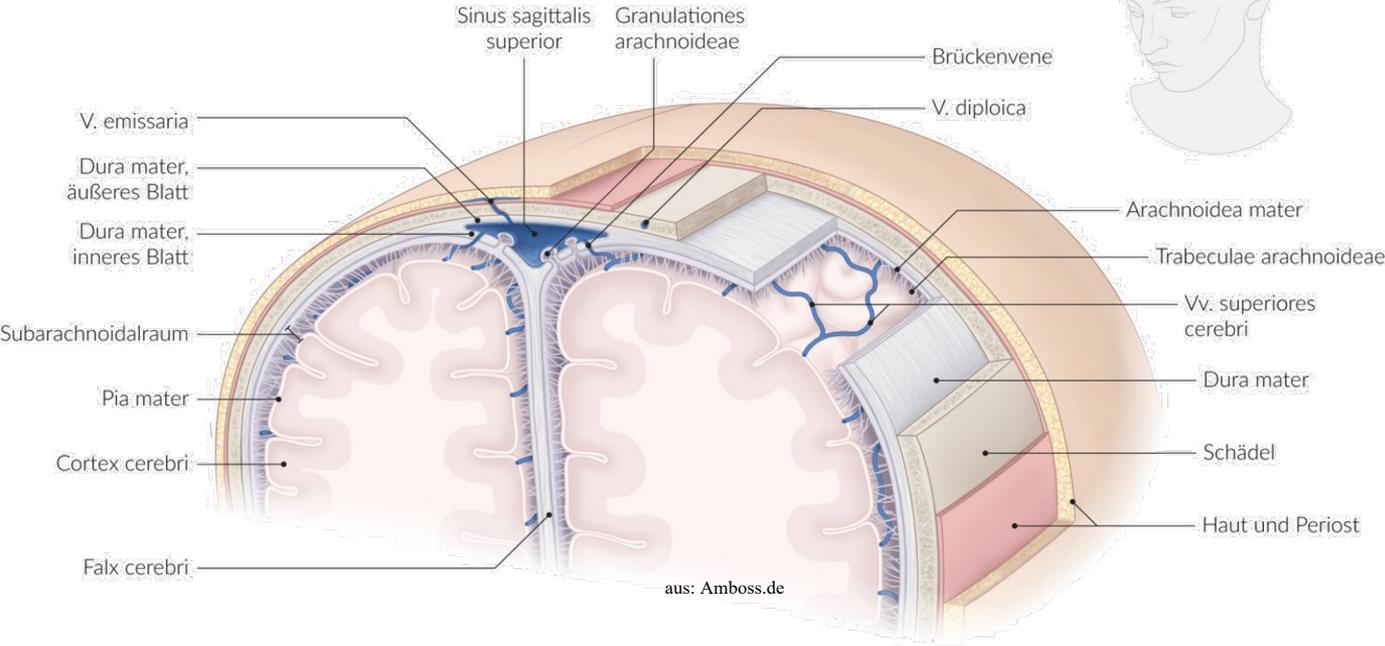
Hirnhäute



aus: Prometheus Kopf, Hals, Neuroanatomie

- Das Gehirn und Rückenmark (= ZNS) wird zum Schutz von 3 Hirnhäuten (Meningen) umschlossen
- Einteilung in:
 - harte Hirn-(Rückenmarks-)haut (**Dura mater**)
 - weiche Hirn-(Rückenmarks-)haut (**Arachnoidea mater + Pia mater**)
- Entzündungen (Meningitis) kann zu schweren Schädigungen des Gehirns führen (geistige Behinderung bis Tod!)

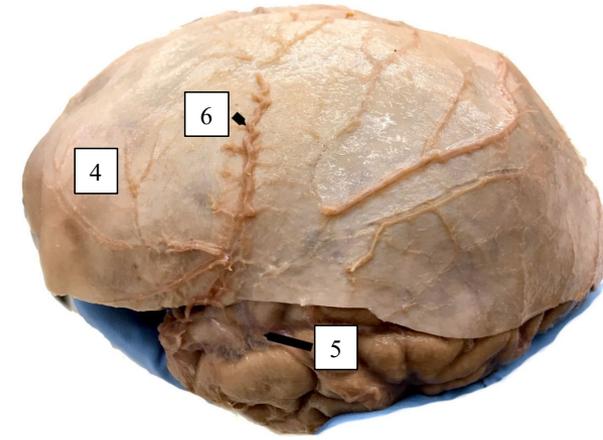
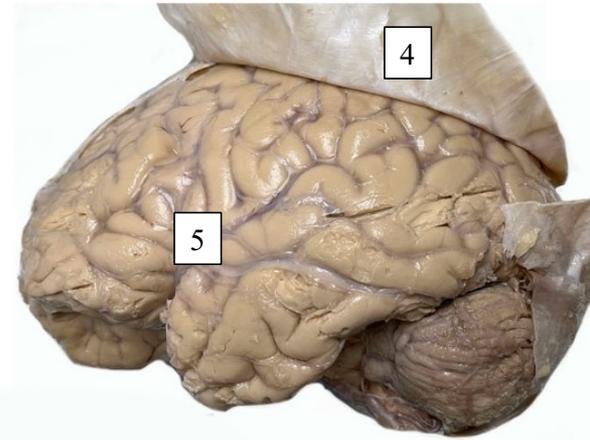
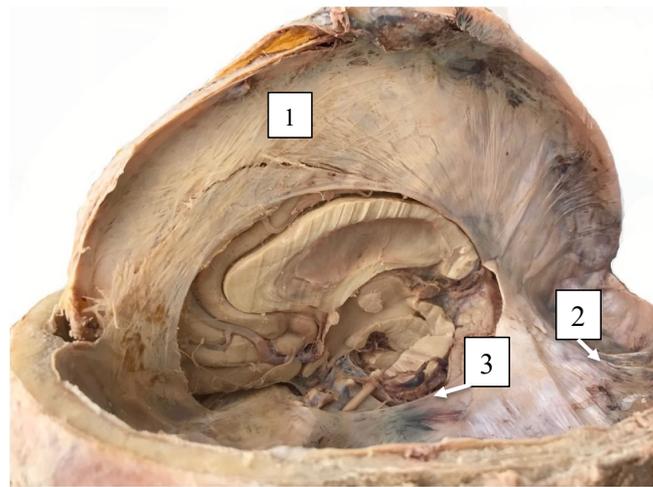
Hirnhäute



aus: Prometheus, Kopf, Hals, Neuroanatomie

Dura mater:

- aus straffen, festem Bindegewebe, überspannt Sulci
- besteht aus äußerem Blatt (Stratum periostale) und innerem Blatt (Stratum meningeale), die fast überall eine Einheit bilden
- Ausnahme: **Sinus dura matris**: oberflächliche, venöse Sammelgefäße des Gehirns (s. auch spätere Folie zu dem venösen System des Gehirns)
- das äußere Blatt ist physiologisch direkt mit dem Periost des Schädelknochens fest verbunden (ein Epiduralraum im Gehirn ist **pathologisch!**)
- das innere Blatt zieht zwischen die beiden Hemisphären (**Falx cerebri**) und zwischen Großhirn und Kleinhirn (**Tentorium cerebelli**)

