

## Nervensystem

### Gehirn (ca. 1300 – 1400g)

	Muskelgewebe	Hirngewebe
H2O	75%	78%
Lipide	4%	10%
Proteine	18%	8%
⋮	⋮	⋮

Qualität des Gehirns ist nicht anhand der Zusammensetzung zu erklären

### Einteilung

#### (1) funktionelle Einteilung

willkürlich ↔ unwillkürlich (= autonom oder vegetativ)

#### (2) anatomische Einteilung

a) ZNS – zentrales Nervensystem:

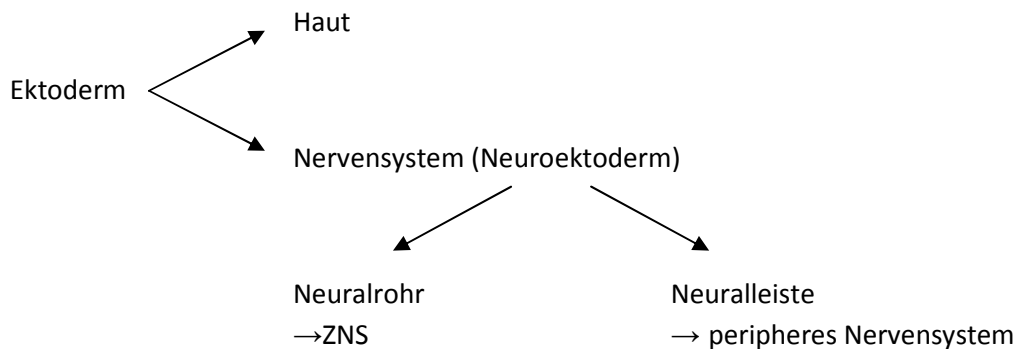
1. Gehirn
  2. Rückenmark
- } Produkte des **Neuralrohrs**

b) peripheres Nervensystem → Produkt der **Neuralleisten**

### Embryonalentwicklung

Nach der Neuralabfaltung der dreikeimblättrigen Keimscheibe entsteht das **Neuralrohr**

→ aus diesem wachsen die **Neuralleisten** aus



**Neuralrohr**

- kranialer Anteil des Neuralrohrs erweitert sich in spezifischer Weise
  - **3 primäre Hirnbläschen**
    - **Prosencephalon** (Vorderhirn)
    - **Mesencephalon** (Mittelhirn)
    - **Rhombencephalon** (Rautenhirn)
  
- Neuralrohr faltet sich im kranialen Bereich ab:
  - **Nackenbeuge** (zwischen Rhombencephalon und Rückenmark)
  - **Scheitelbeuge** (im Bereich des Mesencephalon am Übergang zum Rhombencephalon)

→ weitere Differenzierungsschritte

**Ausbildung der definierten Hirnabschnitte**

→ **5 sekundäre Hirnbläschen** (definieren die späteren Hirnanteile):

- **Proencephalon:**
  - **Telencephalon** (= Endhirn/ Großhirn)
    - wächst um den Rest herum → bildet Cortex oder Pallidum
  - **Diencephalon** (Zwischenhirn)
    - Hypothalamus
    - thalamische Anteile (Thalamus)
    - Retina
    - Epiphyse

}

Teile des Diencephalon
  
- **Mesencephalon:** hier findet keine Aufteilung statt (Mittelhirn)
  - Vierhügelplatte
  
- **Rhombencephalon:**
  - **Metencephalon** (Nachhirn)
    - Cerebellum (Kleinhirn)
    - Pons (Brücke)
  - **Myelencephalon** (Markhirn)
    - Übergang zum Rückenmark
    - Medulla oblongata

**Brückenbeuge**

→ Mittelhirn beugt sich nach ventral (verschwindet mit der Zeit wieder)

Die makroskopische Struktur des adulten menschlichen Gehirns ist schließlich durch das extreme Wachstum des Telencephalons bestimmt → es überwächst die anderen Hirnanteile in einer nach hinten/ unten geschwungene Richtung

→ weitere Oberflächenvergrößerung durch die Ausbildung von...

- Gyri (sg. Gyrus) = Hirnwindungen
- Sulci = Hirnfurchen

→ die Ausbildung von Sulci und Gyri ist regelhaft aber individuell!!!

