



# Das Nervensystem



Unterrichtspräsentation zu:

Menche, N. (Hrsg.) Biologie Anatomie Physiologie

Huch, R. & Jürgens, K.D. (Hrsg.) Mensch Körper Krankheit

Januar 2023

Erstellt von Dr. Sieglinde Müller



# 1 Aufgaben und Organisation des Nervensystems

## 1.1 Aufgaben des Nervensystems

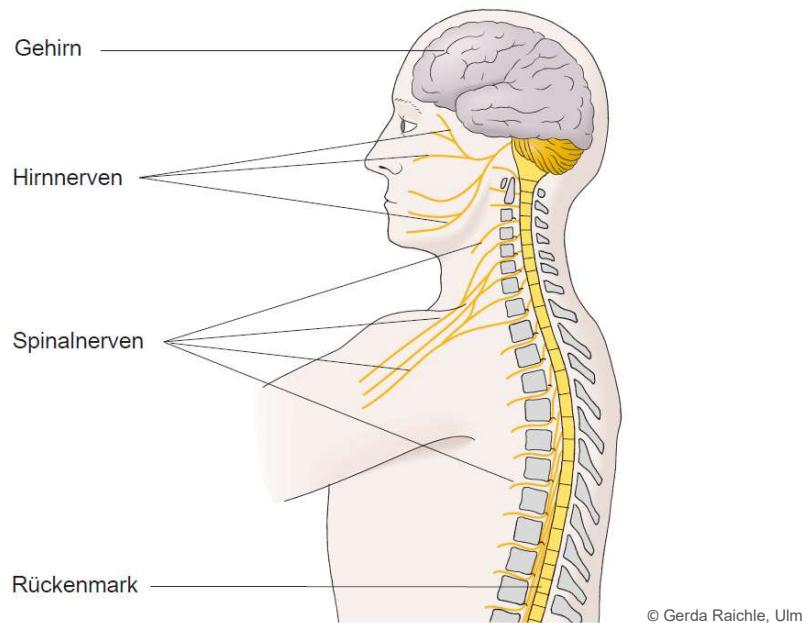
- Erfasst mit spezialisierten Messfühlern (Sinnessensoren) Informationen aus dem Körper und der Umwelt
- Übermittelt Informationen über afferente (hinführende) Nervenfasern an das ZNS (zentrales Nervensystem)
- Verarbeitet und speichert Informationen
- Antwortet über efferente (wegführende) Nervenfasern mit entsprechenden Reaktionen
- ZNS arbeitet mit dem Hormonsystem zusammen → Leistungen aller Organsysteme werden geregelt, angepasst und koordiniert

# 1.2 Organisation des Nervensystems

## Einteilung

- Zentrales Nervensystem (ZNS)
  - Gehirn
  - Rückenmark
- Peripheres Nervensystem (PNS)
  - Alle Nervenzellen und Nervenbahnen außerhalb des ZNS
- Willkürliches Nervensystem
  - Dem Bewusstsein und Willen unterworfen
  - Bewegungssteuerung
- Unwillkürliches (vegetatives) Nervensystem
  - Durch den Willen nur wenig beeinflussbar
  - Regulation der Organfunktionen

# 1.2 Organisation des Nervensystems



© Gerda Raichle, Ulm

## Zentrales und peripheres Nervensystem

Gehirn und Rückenmark gehören zum zentralen, Hirn- und Spinalnerven zum peripheren Nervensystem.

# 2 Funktion des Neurons

## Fachterminus

- Neuron

## Besonderheiten

- Kann Informationen in Form von elektrischen Signalen aufnehmen, verarbeiten und weiterleiten
- Signalaufnahme und Weitergabe erfolgt durch spezielle Kontaktstellen

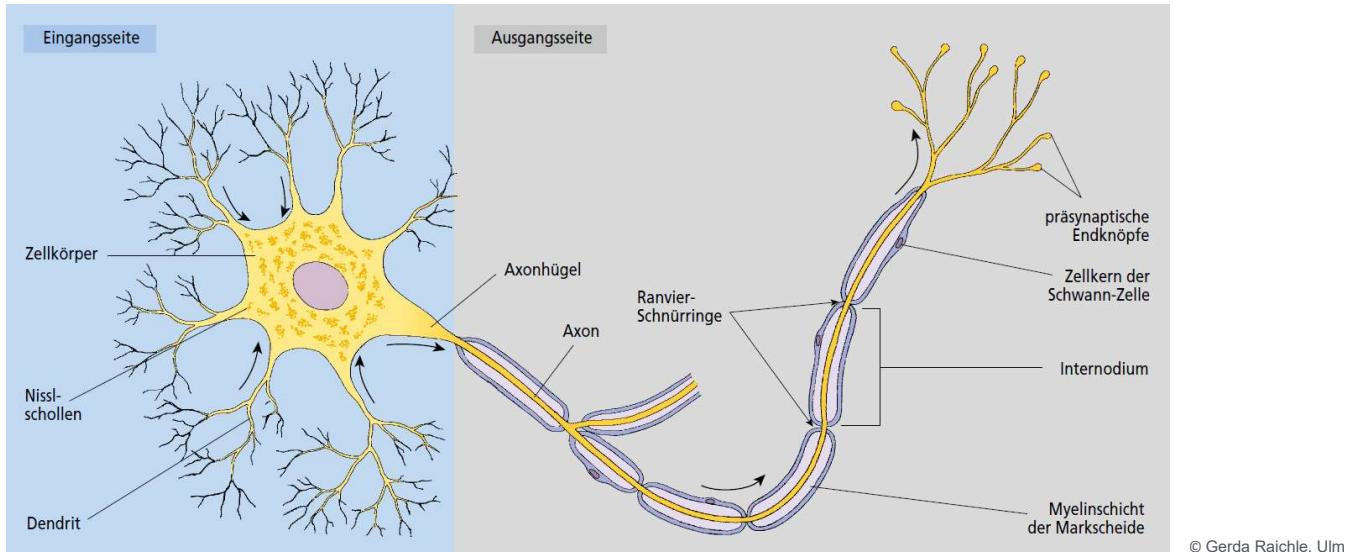
## Aufbau

- „Eingangsseite“ → empfängt Signale
- „Ausgangsseite“ → gibt Signale an andere Zellen ab

## Physikalische Grundlage

- Nervenzelle benötigt mindestens zwei Zustände, um einen elektrischen Impuls übersetzen zu können → „Aus“ = Ruhezustand und „An“ = Aktionszustand

## 2. Funktion des Neurons



© Gerda Raichle, Ulm

### Aufbau eines Neurons

Die linke, hellblaue unterlegte Bildhälfte stellt die „Eingangsseite“ des Neurons dar, wo Informationen aufgenommen werden; die rechte, grau hinterlegte Bildhälfte die „Ausgangsseite“, die Informationen fortleitet – zu anderen Nerven-, Drüsen- oder Muskelzellen. Die Pfeile geben die Richtung der Erregungsleitung von den Dendriten über den Zellkörper zum Axon an.