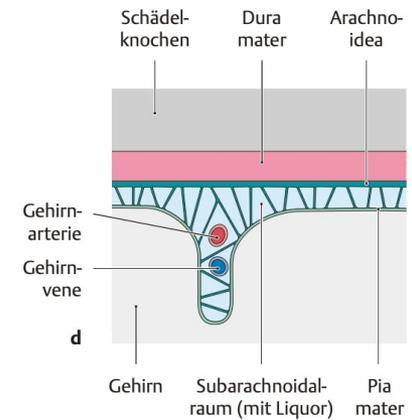
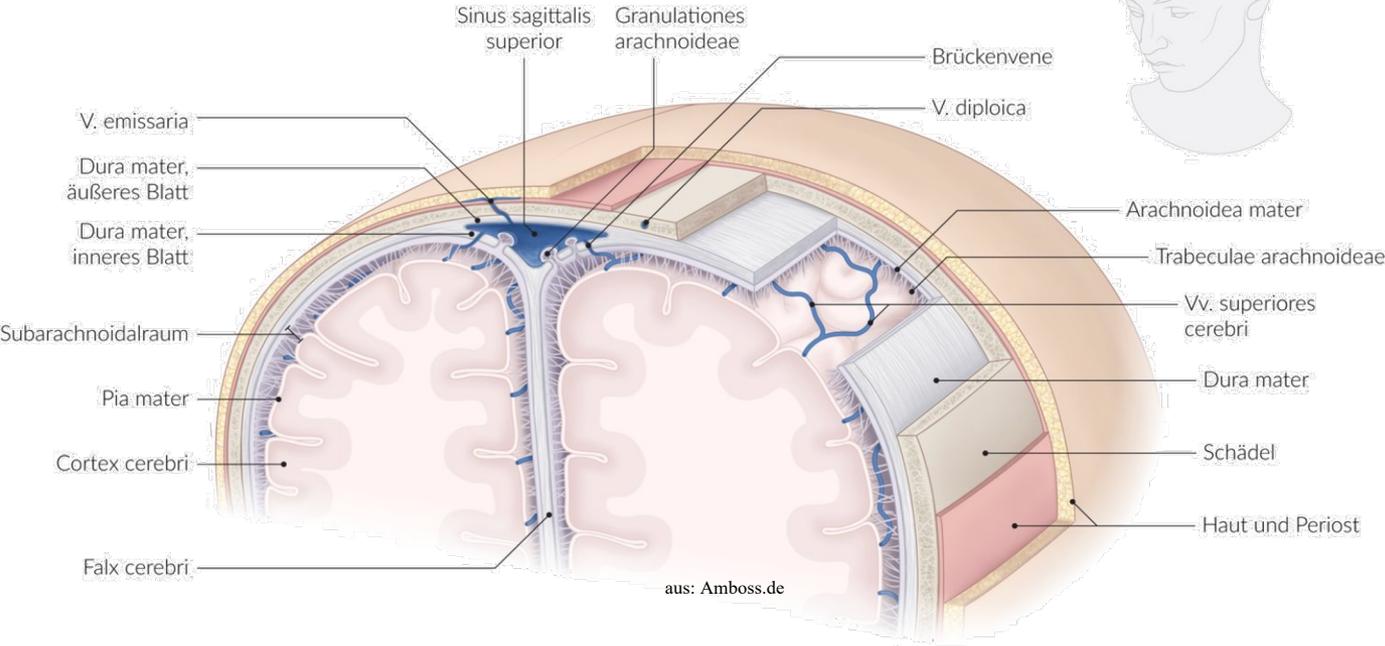


Abbildungen: Eigentum Abteilung für Neuroanatomie Ruhr Universität Bochum, Prof. von Düring

Die Dura mater zieht als Falx cerebri **(1)** zwischen die beiden Hirnhemisphären und als „Kleinhirndach“ **(2)** (Tentorium cerebelli) zwischen Großhirn und Kleinhirn. Durch den Schlitz im Kleinhirndach **(3)** (Tentoriumschlitz, Incisura tetorii) tritt das Mesencephalon als oberster Abschnitt des Hirnstammes durch. **(4)**: Dura mater, **(5)**: Arachnoidea mater

Die Blutversorgung der Dura mater und der darüber liegenden Schädelkalotte erfolgt durch die Meningealgefäße, z.B. die Arteria meningea media **(6)**.

Hirnhäute

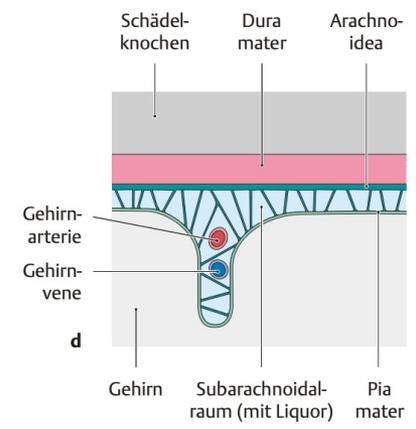
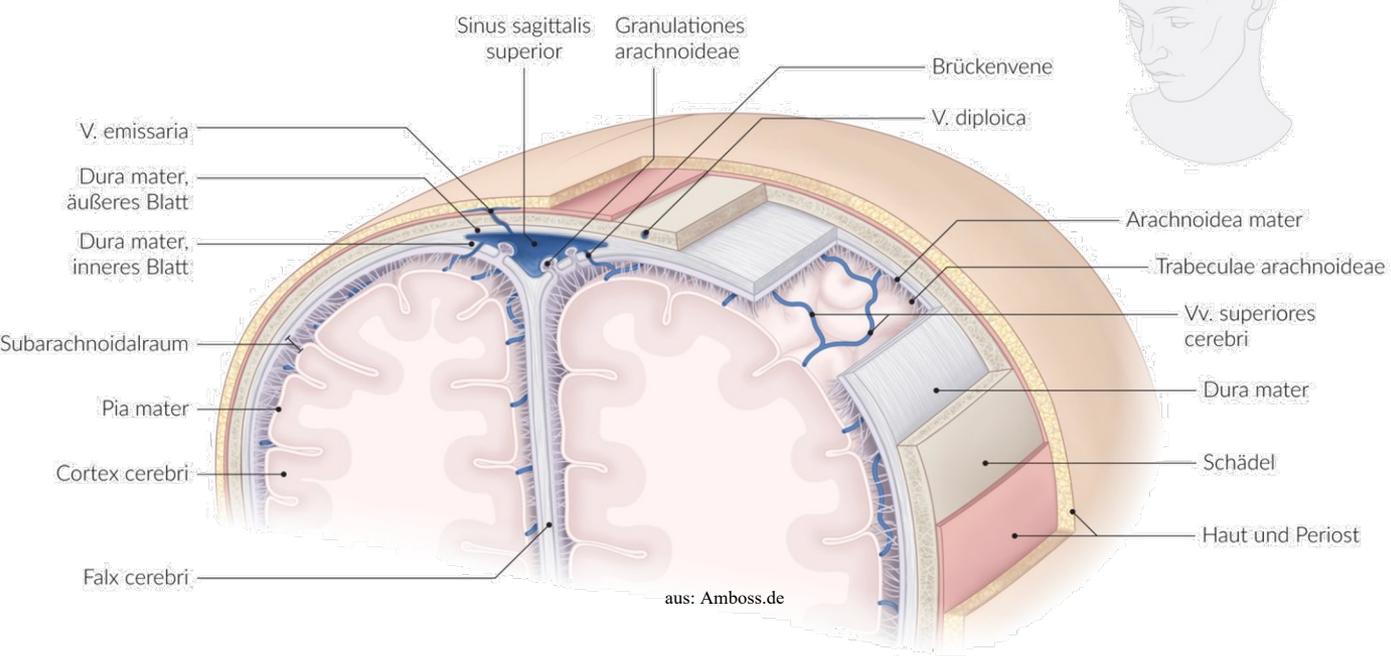


aus: Prometheus, Kopf, Hals, Neuroanatomie

Arachnoidea mater (Spinnwebhaut):

- liegt physiologisch der Dura mater innen direkt an (mittig zwischen Dura mater und Pia mater), überspannt Sulci
- ein *erweiterter* Spalt zwischen Arachnoidea und Dura (sogenannter Subduralraum) tritt nur pathologisch bei einer Subduralblutung auf!
- ist von der tiefer liegenden Pia mater durch den Subarachnoidalraum (physiologisch) getrennt
- Subarachnoidalraum ist mit **Liquor** gefüllt und von dünnen Bindegewebszügen durchzogen
- Arachnoidea stülpt sich als Granulationes arachnoideales in die Sinus dura matris (=> Liquorresorption)
- im Subarachnoidalraum liegen auch Gehirnarterien und Gehirnvenen