**Entstehung der Hirnventrikel (innere Liquorräume)**

Hirnventrikel entstehen aus dem Lumen der Hirnbläschen bzw. des Neuralrohrs

**1. und 2. Ventrikel** → im Telencephalon

(werden Seitenventrikel genannt)

**3. Ventrikel** → im Diencephalon

**4. Ventrikel** → im Rhombencephalon

Liquor unterliegt einer ständigen Produktion und Resorption

**Zellen im Nervensystem**

- **Neurone** (aus Neuroblasten)
  - postmitotisch → keine Teilung mehr
  - zur Generierung und Weiterleitung von Aktionspotenzialen befähigt

ektodermalen Ursprungs

- **Gliazellen** (Stütz- und Haltezellen)

#### zentrale Gliazellen:

<u>Name</u>	<u>Funktion</u>
Astrozyten	Blut-Hirn-schranke
Oligodendrozyten	Myelinscheide
Mikrogliazellen	Immunabwehr
Ependymzellen	kleiden innere Ventrikel aus

#### periphere Gliazellen:

Schwann'sche Zellen	Myelinscheide
Mantelzellen im Bereich von peripheren Ganglien	

**→ Alle ektodermalen Ursprungs!!!**

## Aufbau Neuron

1. Soma = Zelleib
2. Cytoplasma
3. Neuriten (Dendriten/Axone)
4. postsynaptische Endigungen
5. Axon
6. Präsynaptische Endigungen
7. Axonhügel (generiert AP)
8. Dendriten (baumförmig)

↓  
I  
N  
F  
O  
R  
M  
A  
T  
I  
O  
N  
S  
F  
L  
U  
S  
S

## Afferenzen

- „afferent“
- Nervenzellen laufen auf das ZNS = dendritisch
- Information läuft auf die Zelle zu = dendritisch
- „von der Peripherie ins Hirn / auf die Zelle“
- z.B. Fühlen, Emotionen
- „Empfangsstrecke“

## Efferenzen

- „efferent“
- Nervenzellen laufen vom Hirn weg = axonal
- Informationen laufen von der Zelle weg = axonal
- z.B. Muskelbewegungen
- „Leitungsstrecke“

## Zusammenspiel von Neuronen und Glia

- Axone werden von Gliazellen umgeben
  - ermöglichen Weiterleitung
  - „Isolierung“
  - „erhöht Schnelligkeit“

### **a) im peripheren Nervensystem**

1. Schwann'sche Zellen in der Peripherie = Myelinscheide
2. saltatorische Erregungsleitung

→ depolarisiert nur an den Ranvier'schen Schnürringen

3. Axon

Motorische Efferenz



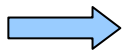
Schmerzfasern Afferenz



vegetatives Axon, s.h. nur eine



- dickste Myelinscheide → schnellste Weiterleitung
- welches Axon hat dicke Myelinscheide? → Motorische Axone

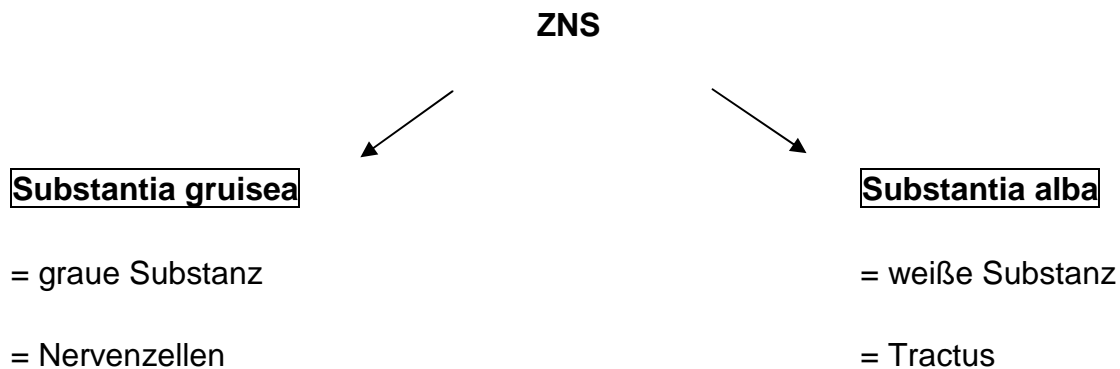


Nervenzelle = Axonbündel (Schnitt: Axon, Gliazellen, BW)

### **b) im zentralen Nervensystem**

1. Oligodendrozyten entsprechen Schwann'schen Zellen
2. Axon

 Tractus (Schnitt: Axonbündel, Glia, teilweise BW)



## graue und weiße Substanz

→ im Gehirn

- graue Substanz außen: Hirnrinde aus Neuronen
- graue Substanzbereiche innen: Kerngebiete
- weiße Substanz: zwischen den Kerngebieten

→ im Rückenmark

- graue Substanz innen: „Schmetterling“
- weiße Substanz außen

**Tractus** (der weißen Substanz)

- rechte  $\longleftrightarrow$  linke Hirnhälfte: **Kommisurenbahnen** (Corpus callosum)
- innerhalb einer Hirnhälfte: **Assoziationsbahnen**
- Peripherie  $\longleftrightarrow$  ZNS: **Projektionsbahnen** (z.B. Pyramidenbahn)

**Verbindungen zwischen Nervenzellen (= Synapsen)**

- a) elektrische Synapsen (sehr selten)
- b) chemische Synapsen (z.B. an motorischer Endplatte)