## 2.1 Ruhepotenzial

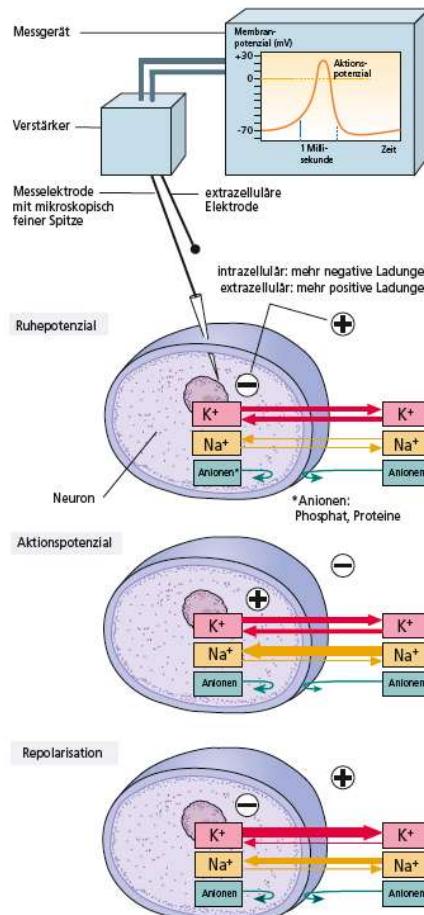
Im Neuron liegt eine elektrische Spannung zwischen Zellinnenraum und Außenraum → „(Ruhe-)membranpotenzial“:

- Beträgt -70 mV
- Zellinneres ist negativ geladen (negatives Vorzeichen)
- Natrium-Kalium-Pumpe sorgt für die unterschiedlichen Ionenkonzentrationen
  - Natrium-Ionen werden ständig aus der Zelle hinaus gepumpt
  - Kalium-Ionen werden ständig in die Zelle hineingepumpt
- Zellmembran ist für Kalium-Ionen 10-mal stärker durchlässig als für Natrium-Ionen

## 2.1 Ruhepotenzial

### Ladungsverhältnisse an der Zellmembran eines Neurons

Während des Ruhepotenzials, das im Wesentlichen durch Kaliumdiffusion durch die Zellmembran verursacht ist, ist das Zellinnere negativ gegenüber dem Außenraum geladen. Bei ausreichender Reizstärke nimmt plötzlich die Membranleitfähigkeit für Natrium zu, und ein Aktionspotenzial entsteht. Am Höhepunkt dieser Ladungsumkehr nimmt die Membranleitfähigkeit für Natrium wieder ab, und es kommt zu einem verstärkten Kaliumausstrom: Die Ladungsverhältnisse kehren sich wieder um (Repolarisierung).



## 2.2 Generatorpotenzial

Werden Synapsen an der Eingangsseite aktiv, erfolgt eine sofortige Änderung des Membranpotenzials.

- Membranpotenzial wird fein reguliert
  - Manche Synapsen lassen Membranpotenzial ansteigen → Depolarisation
  - Andere Synapsen senken das Membranpotenzial weiter ab → Hyperpolarisation
- Erreicht das Generatorpotenzial einen Schwellenwert → Auslösung eines Aktionspotenzials
- Bleibt das Generatorpotenzial unterhalb eines Schwellenwerts → es passiert nichts
- Generatorpotenzial
  - Zeitraum, in dem das Membranpotenzial den Schwellenwert noch nicht erreicht hat

## 2.3 Aktionspotenzial

Bei Erreichen eines Schwellenwerts erfolgt schlagartig ein Aktionspotenzial:

- Funktioniert nach dem *Alles-oder-Nichts-Prinzip*
- Vorgang
  - Natriumkanäle öffnen sich → Natriumionen strömen in Zelle ein → Ladungsverhältnisse kehren sich um → Membranpotential von +30 mV ist entstanden, » „Aktionspotenzial“ ist entstanden
- Aktionspotenzial wird über das Axon zu den Synapsen weitergeleitet

## 2.4 Repolarisation und Refraktärperiode

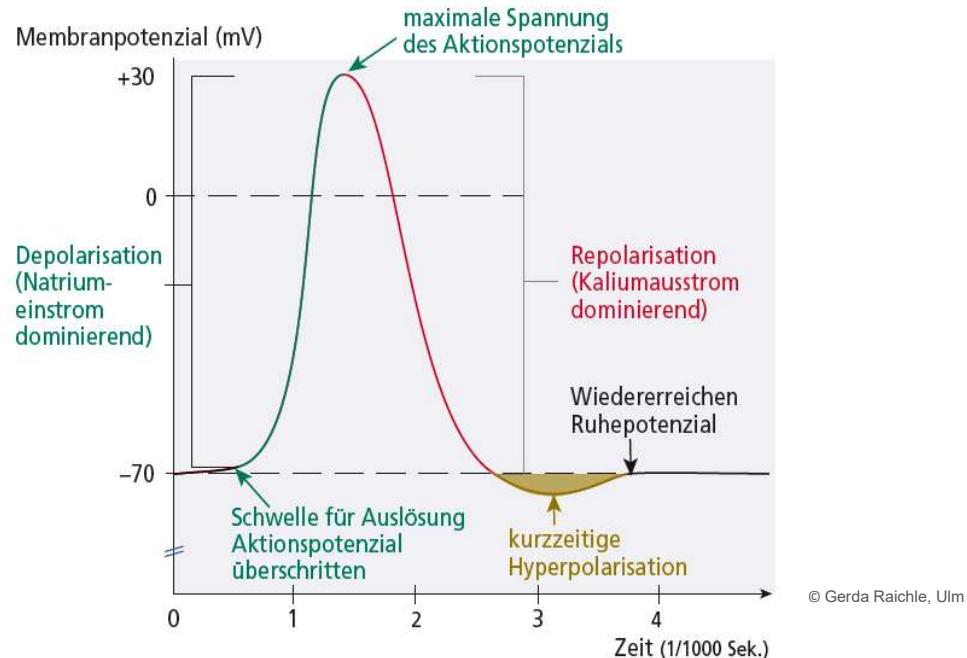
### Repolarisierung:

- Ist notwendig, um nach einem Aktionspotenzial den Ruhezustand wieder herzustellen
- Ionenkonzentration geht wieder aktiv in den ursprünglichen Zustand zurück → Dauer: 1 ms

### Refraktärperiode:

- Zeit während und unmittelbar nach einem Aktionspotenzial
- Neuron ist hier nicht erneut erregbar
- Schützt die Neuronen vor einer Dauererregung

## 2.4 Repolarisation und Refraktärperiode



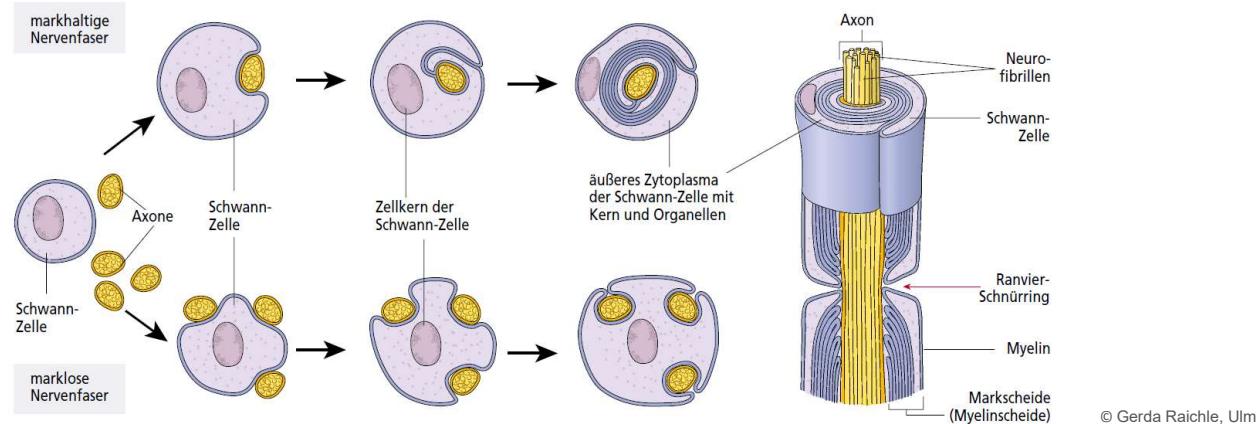
Der Spannungsverlauf an der Zellmembran bei Ablauf eines Aktionspotenzials

## 2.5 Fortleitung von Nervensignalen

Aktionspotenziale werden an der Nervenzellmembran fortgeleitet.

- Ablauf:
  - Spannungsunterschied führt zu einem elektrischen Stromfluss vom positiven zum negativen Bereich → Aktionspotenziale wandern durch das Axon zum nächsten Neuron
- Unterschieden werden:
  - **Kontinuierliche Erregungsleitung**
    - Sehr langsam (0,5–3 m/s)
    - Findet sich bei sog. marklosen Axonen
  - **Saltatorische Erregungsleitung**
    - Sehr schnell (80 m/s)
    - Benötigt eine spezielle Isolierung des Axons mit sog. Markscheiden, die in regelmäßigen Abständen Einschnürungen bilden
    - Erregung springt von Schnürring zu Schnürring → saltatorische Erregungsleitung

## 2.5 Fortleitung von Nervensignalen



© Gerda Raichle, Ulm

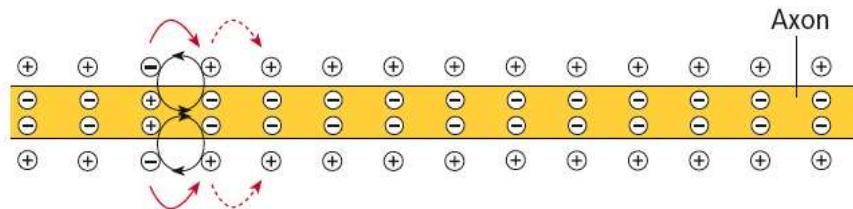
### Entwicklung einer marklosen und einer markhaltigen Nervenfaser

Bei markhaltigen Nervenfasern legt sich die Schwann-Zelle an das Axon an, umwickelt es und bildet durch mehrere Lagen ihrer Zellmembran die Myelinschicht. Bei marklosen Nervenfasern hingegen werden mehrere Axone von einer Schwann-Zelle umflossen, eine Myelinscheide bildet sich nicht.

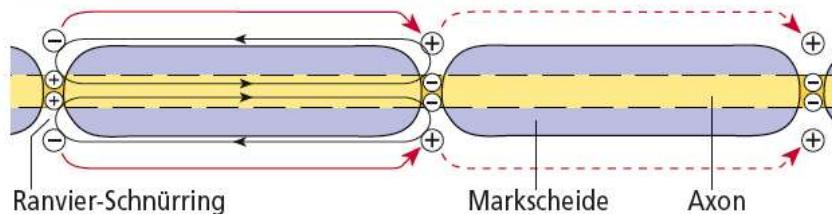
### Längsschnitt durch eine markhaltige Nervenfaser