Hirnhäute

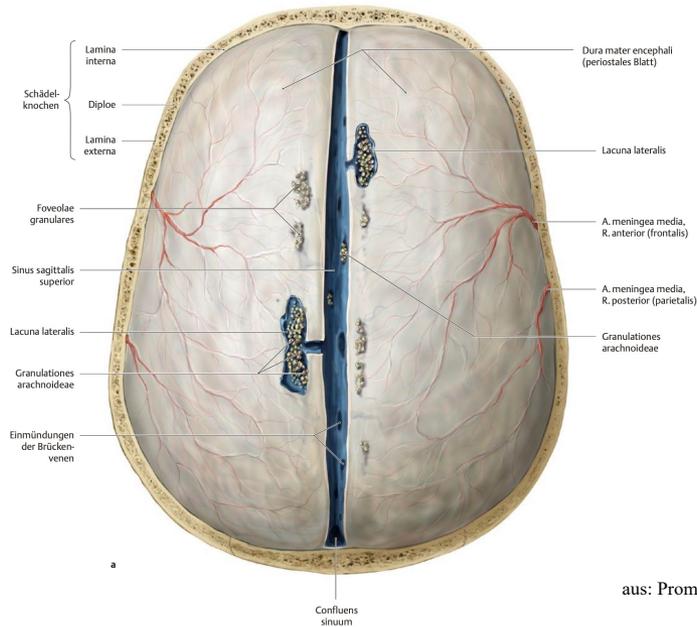


Pia mater

- liegt unterhalb der Arachnoidea mater, zieht direkt in alle Sulci des Gehirns rein
- besteht aus weichen, zartem Bindegewebe

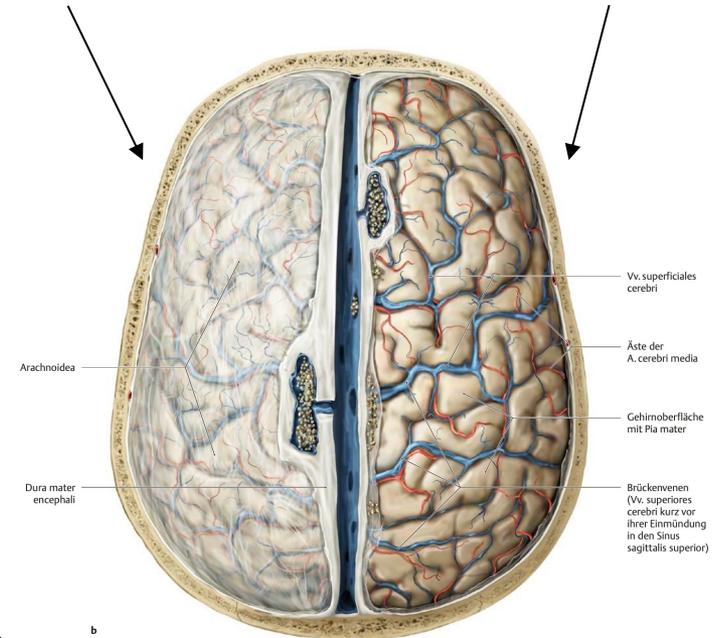
Hirnhäute im Vergleich

Aufsicht auf Dura mater



aus: Prometheus, Kopf, Hals, Neuroanatomie

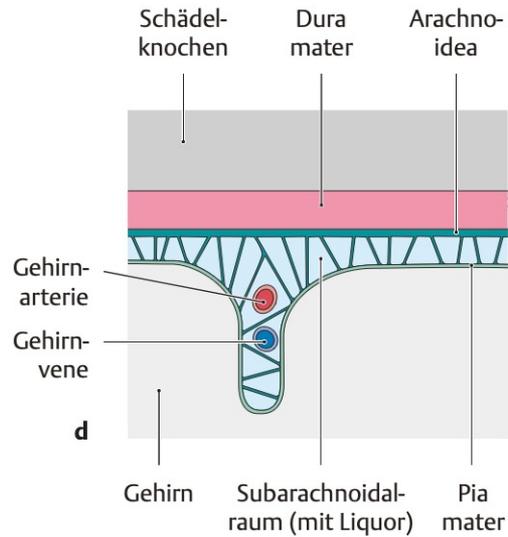
Aufsicht auf Arachnoidea mater



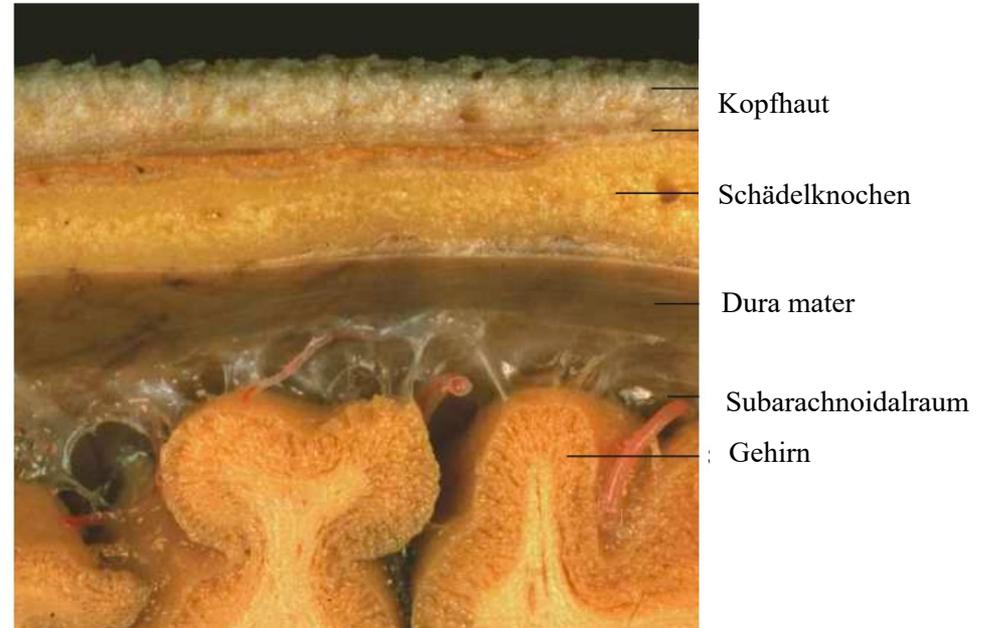
- Bildung des Sinus durch Dura mater
- Lage der Granulationes arachnoidales
- oberflächliche Lage der hirnhaut-versorgenden Gefäße (Arteriaes meningeaes, z.B. A. meningea media)

- Arachnoidea überspannt die Sulci genauso wie Dura
- Pia mater zieht in die Sulci rein
- hirnversorgende Gefäße liegen unter der Arachnoidea im Subarachnoidalraum

Hirnhäute *in situ*



aus: Prometheus Kopf, Hals, Neuroanatomie

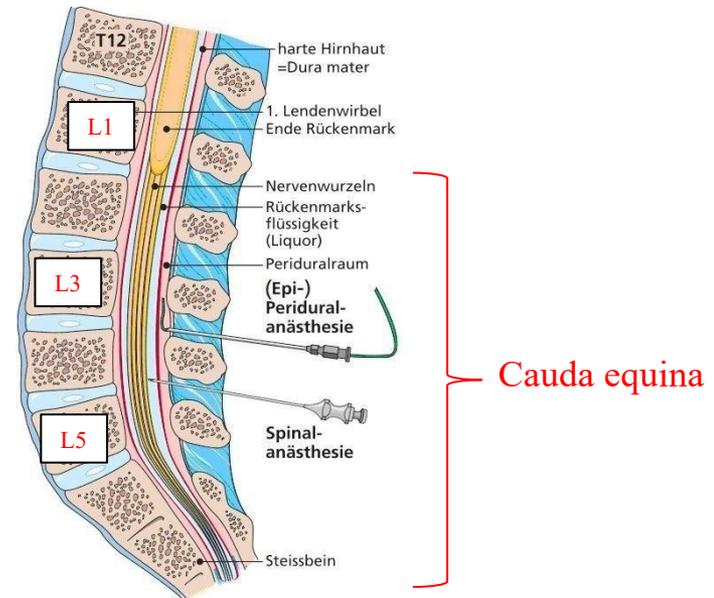
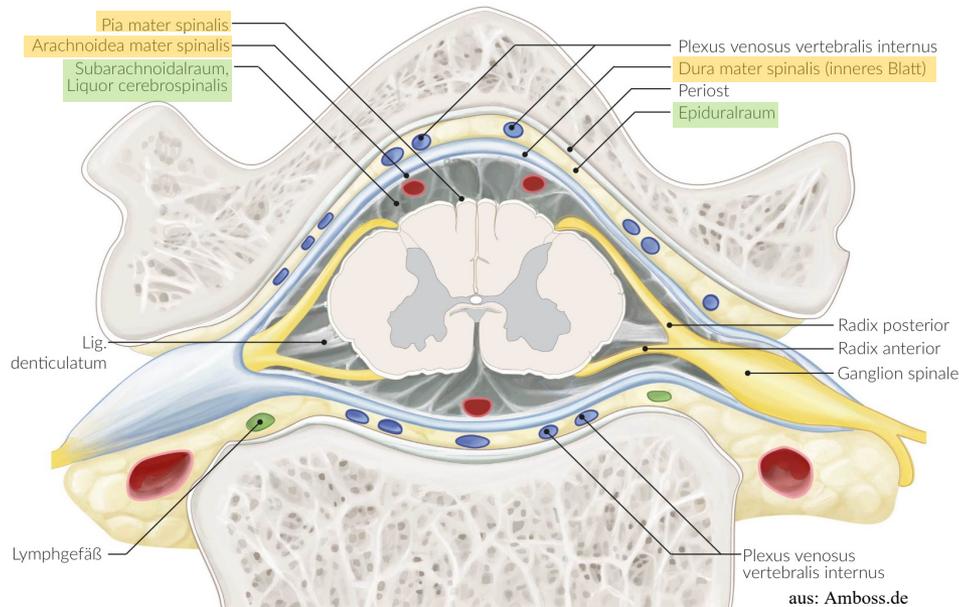