→ Flussrichtung der Information bleibt erhalten → polarer Aufbau der Synapsen (prä- und postsynaptisch)

**Chemische Synapsen:**

elektrisches Signal wird kurzzeitig umgewandelt in ein chemisches Signal

→ Neurotransmitterfreisetzung

- Dopamin
  - Serotonin
  - Glutamat
  - Acetylcholin
  - Adrenalin/ Noradrenalin
- } erregend
- 
- GABA (Gamma-Amino-Buttersäure)
  - Glycin
- } hemmend



### Einteilung des ZNS

- Hirnstamm
- **Medulla spinalis** (Rückenmark)
  - **Medulla oblongata** (verlängertes Rückenmark)
  - **Pons** (Brücke) und **Cerebellum** (Kleinhirn)
  - **Mesencephalon** (Mittelhirn)
    - Tectum (Vierhügelplatte)
    - Tegmentum (Basis)
  - **Diencephalon** (Zwischenhirn)
    - Hypothalamus
    - Neurohypophyse
    - Retina
    - Teile des Thalamus
    - ...
  - **Telencephalon** (Cerebrum/ Großhirn)
    - Hemisphären
    - Kerngebiete
    - Globus pallidus
    - Nucleus caudatus
    - Putamen
- } Rhombencephalon

### Einteilung des Großhirns (von außen nach innen)

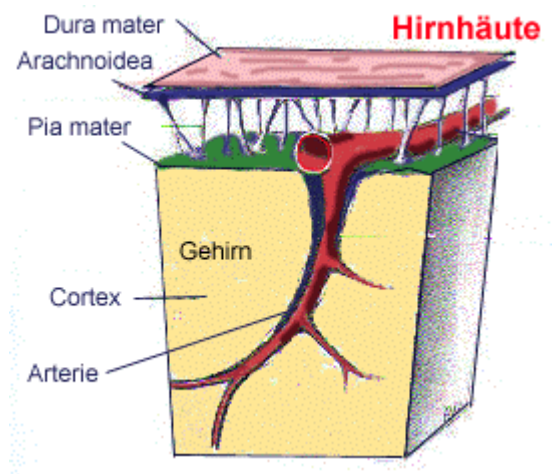
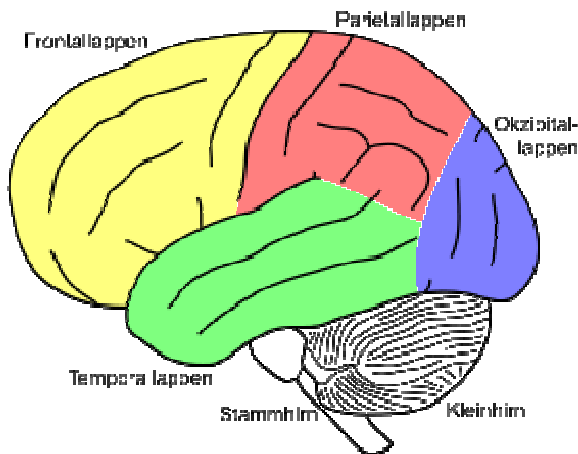
- Kopfhaut
- Galea aponeurotica (Verschiebeschicht)
- Knochen (Kalotte)
- Hirnhäute
- Gehirn und Duraduplikaturen (Bsp.: Falx cerebri) → Einteilung des Kalotteninnenraumes und Fixierung des Hirns

### Landmarken zur Einteilung des Großhirns

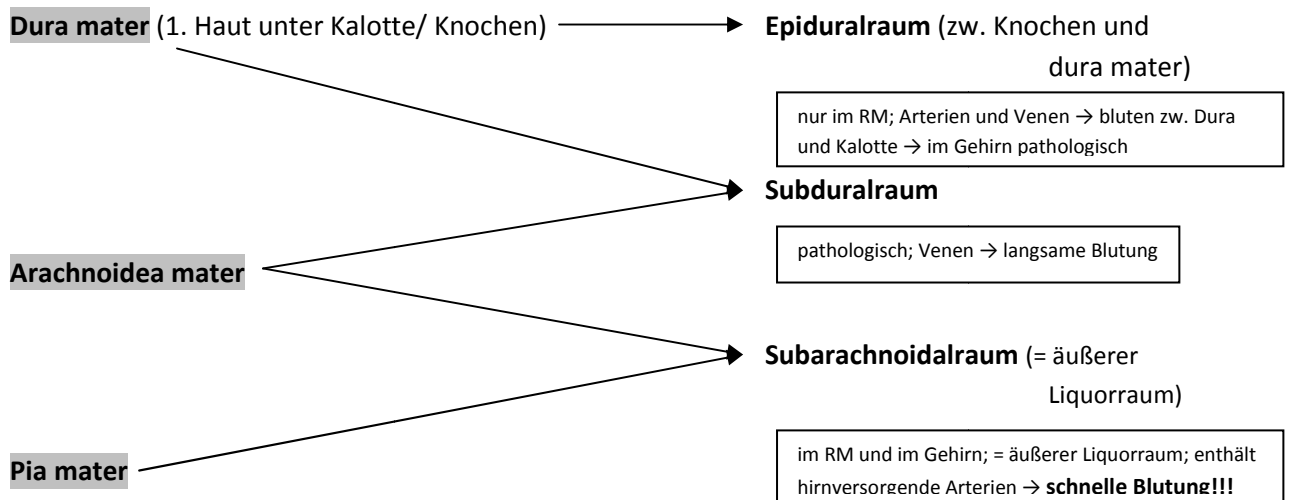
- (1) **Fissura longitudinalis cerebri** → Unterteilung von rechter und linker Hemisphäre nach kaudal durch corpus callosum begrenzt
- (2) **Fissura lateralis**
- (3) **Sulcus centralis**
  - ➔ Gyrus präcentralis (motorisch)
  - ➔ Gyrus postcentralis (sensorisch)
- (4) **Sulcus parietooccipitalis** (an der Medianseite der Hemisphären)