## 2.5 Fortleitung von Nervensignalen

Kontinuierliche Erregungsausbreitung



Saltatorische Erregungsausbreitung



© Gerda Raichle, Ulm

**Oben:** Kontinuierliche Erregungsausbreitung einer marklosen Nervenzelle

**Unten:** Saltatorische Erregungsausbreitung einer markhaltigen Nervenzelle.

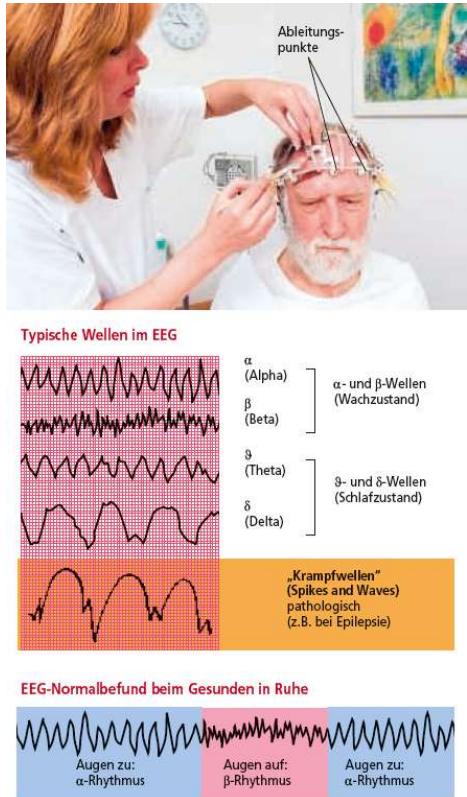
Die schwarzen Pfeile bezeichnen den elektrotonischen Stromfluss, die roten die Fortbewegung des Aktionspotenzials.

# 2.5 Fortleitung von Nervensignalen

## Medizinische Bezüge

- **EEG**
  - Hirntätigkeit geht mit Spannungsveränderungen einher
  - Diese können über Elektroden an der Kopfhaut schmerzfrei gemessen werden
  - Ergibt ein Wellenmuster → ist abhängig von der Hirnaktivität und Lebensalter
  - EEG zeigt bei Erkrankungen spezielle Veränderungen  
(z. B. „Spikes and Waves“ bei Epilepsien)
- **Epilepsie**
  - Unkontrollierte synchronisierte Nervenzellaktivität in einem bestimmten Hirnareal → alle Nervenzellen geben gleichzeitig Aktionspotenziale ab
  - Beschwerden sind abhängig von der betroffenen Hirnregion
  - Bekanntester Anfall: Grand-mal-Epilepsie mit Bewusstseinsverlust und Zuckungen der Extremitäten
- **Multiple Sklerose**
  - Die Markscheiden werden durch Autoimmunvorgänge angegriffen → Erregungsleitung wird langsamer oder durch Abbrechen des Axons ganz unterbrochen  
→ Lähmungsscheinungen und unterschiedliche neurologische Ausfälle

## 2.5 Fortleitung von Nervensignalen



### EEG (Elektroenzephalografie).

Über Kopfhautelektroden, die an definierten Positionen angebracht werden, lassen sich elektrische Spannungen der Hirnrinde aufzeichnen. Die noch schnelleren  $\gamma$ -Wellen (bei Konzentration) sind im normalen EEG-Ausdruck nicht zu erkennen.

© Gerda Raichle, Ulm

Erstellt von S. Müller, aktualisiert von A. Wiehage, Fröndenberg © Elsevier GmbH 2023, München

ClinicalKeyStudent für die Pflege – [www.clinicalkey.com/student/nursing](http://www.clinicalkey.com/student/nursing)

# 3 Zusammenarbeit von Neuronen

## 3.1 Erregungsleitung an den Synapsen

- Informationen werden weitergegeben
  - Von Neuron zu Neuron
  - Von Neuron zu anderen Zellen (z. B. Drüsen- oder Muskelzellen)
- Synapsen
  - Hier erfolgt die Informationsweitergabe
  - Verbinden das Axon eines Neurons mit dem Dendriten eines anderen Neurons
  - Synapse zwischen Axon und Muskelzellen » „Motorische Endplatte“

# 3.1 Erregungsüberleitung an den Synapsen

## Aufbau einer Synapse

- Präsynaptischer Endknopf
  - Gehört zur präsynaptischen Nervenzelle
  - Enthält Bläschen, die mit Neurotransmitter gefüllt sind
- Postsynaptische Membran
  - Gehört zur nachgeschalteten Zelle
  - Membran enthält Sensoren, an die sich Neurotransmitter binden können
- Synaptischer Spalt
  - Spalt zwischen präsynaptischer und postsynaptischer Zelle
  - Ist mit Extrazellulärflüssigkeit gefüllt

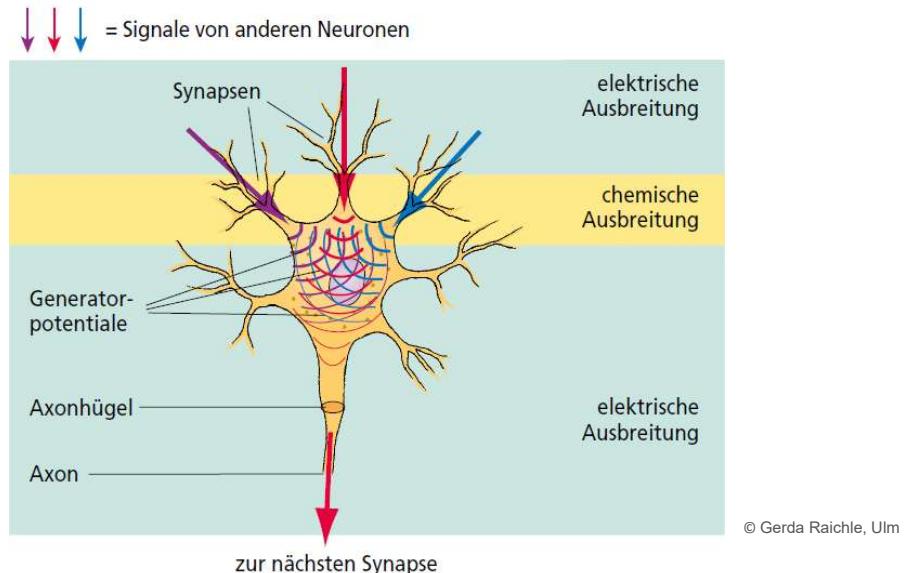
# 3.1 Erregungsüberleitung an den Synapsen