Querschnitt durch das Schädeldach mit den Hirnhäuten.

aus: Anatomie – der fotografische Atlas, Rohen

* Pia mater liegt direkt dem Gehirn auf, hier nicht gut erkennbar

Rückenmarkshäute



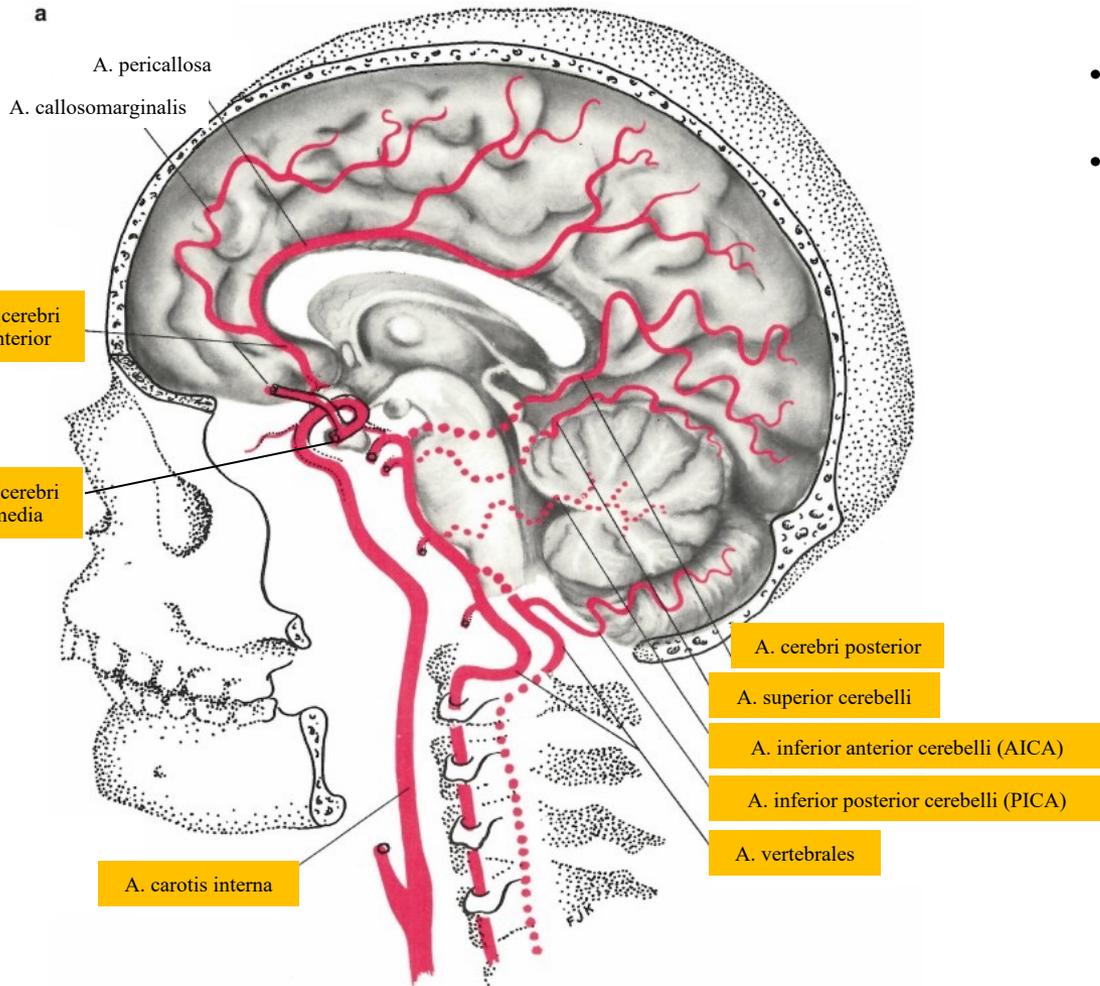
Cauda equina

- Rückenmark ist ebenfalls von Dura mater, Arachnoidea mater und Pia mater umhüllt
- wichtig: am Rückenmark ist ein Epiduralraum (Raum zwischen Knochen und Dura mater) **physiologisch!**
- im Epiduralraum liegt ein Venengeflecht und Fettkörper => Ort der Epi-/Periduralanästhesie (PDA)
- Die **Spinalanästhesie** hingegen wird in den Subarachnoidalraum injiziert (unterhalb L3, hier auch Liquorpunktion)
- PDA: Katheter möglich, andauernde Schmerztherapie vs. Spinalanästhesie: OP unterhalb des Unterbauchs, Kaiserschnitt

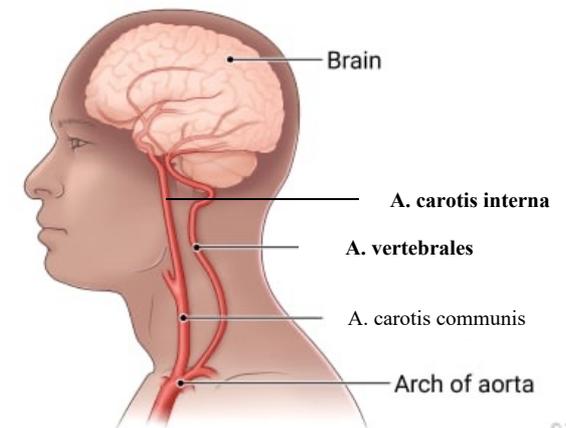
Blutversorgung - Das hungrige Gehirn

- Gehirn macht nur 2% des Körpers aus, verbraucht aber 20% der gesamten Körperenergie
- 15% der Herzzeitvolumens durchströmen das Gehirn (ca. 700 ml/min)
- zerebraler Blutstrom (normal) 45-55ml / 100 g pro Minute (Gehirngewicht ca. 1,5 kg)
- weiße Substanz (20 ml/100g) < graue Substanz (70ml/100g)
- normaler Sauerstoffverbrauch 3 ml O₂/100 g pro Minute
- Blutstrom < 20 ml/100g hemmt die Reizweiterleitung im Gehirn
- verschiedene Organe haben eine unterschiedliche Ischämietoleranz (Minderdurchblutung)
 - Gehirn: 3-5 Minuten
 - Niere, Herz: 60 Minuten
 - Haut: mehrere Stunden