## Hirnlappen

- a) **Lobus frontalis:** Frontalpol → sulcus centralis  
→ primär motorisches Zentrum (Gyrus präcentralis)
- b) **Lobus parietalis:** Sulcus centralis → lateral verlängerter sulcus parietooccipitalis  
→ primär sensorisches Zentrum (Gyrus postcentralis)
- c) **Lobus occipitalis:** Verlängerung sulcus parietooccipitalis → hinterer Hirnpol  
→ primäres Sehzentrum (Sulcus calcarinus)
- d) **Lobus temporalis:** Fissura lateralis → Temporalpol des Hirns  
→ primäres Hörzentrum  
(Heschl'sche Querwindungen)



## Hirnhäute & Liquorräume



**Innere Liquorräume (Bildung des Liquors)**

**1. & 2. Ventrikel**

(im rechten und linken Telencephalon)

- Cornu frontalis (Pars centralis)
- Cornu temporale
- Cornu occipitale

Foramen interventricular

**3. Ventrikel**

(Diencephalon)

rechts und links von medialem Thalamus und Hypothalamus begrenzt

Aquäduktus mesencephali

**4. Ventrikel**

(Rhombencephalon)

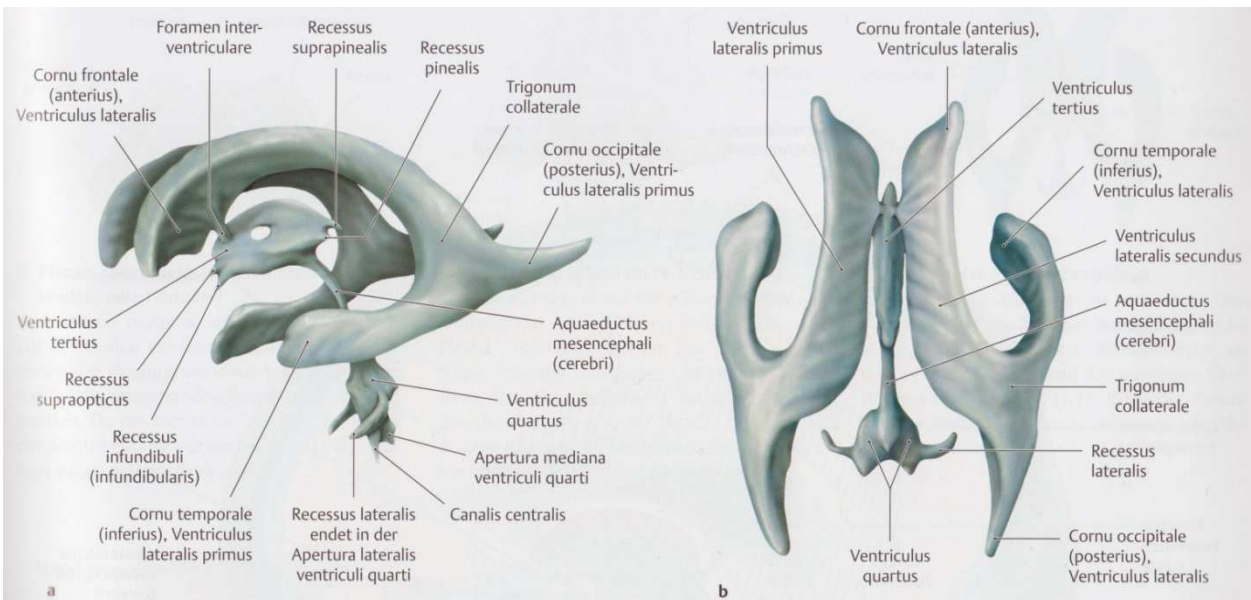
unter dem Cerebellum

Canalis centralis (obliteriert häufig)