## Funktion einer Synapse

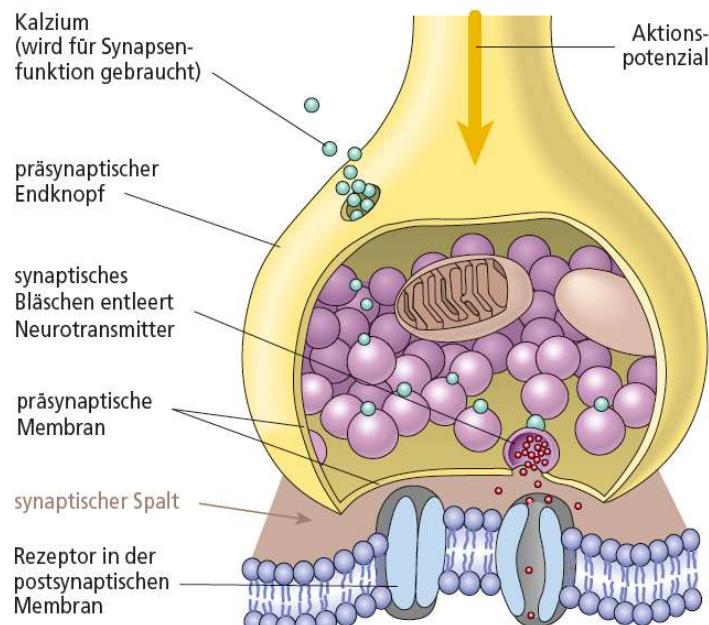
- Erregungsimpuls trifft auf die synaptischen Endknöpfe
  - Neurotransmitter (Überträgerstoff) wird in den synaptischen Spalt freigesetzt → Neurotransmitter bindet an Sensoren der postsynaptischen Membran → elektrischer Impuls an der nachgeschalteten Zelle
- Neurotransmitter wird nach der Reaktion schnell inaktiviert
  - Rücktransport in die präsynaptischen Endknöpfe

# 3.1 Erregungsüberleitung an den Synapsen



Die am Axon elektrisch fortgeleitete Erregung wird an der Synapse chemisch übertragen. An der Membran des nachgeschalteten Neurons werden die eingegangenen Informationen zunächst als Generatorpotenzial und dann als Aktionspotenzial wieder elektrisch weitergeleitet.

# 3.1 Erregungsüberleitung an den Synapsen

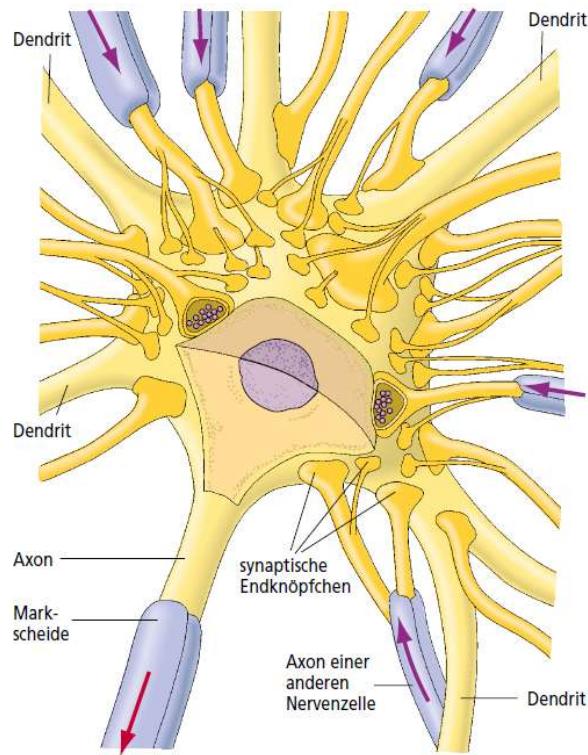


© Gerda Raichle, Ulm

## Aufbau einer Synapse

Bei Erregung werden die in den synaptischen Bläschen gespeicherten Neurotransmitter in den synaptischen Spalt freigesetzt. Auf der postsynaptischen Membran befinden sich Sensoren, an die sich der Transmitter anheftet.

### 3.1 Erregungsüberleitung an den Synapsen



© Gerda Raichle, Ulm

Die Oberfläche eines Nervenzellkörpers im ZNS ist fast völlig mit synaptischen Endknöpfchen bedeckt. Hunderte Synapsen beeinflussen die Leitfähigkeit und damit das Potenzial der postsynaptischen Membran, die sämtliche erregenden und hemmenden Impulse integriert.

## 3.2 Neurotransmitter

### Allgemeines

- **Botenstoffe** des Nervensystems
- Werden von präsynaptischen Endknöpfen freigesetzt
- Sind an der Steuerung unseres Befindens und Verhaltens beteiligt → haben zentrale Bedeutung für den Körper
- Es gibt unterschiedliche Neurotransmitter
- Stehen beim Gesunden in einem Gleichgewicht
- Klassische Neurotransmitter sind Aminosäuren oder deren Abkömmlinge (Ausnahme: Acetylcholin)

# 3.2 Neurotransmitter

## Klassische Neurotransmitter

- **Glutamat**
  - Häufigster Transmitter im ZNS
  - Beteiligung an Lern- und Gedächtnisfunktionen
- **Acetylcholin**
  - Erregungsübertragung vom efferenten Neuron zum Muskel (→ motorische Endplatte)
  - Spielt große Rolle im vegetativen (unwillkürlichen) Nervensystem
- **Noradrenalin**
  - Steuerung von Aufmerksamkeit und Wachheit
  - Dient v. a. den efferenten Neuronen des Sympathikus als Überträgerstoff
- **Serotonin**
  - Regelung von Körpertemperatur, Schlaf und des Gefühlsleben im ZNS
- **Dopamin**
  - Steuerung der emotionalen und geistigen Reaktionen sowie Bewegungsentwürfe
- **GABA (Gamma-Aminobuttersäure)**
  - Hemmender Neurotransmitter des ZNS

## 3.2 Neurotransmitter

### Medizinische Bezüge

- Neurologische und psychiatrische Erkrankungen, die durch Veränderungen im Neurotransmitterhaushalt (mit-)verursacht werden:
  - Depressionen
    - Mangel an Noradrenalin und Serotonin
  - ADHS (Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Syndrom) mit Störungen der Konzentration und Impulskontrolle und motorischer Unruhe
    - Störungen im Dopaminhaushalt
  - Parkinson-Syndrom
    - Ursache ist ein Untergang dopaminproduzierender Neurone im Mittelhirn
  - Schizophrenie
    - Funktionsstörung des Dopaminhaushalts
  - Migräne
    - Wahrscheinlich Störung des Serotoninhaushalts
- Psychopharmaka greifen häufig in den Neurotransmitterhaushalt ein