Blutversorgung des Gehirns - Arterien



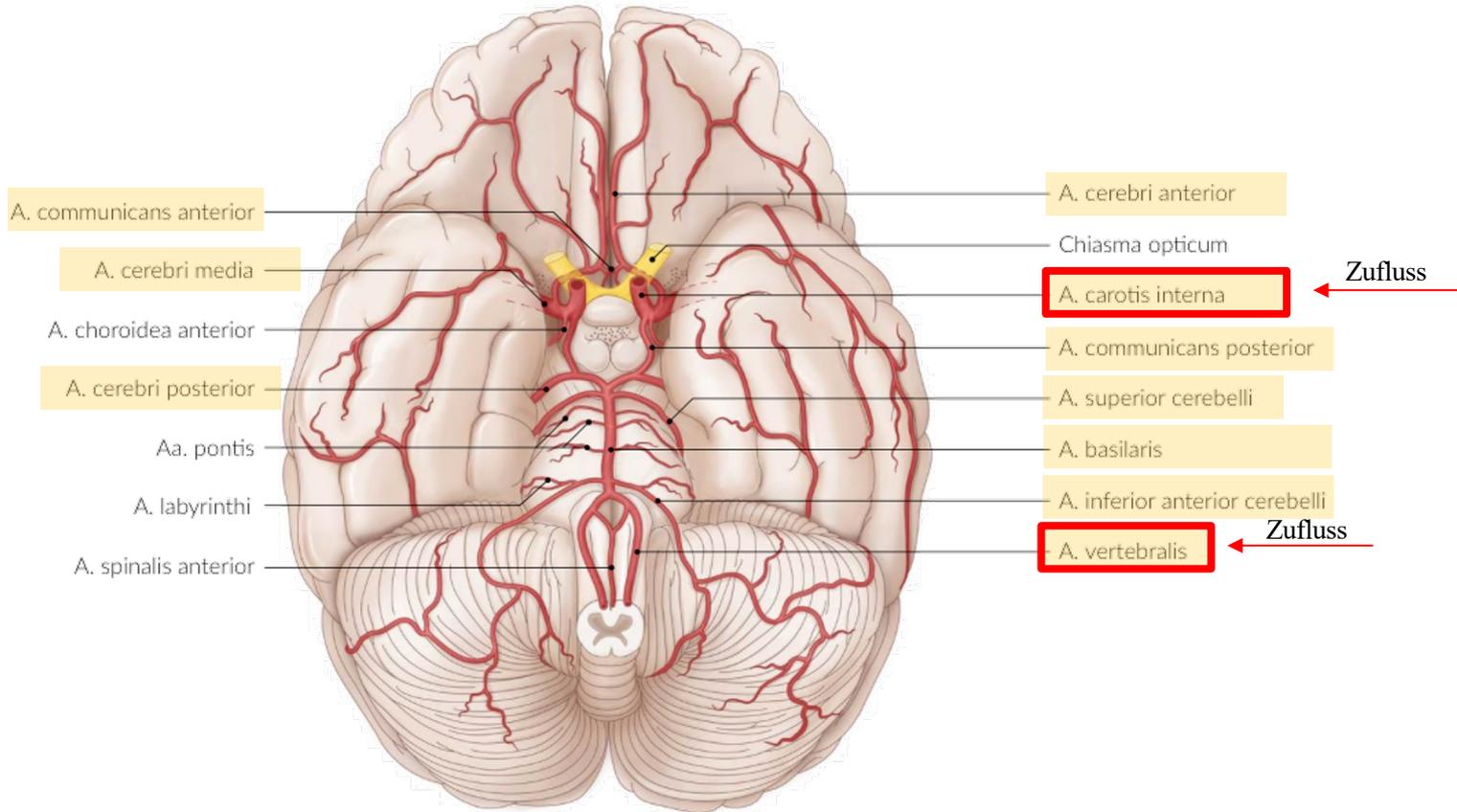
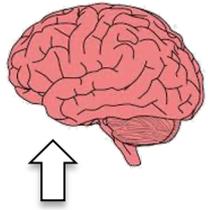
- Gehirn wird über zwei Hauptgefäße versorgt: **A. carotis interna, A. vertebrales**
- daraus zweigen sich die wichtigsten Äste zur Blutversorgung des Gehirns ab:
 - A. cerebri anterior
 - A. cerebri media
 - A. cerebri posterior
 - A. superior cerebelli
 - A. inferior anterior cerebelli (AICA)
 - A. inferior posterior cerebelli (PICA)



Weis, S. et al. (2019). Arterial Supply of the Brain. In: Imaging Brain Diseases. Springer, Vienna. https://doi.org/10.1007/978-3-7091-1544-2_8

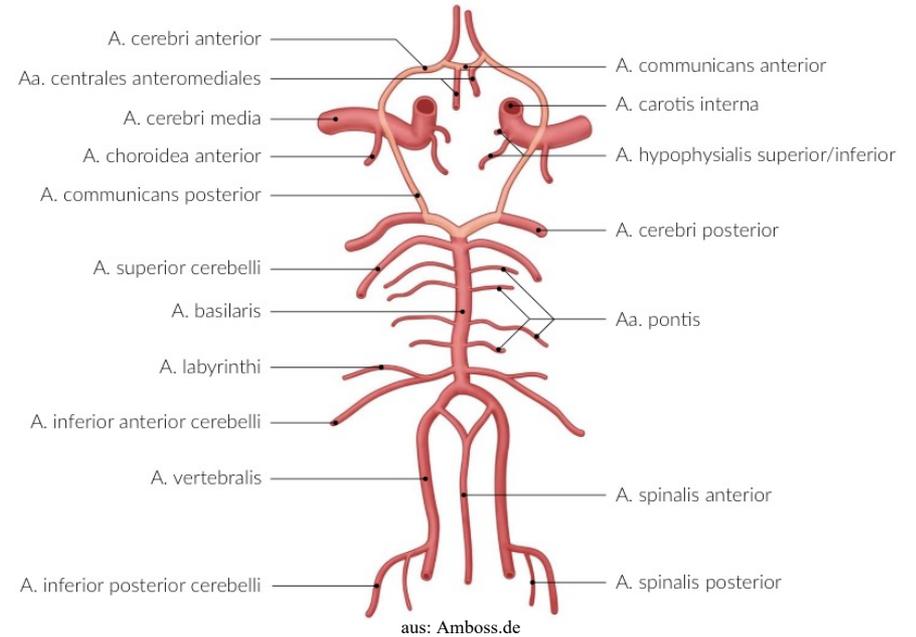
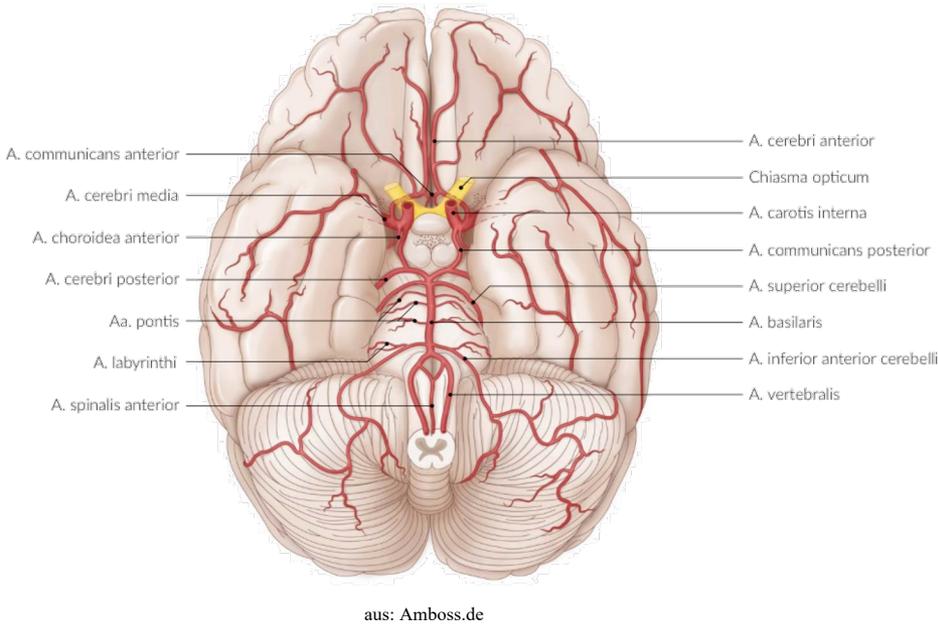
<https://myhealth.alberta.ca/Health/pages/conditions.aspx?hwid=hp10153>