- Apertura lateralis (= Foramen Luschkae) 2x
- Apertura mediana (= Foramen Magendii) 1x

Rückenmark

äußerer Liquorraum

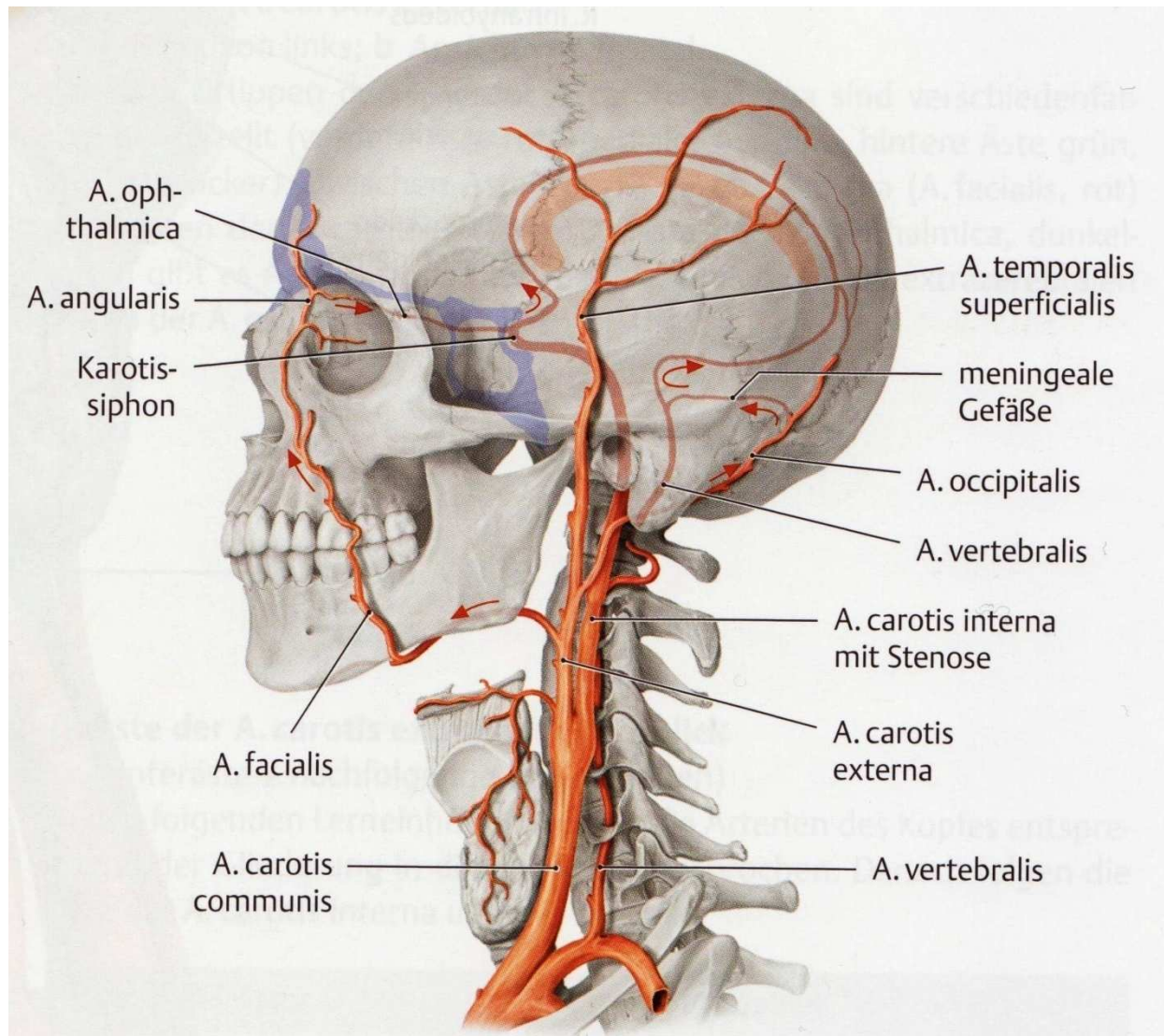


### Produktion von Liquor

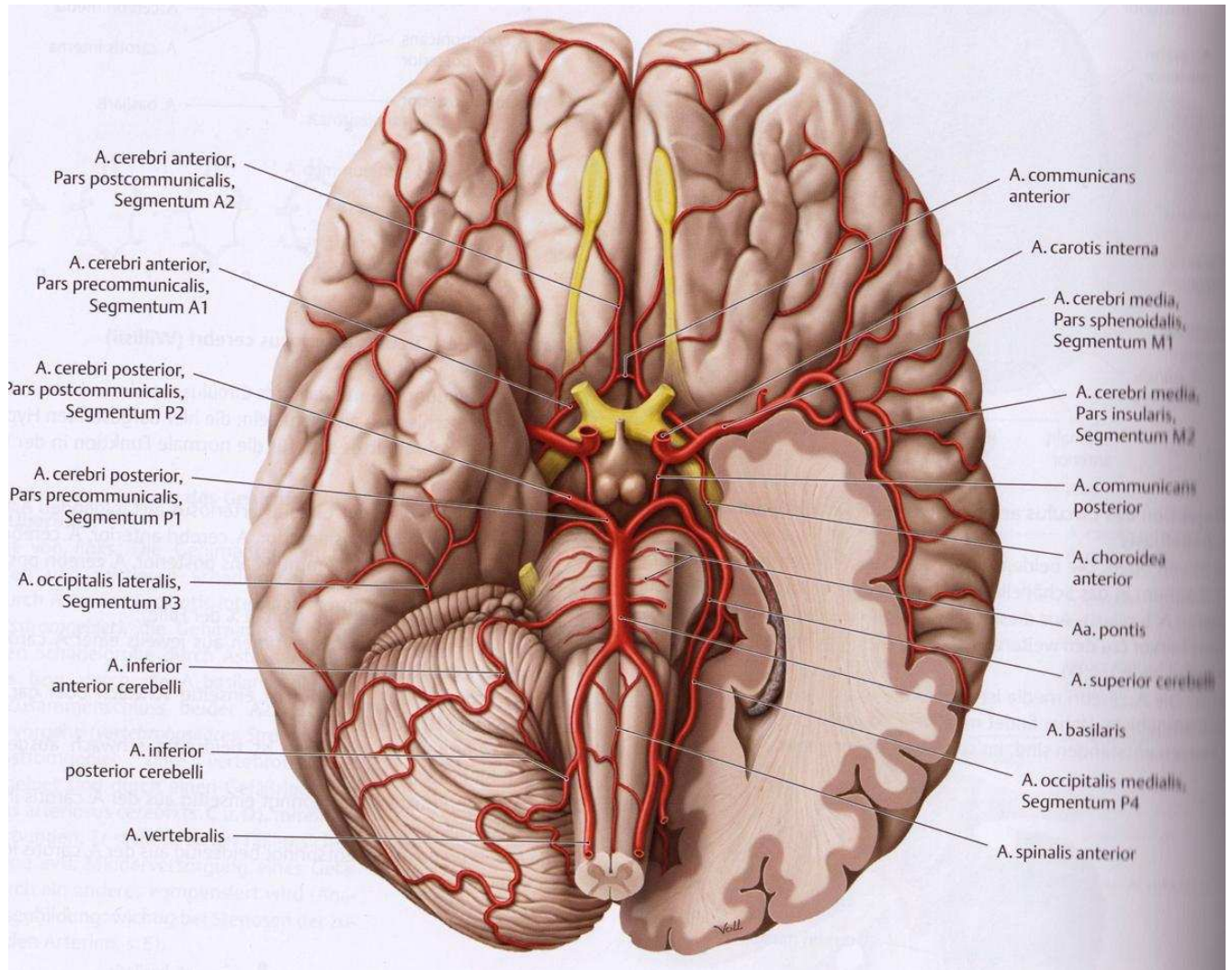
- 150 – 200ml befinden sich in den Ventrikeln
- klare, glucosehaltige, isotone Flüssigkeit
- 500 – 600ml werden pro Tag produziert und resorbiert
  - **Produktion** wird vom **Plexus choroideus** übernommen (spezialisierte Gefäßknäuls, die in alle Ventrikel hineinragen)
  - **Resorption** über die **Granulationes arachnoidales** (pilzartige Wucherungen der Arachnoidea, die in den großen venösen Blutleiter des Schädels (sinus sagittalis sup.) hineinragen)

### Arterielle Versorgung des Gehirns

- **A. vertebralis dextra und sinistra**
- **A. carotis interna dextra und sinistra**