## 3.2 Neurotransmitter

### Neuropeptide

- Nehmen eine Zwischenstellung zwischen Neurotransmittern und Hormonen ein
- Bestehen aus langen Aminosäureketten
- Sind an der Steuerung von Hunger, Schlaf, Sexualtrieb, Gefühlen und Schmerzempfindungen beteiligt

### Beispiel

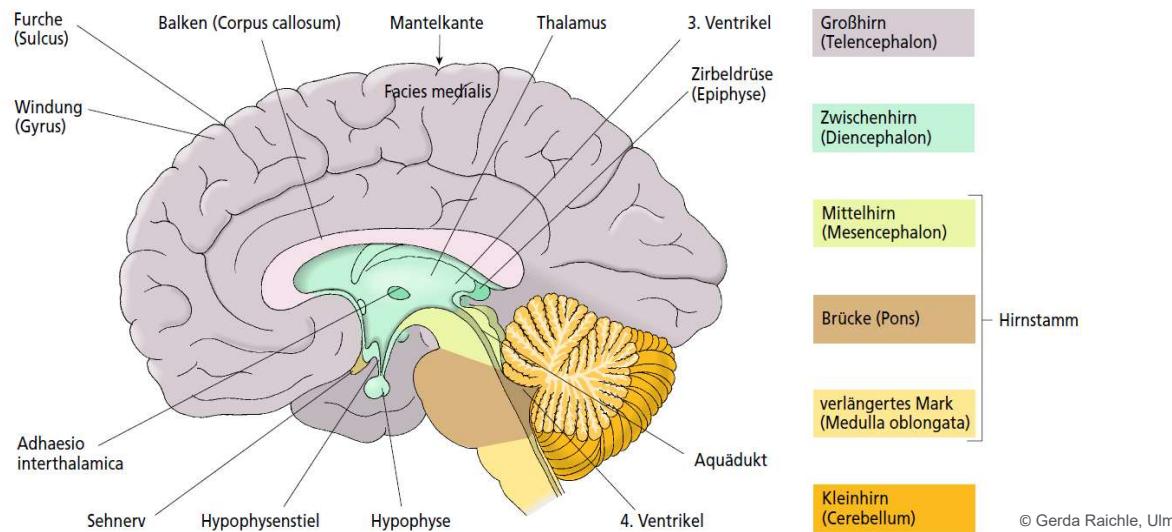
- Körpereigenes Opioid bzw. Endorphin
  - Bekanntestes Neuropeptid
  - Bindet wie Morphin und andere körperfremde Opiate (z. B. Heroin) an Opiatsensoren in den Membranen schmerzvermittelnder Neurone → verändert Schmerzaufnahme und -wahrnehmung
  - Ist am Zustandekommen von Glücksgefühlen beteiligt → Rauschwirkungen von Drogen

## 4. Gehirn im Überblick

Das Gehirn gliedert sich in:

- Großhirn
  - Zwischenhirn
  - Mittelhirn
  - Brücke
  - Verlängertes Mark
  - Kleinhirn
- 
- Hirnstamm

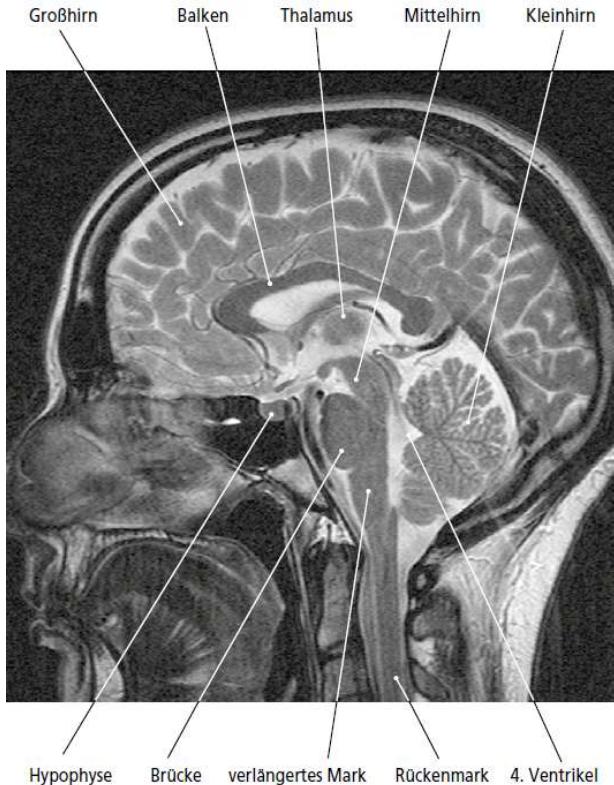
# 4 Gehirn im Überblick



© Gerda Raichle, Ulm

## Sagittalschnitt durch das Gehirn

# 4 Gehirn im Überblick



Sagittalschnitt durch den  
Kopf (Kernspintomogramm)

© Paulsen, F./Waschke, J.: Sobotta. Atlas der Anatomie des Menschen.  
Band 3: Kopf, Hals und Neuroanatomie

# 5. Großhirn

## 5.1 Aufbau des Großhirns

- Fachtermini
  - Cerebrum, Endhirn, Telencephalon
- Lage
  - Direkt unter der knöchernen Schädelkalotte
- Aufgaben
  - Sitz aller bewussten Empfindungen und Handlungen
  - Sitz aller „höheren“ Leistungen, z. B. Gedächtnis, Moralvorstellung und Kreativität

# 5.1 Aufbau des Großhirns

## Furchen und Lappen

- Die äußere Hirnoberfläche zeigt
  - Windungen (Gyri)
  - Furchen (Sulci) bzw. sehr tiefe Furchen (Fissuren)

## Beispiele

- Längsfurche (Fissura longitudinalis)
  - Teilung des Großhirns in die rechte und linke Großhirnhemisphäre
- Zentralfurche (Sulcus centralis)
  - Trennungslinie zwischen Stirnlappen und Scheitellappen
- Seitliche Großhirnfurche
  - Trennung des Schläfenlappens vom Scheitellappen
- Scheitel-Hinterhaupt-Furche
  - Begrenzung des Hinterhauptlappens nach vorn