© 2018 Healthwise



aus: Amboss.de

Circulus arteriosus Willisi /-cerebri



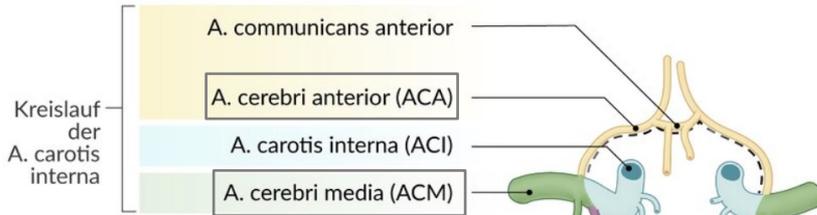
- Die beiden Aa. vertebralis bilden Anastomose mit den beiden Aa. carotis internae = **Circulus arteriosus cerebri**
- Versorgungsgebiet der Aa. vertebralis und Aa. carotis internae verbindet sich
- durch **A. communicans posterior** und **A. communicans anterior**
- Anastomose kann helfen, Minderversorgungen zu kompensieren

Funktionelle Hirnbereiche

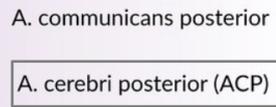
A. cerebri media
+
A. cerebri anterior

motorischer Cortex
sensorischer Cortex

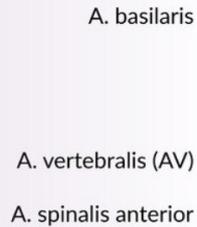
Arterielle Versorgung des Gehirns



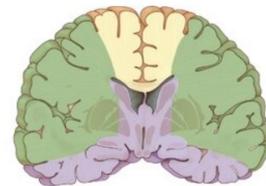
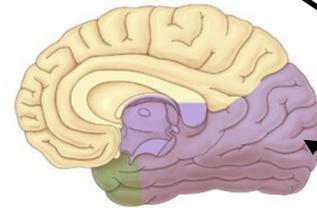
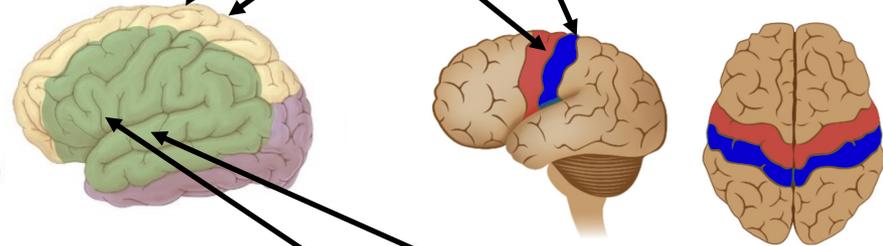
Circulus arteriosus cerebri



Kreislauf der A. vertebralis



Kaudale Ansicht



Kortikale Versorgungsgebiete

Wernicke Zentrum

Broca Areal

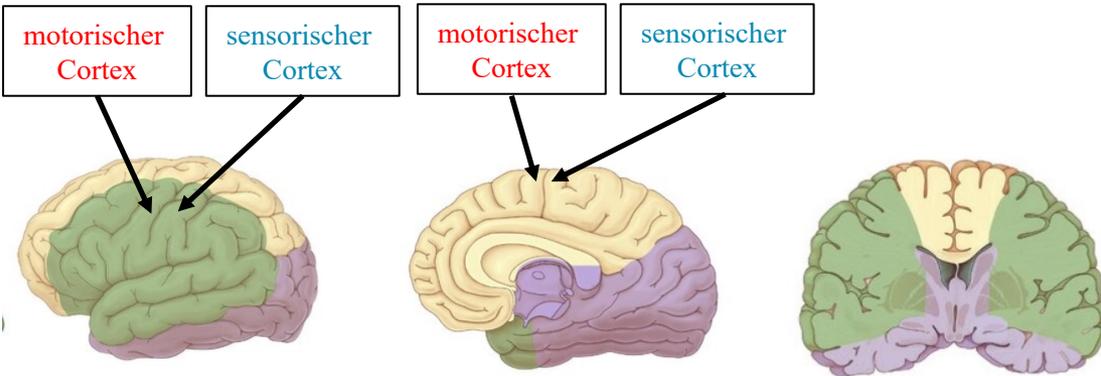
A. cerebri media

Sehrinde

A. cerebri posterior

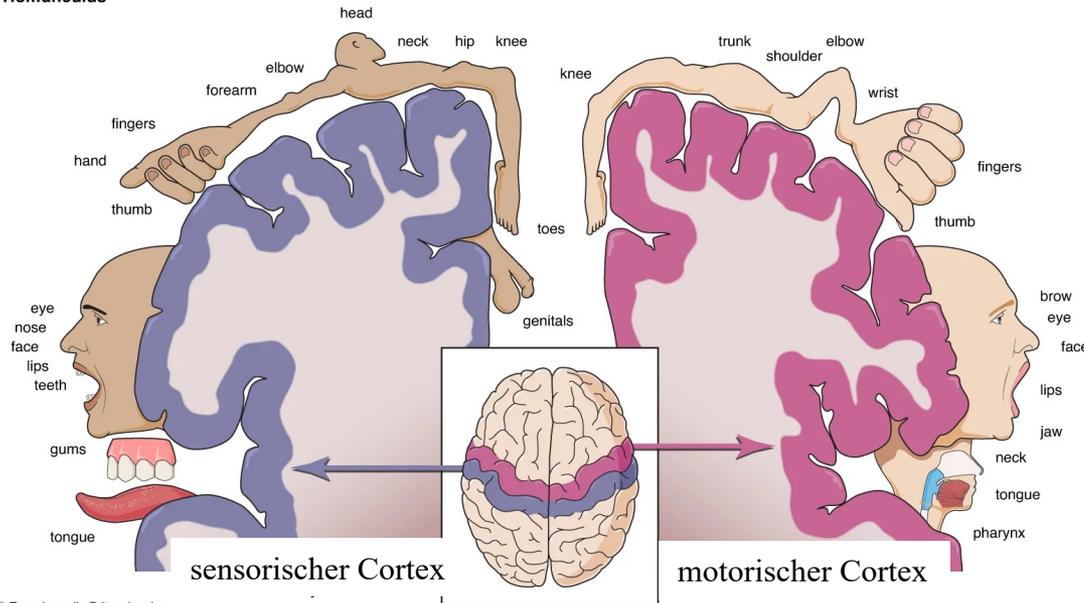
Wernicke Zentrum: sensorisches Sprachzentrum
Broca Areal: motorisches Sprachzentrum

Bedeutung der Mantelkante



aus: Amboss.de

Homunculus

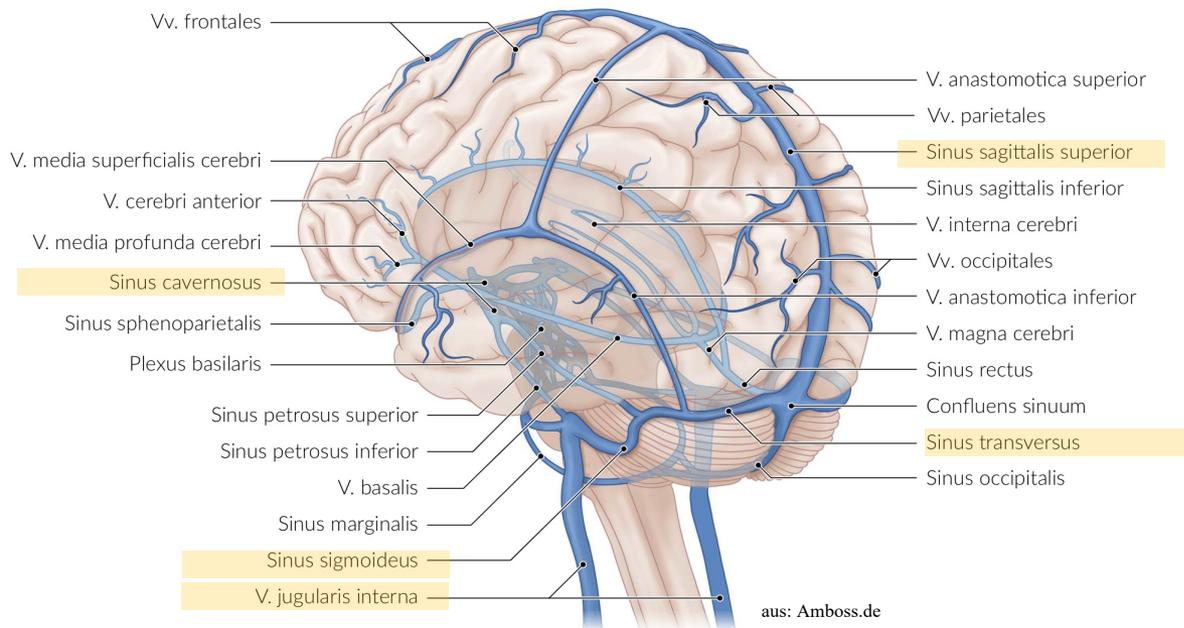


© Encyclopædia Britannica, Inc.