→ **Circulus arteriosus Cerebri (Willisii):**



**Schematisch:**

**Versorgungsgebiete der Hirnarterien:**

**A. cerebri anterior** —————> beide ziehen von vorne in die Fissura longitudinalis cerebri

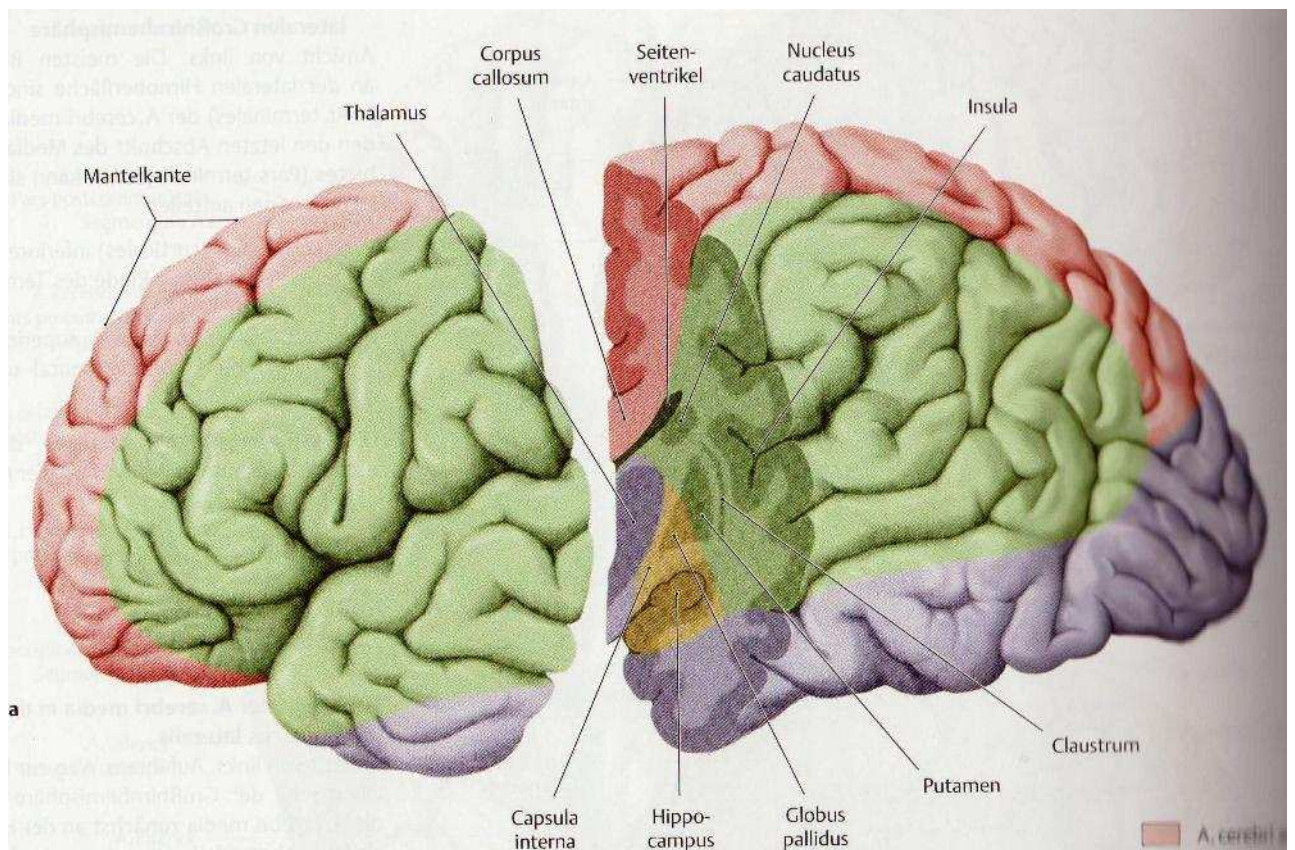
- **Lobus frontalis**
- **Lobus parietalis** (insbesondere die Mantelkante)

**A. cerebri media** —————> ziehen in die Fissura lateralis cerebri

- äußeren Anteile des **Lobus parietalis**
- **Lobus temporalis**
- Großteil der sog. **Stammganglien** und der **Capsula interna** (Projektionsbahnen)

**A. cerebri posterior** —————> zieht um den Hirnstamm zwischen Cerebellum und Lobus occipitalis

- **Lobus occipitalis**
- **basale Teile des Lobus temporalis**



## Venöser Abfluss des Gehirns

### Drei Gruppen von venösen Gefäßsystemen:

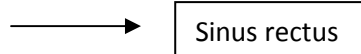
1) Äußere Hirnvenen:

- Vv. cerebri superiores (Rinde)
- Vv. cerebri inferiores

münden in die sinus durae matris

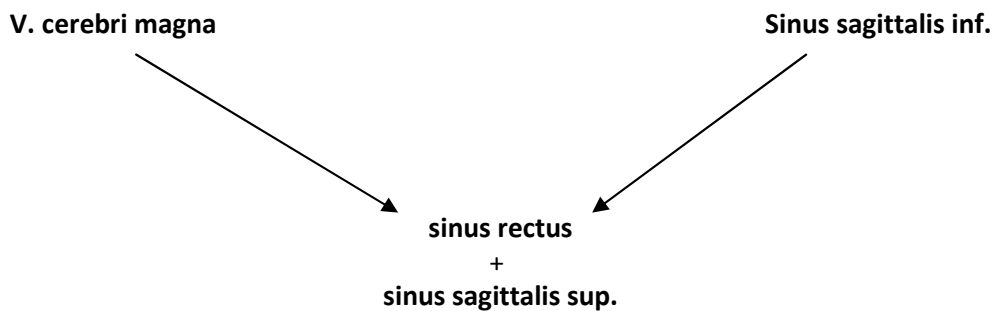
2) Innere Hirnvenen:

- führen Blut aus den tiefen Hirnanteilen und münden schließlich in die Vena cerebri magna

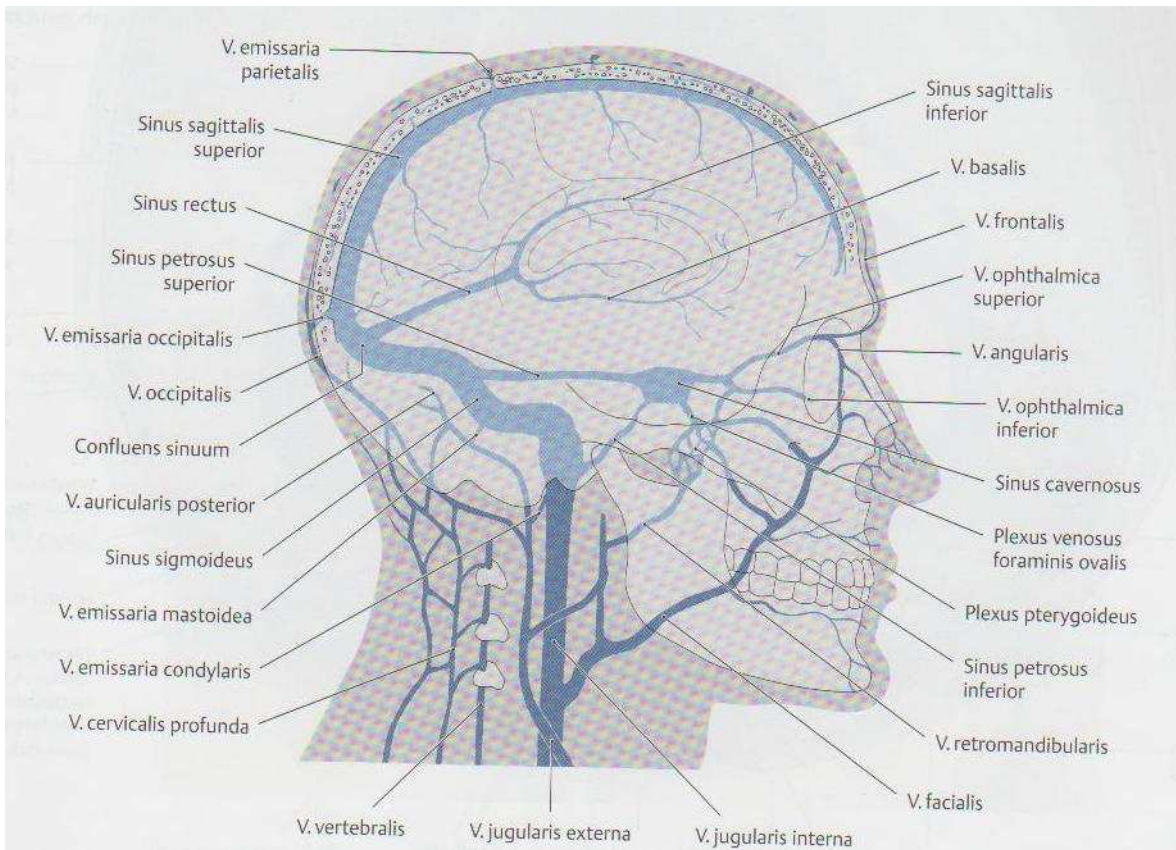


3) Sinus durae matris

- v-förmige Blutleiter, die aus den Blättern der Dura mater gebildet werden:
  - klappenlos
  - keine Muskelschicht



→ fließen zusammen zum Foramen jugulare und bilden die V. jugularis interna



## Peripheres Nervensystem

entstanden aus der Neuralleiste (überwiegend) – außer Hirnnerven

besteht aus:

- ✚ **Hirnnerven** (außer N. olfactorius (I) und N. opticus (II))
- ✚ **Ganglien**
- ✚ **Rezeptoren** (beispielsweise aus der Haut)
- ✚ **periphere Nerven** = Axone, Myelinscheiden und Bindegewebe (Startpunkt ist das Rückenmark)

...

## Periphere Nerven

**Aufbau:**

- Bündel von Axonen (Afferenzen und Efferenzen)
- Myelinscheide (Schwann'sche Zellen)
- Bindegewebe

**Ursprung:** **Spinalnerv** → treten segmental aus den jeweiligen Rückenmarksegmenten aus (Foramen intervertebrale) → segmentale Gliederung



- R. ventralis und R. dorsalis innervieren am Körperstamm (Rumpf) segmental die Peripherie
- Für die Versorgung der Extremitäten lagern sich die Rami ventrales mehrerer Segmente zusammen; die Axone unterschiedlicher Segmente vermischen sich und bilden daraus dann periphere Nerven → Plexusbildung:
  - Plexus brachialis (Arme)
  - Plexus lumbosacralis (Beine)