# 5.1 Aufbau des Großhirns

## Die graue Substanz

- Entspricht der Großhirnrinde
- Bedeckt als dünne Schicht die gesamte Hirnoberfläche
- Enthält 70 % aller Neurone im Gehirn
- Aufbau in sechs Schichten
- Neurone mit ähnlicher Funktion liegen in Rindenfeldern zusammen
  - Unterschieden werden motorische, sensorische und Assoziationsfelder
- Weitere graue Substanz liegt in der Tiefe der weißen Substanz → Kerne (Nuclei)

# 5.1 Aufbau des Großhirns

## Die weiße Substanz

- Besteht aus Nervenfaserbündeln
- Verbindet verschiedene Hirnabschnitte miteinander
- Wird eingeteilt in
  - **Kommissurenbahnen**
    - Verbinden linke und rechte Gehirnhälfte miteinander
    - Größte Kommissurenbahn ist der Balken → verbindet die rechte und linke Gehirnhälfte miteinander
  - **Assoziationsbahnen**
    - Leiten Impulse innerhalb einer Hemisphäre hin und her
  - **Projektionsbahnen**
    - Verbinden Großhirn mit tiefer gelegenen Hirnabschnitten und dem Rückenmark

## 5.2 Rindenfelder des Großhirns

Unterschieden werden:

- **Motorische Rindenfelder**
  - Steuern die Skelettmuskulatur
  - Sind efferent → laufen von der Hirnrinde weg
- **Sensorische Rindenfelder**
  - Verarbeitung von Sinneseindrücken
  - Sind afferent → laufen von den Sinnessensoren zum Gehirn
- **Assoziationsfelder**
  - Verknüpfen verschiedene Rindenfelder untereinander → ermöglichen die Erfassung komplexer Sinneseindrücke

# 5.2 Rindenfelder des Großhirns

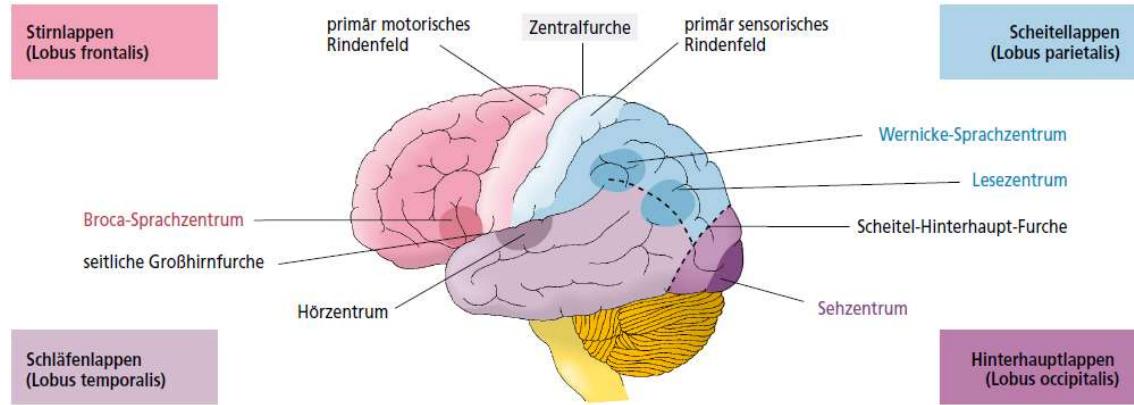
## Primäre Rindenfelder

- Primär motorische Rindenfelder
  - Steuerung bewusster Bewegungen
  - Befinden sich in der vorderen Zentralwindung » Gyrus praecentralis
  - Größe des Rindenfeldes entspricht der Differenziertheit von Bewegungen, die vom entsprechenden Körperteil ausgeführt werden
- Primär sensorische Rindenfelder
  - Befinden sich in der hinteren Zentralwindung » Gyrus postcentralis
  - Größe richtet sich nach der Anzahl der Sinnessensoren eines Organs

## 5.2 Rindenfelder des Großhirns

- **Sekundäre Rindenfelder**
  - Übergeordnete Koordinations- und Gedächtniszentren für primäre Rindenfelder  
Broca-Sprachzentrum → Koordination aller beim Sprechen notwendigen Muskeln (häufig bei Schlaganfall betroffen) → Sprechmuskeln können noch bewegt werden, Sprechen ist aber sehr undeutlich oder unmöglich
- **Hemisphärenasymmetrie**
  - Rechte und linke Hemisphäre sind nicht gleichwertig → Ursache unklar
  - Sprachliche und sprachnahe Fähigkeiten (Sprechen, Schreiben, Lesen etc.) sind bei 95 % der Rechtshänder und 70 % der Linkshänder in der linken Hemisphäre lokalisiert
  - Bei Hirnschädigung im Babyalter können Funktionen von der anderen Hirnhälfte übernommen werden

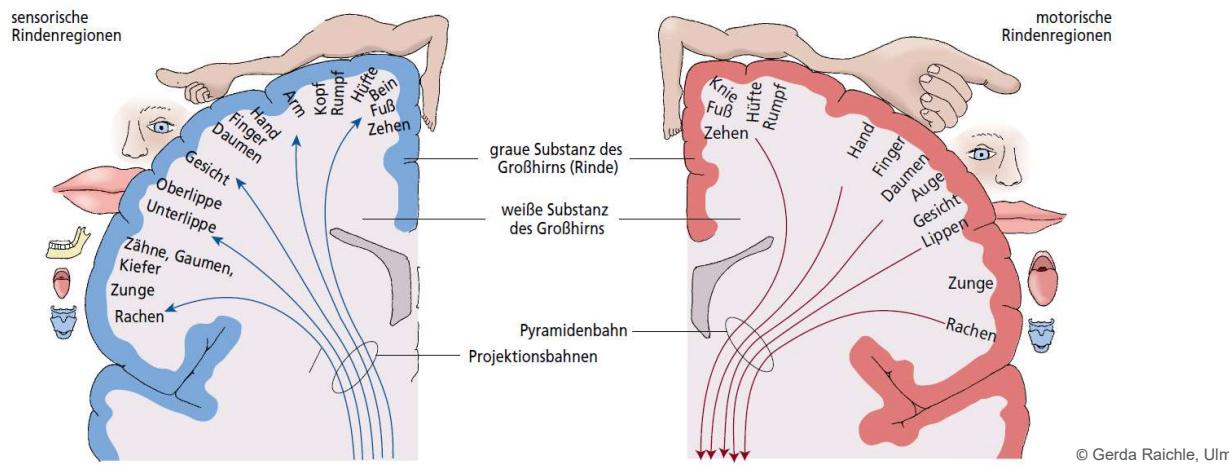
## 5.2 Rindenfeldes Großhirns



© Gerda Raichle, Ulm

**Hirnlappen des Großhirns mit ihren primären und sekundären sensorischen und motorischen Rindenfeldern. Seitenansicht.**