<https://coach-charly.ch/homunculus/>

- sowohl der sensorische, als auch der motorische Cortex wird von jeweils 2 arteriellen Ästen versorgt (**A. cerebri anterior** UND **A. cerebri media**)
- warum ist das wichtig? → Schlaganfall!
- Verschluss der **A. cerebri anterior** = eher Bein-betonte Lähmung + Blasenstörung
- Verschluss der **A. cerebri media** = eher Arm-betonte Lähmung + Aphasie (motorische Sprachstörungen durch Ausfall des Wernicke + Brocka Areals)
- Verschluss der **A. cerebri posterior** = Sehstörungen

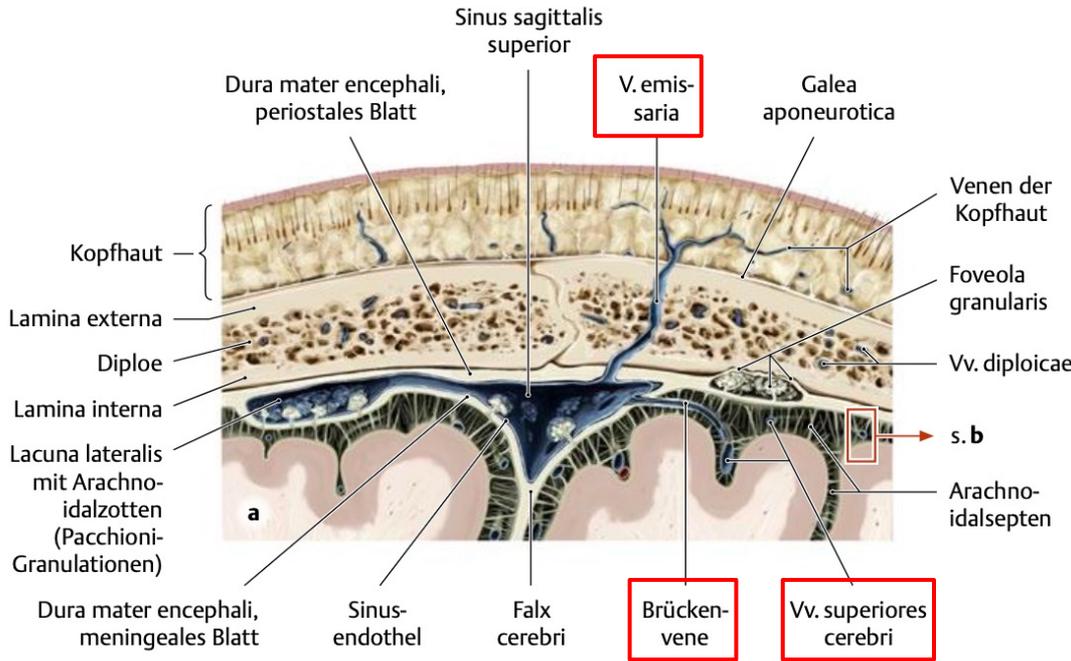
Die Entsorgung des Gehirns – venöses System



- Oberflächliche und tiefe Hirnvenen
- Zusammenfluss der Venen in den großen Sinussen (Duraduplikatur!)
- Abfluss dann hauptsächlich über die **Vena jugularis interna**, welche über die seitliche Halsregion in die Venae subclavia => Vena cava superior => rechter Herzvorhof

wichtig: Sinusse sind keine „echten“ venösen Gefäße, sondern „nur“ Duplikaturen der Dura mater (harten Hirnhaut, s. Folien zur Hirnhaut später). Somit ist der Wandaufbau identisch mit dem Aufbau der Hirnhaut, nicht mit dem „echter“ venöser Gefäße. Zum Innenraum hin finden sich aber dennoch Endothelzellen! Da Sinusse Duraduplikaturen sind, können sie nur da verlaufen, wo auch Dura ist, also z.B. oberflächlich oder in der Tiefe der Falx cerebri...Zuflüsse zu den Sinussen kommen von Hirnvenen!

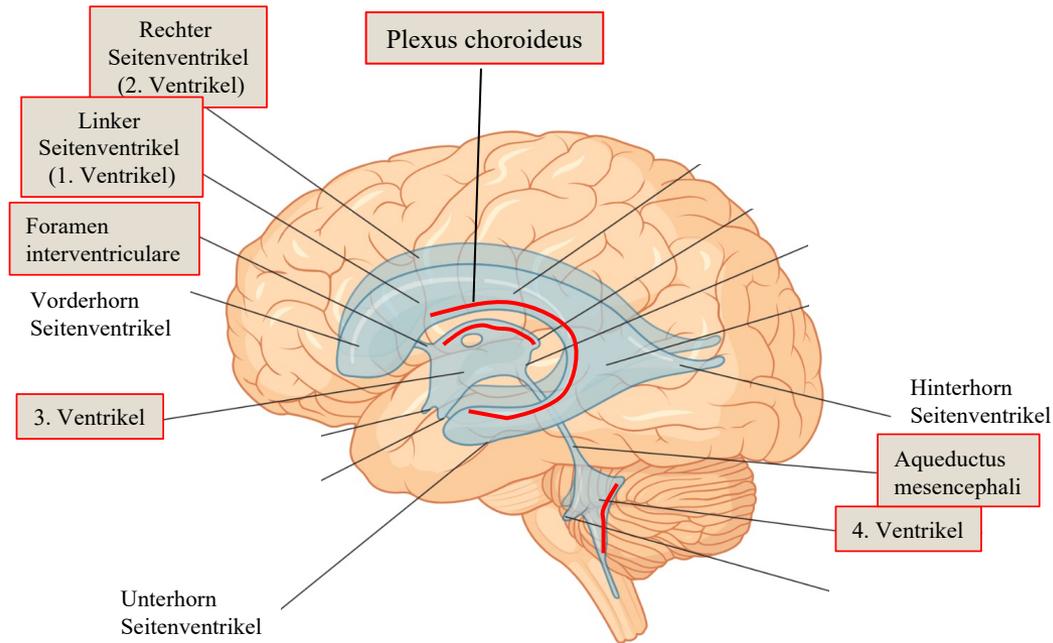
venöser Zufluss in die Sinusse



aus: Prometheus, Kopf, Hals, Neuroanatomie

- oberflächliche Hirnvenen (z.B. Vv. superiores cerebri) sind über sogenannte **Brückenvenen** mit dem Sinus sagittalis superior verbunden
- zudem gibt es Kurzschlussverbindungen zwischen den Venen der Kopfhaut und den Sinussen, sog. Emissarvenen (Risiko der Keimverschleppung!)
- tiefere Hirnvenen münden oft direkt in einen Sinus

Das Liquor-System des Gehirns (entspricht nicht dem venösen System)



modifiziert nach: <https://app.biorender.com/profile/vishnu>

- zusätzlich zum arteriellen und venösen Blutkreislauf findet sich auch noch das Liquorsystem im ZNS
- Liquor = Nervenwasser, klar ! , proteinarm ! , zellarm !
- innerer Liquorraum = hier wird der Liquor im **Plexus choroideus** gebildet; 4 Hirnventrikel + Canalis centralis im Rückenmark
- äußerer Liquorraum = von hier wird der Liquor resorbiert; Subarachnoidalraum im Gehirn und Rückenmark
- Schutz, Auftrieb, Stoffwechsel

wichtig: bei Infektionen / Erkrankungen des ZNS kann eine erhöhte Anzahl an Immunzellen im Liquor auftreten (Meningitis, Lyme-Borreliose, Tumore, multiple Sklerose...). Blut im Liquor deutet auf eine Subarachnoidalblutung hin!

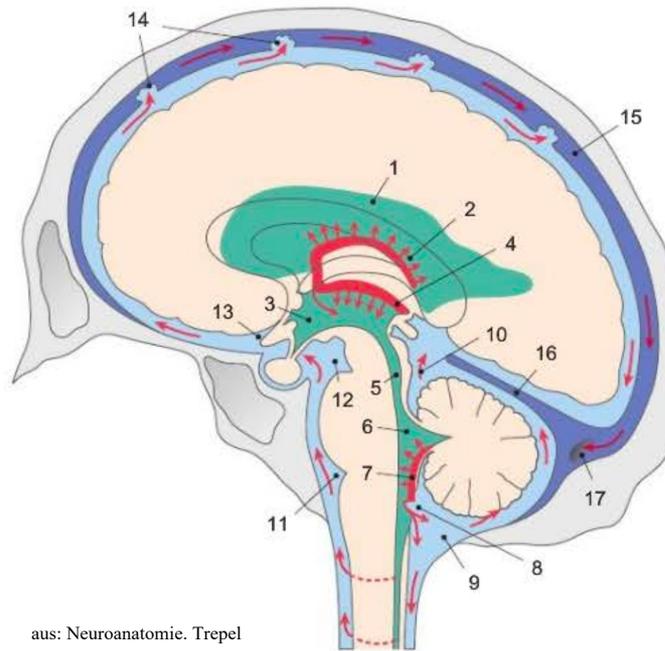
Die Liquor-Zirkulation

Abb. 10.7 Liquorzirkulation und Liquorzisternen des Subarachnoidealraums. Die Pfeile deuten den Liquorfluss an.

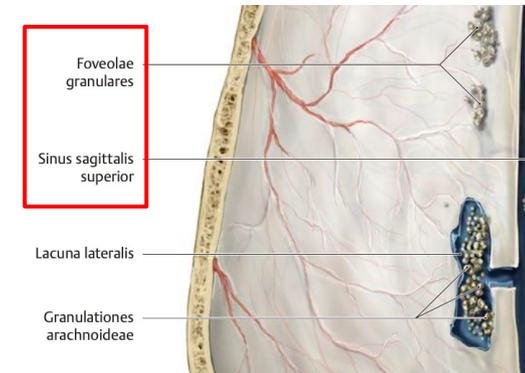
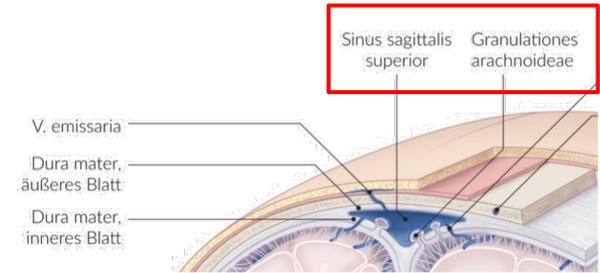
Innere Liquorräume (blaugrün): 1 Seitenventrikel, 2 Plexus choroideus des Seitenventrikels (reicht bis ins Unterhorn des Seitenventrikels, was bei der Perspektive dieser Abbildung nicht sichtbar wird), 3 III. Ventrikel, 4 Plexus choroideus des III. Ventrikels, 5 Aqueductus mesencephali, 6 vierter Ventrikel, 7 Plexus choroideus des IV. Ventrikels.

Äußere Liquorräume (hellblau): 8 Apertura mediana des IV. Ventrikels, 9 Cisterna cerebellomedullaris = Cisterna magna (zwischen Kleinhirn und Medulla oblongata), 10 Cisterna ambiens (zwischen Kleinhirn und Mittelhirn an der Spitze des Tentoriums), 11 Cisterna pontomedullaris (zwischen Unterrand des Pons und Medulla oblongata), 12 Cisterna interpeduncularis (zwischen den beiden Hirnschenkeln), 13 Cisterna chiasmatica (um das Chiasma opticum herum), 14 Granulationes arachnoideae.

Sinus durae matris (dunkelblau): 15 Sinus sagittalis superior, 16 Sinus rectus, 17 Confluens sinuum.



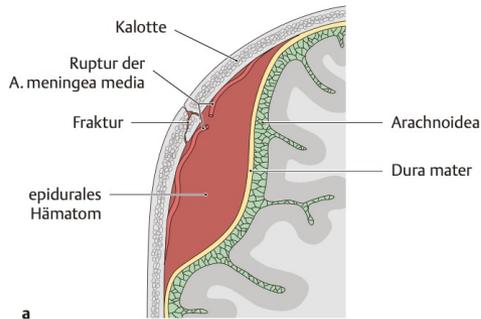
aus: Neuroanatomie. Trepel



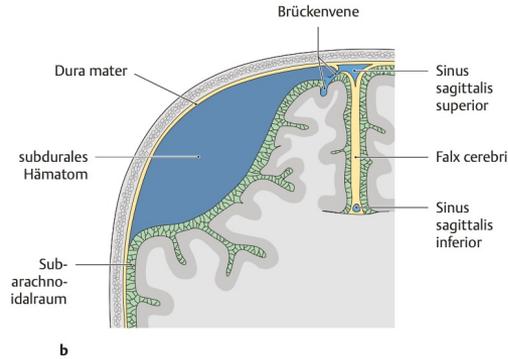
Liquor wird vom Plexus choroideus in den 4 Hirnventrikeln (innerer Liquorraum) gebildet und fließt über Öffnungen im 4. Ventrikels in den äußeren Liquorraum (Subarachnoidealraum). Der Hauptanteil der Resorption des Liquors erfolgt über Ausstülpungen des Subarachnoidealraums (Granulationes arachnoideae) in die Sinusse, also das venöse System des Gehirns. Der Abfluss von Liquor über die Spinalwurzeln am Rückenmark ist ein Nebenweg der Resorption. Da die Arachnoidea mater das Gehirn überspannt kommt es an einigen Stellen zu "Liquor-Taschen", also erweiterten Subarachnoidealräumen, sogenannte Cisternen (vgl. Nr. 9, 12 usw)

Hirnblutungen

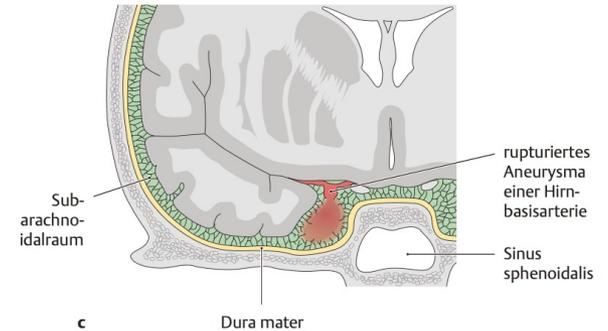
Epiduralblutung



Subduralblutung



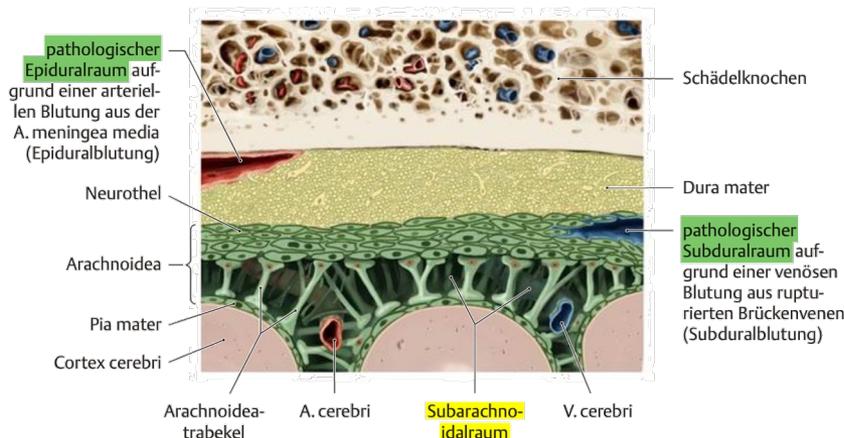
Subarachnoidalblutung



Blutung oberhalb der Dura mater („Epi-“), i.d.R. durch den Riss der Arteria meningea media (arterielles Blut!)

Blutung unterhalb der Dura mater („Sub-“), somit zwischen Dura und Arachnoidea mater. Ausgelöst durch den Abriss einer Brückenvene (venöses Blut!)

Riss einer Hirnbasisarterie (s. Circulus arteriosus Willisi), meist durch Aneurysma. Da die Gefäße im Subarachnoidalraum verlaufen blutet es dort hinein (blutiger Liquor!)



aus: Prometheus, Kopf, Hals, Neuroanatomie

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!