## 5.2 Rindenfelder des Großhirns



© Gerda Raichle, Ulm

**Homunkulus im Bereich des primären sensorischen (links) und primären motorischen Rindenfeldes (rechts). In beiden Fällen steht das Körperschema „auf dem Kopf“.**

## 5.3 Pyramidenbahn

- Hier ziehen Nervenbahnen vom ersten motorischen Neuron im Rindenfeld zu den motorischen Kernen der Hirnnerven und zum Rückenmark
- Durchläuft im Bereich der Stammganglien die innere Kapsel » Capsula interna
- Die meisten Pyramidenbahnenfasern kreuzen im unteren Hirnstamm zur Gegenseite:
  - Pyramidenbahn der rechten Großhirnhälfte versorgt die linke Körperhälfte und umgekehrt
- Übrige Fasern kreuzen erst auf Rückenmarksebene zur Gegenseite
- Pyramidenbahn übermittelt die Steuerung der bewussten willkürlichen Bewegung

## 5.4 Extrapyramidalen Bahnen

- Fasern verlaufen vom Großhirn zum Rückenmark (nahe der Pyramidenbahn)
- Neurone liegen u. a. in den Basalganglien des Großhirns, Hirnstamms und der Kerngebiete unterhalb der Hirnrinde

### Aufgaben des extrapyramidalen Systems

- Zuständig für die unwillkürlichen Muskelbewegungen
- Steuert den Muskeltonus
- Modifiziert die Willkürmotorik
- Stimmt Bewegungen aufeinander ab, damit das Gleichgewicht erhalten bleibt

# 5.5 Basalganglien (Stammganglien)

- Tief gelegene Kerngebiete des Groß- und Zwischenhirns
- Wichtige Koordinationszentren des extrapyramidalen Systems

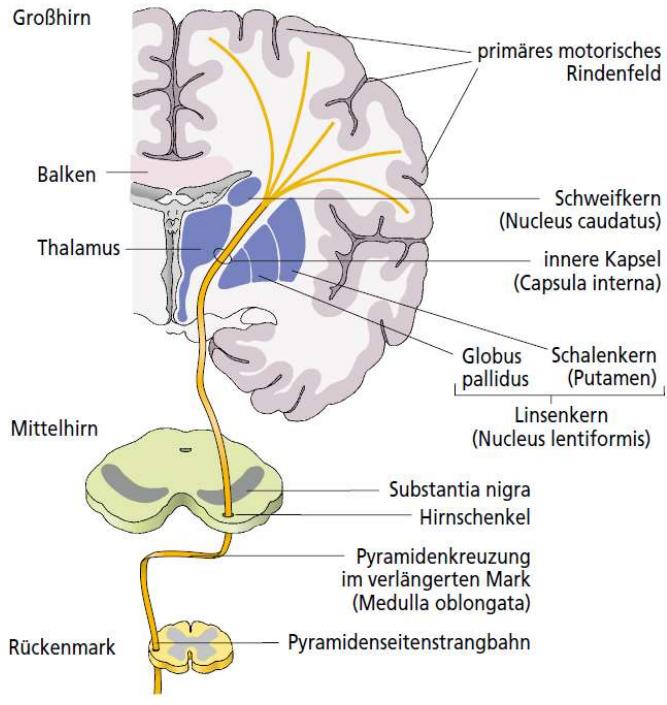
## Beispiele für Basalganglien

- Streifenkörper (Corpus striatum)
  - Größte Kernanhäufung
  - Höheres Koordinationszentrum der unwillkürlichen Motorik
- Mandelkern (Corpus amygdaloideum)
  - Teil des limbischen Systems

## Erkrankungen der Basalganglien

- Häufig mit Lähmungen verbunden
- Beispiel: Parkinson-Syndrom

## 5.5 Basalganglien (Stammganglien)

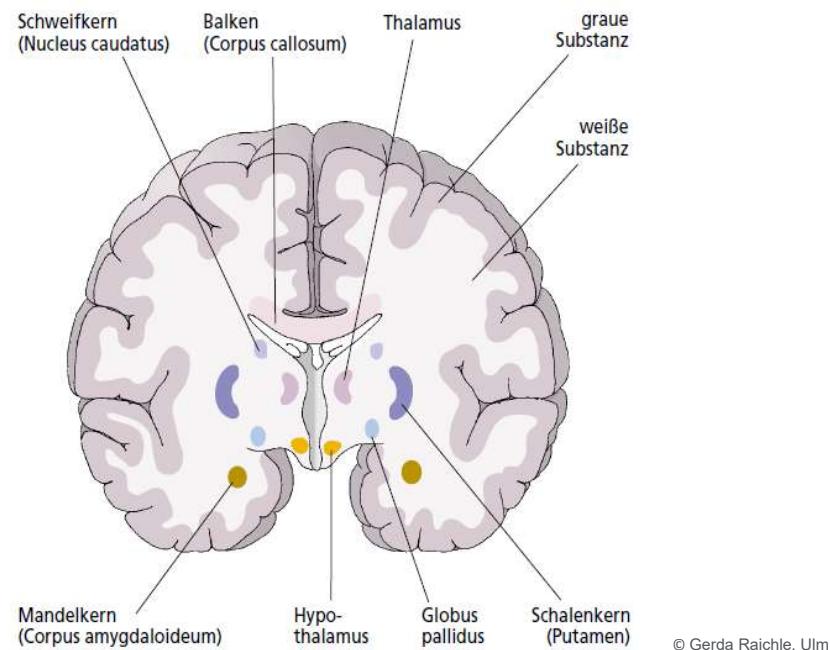


© Gerda Raichle, Ulm

### Verlauf der Pyramidenbahn.

Ausgehend vom primären motorischen Rindenfeld durchläuft die Pyramidenbahn die innere Kapsel und zieht weiter durch den Hirnstamm. Im verlängerten Mark kreuzt die Mehrheit der Fasern zur Gegenseite (nicht kreuzende Fasern sind nicht dargestellt).

## 5.5 Basalganglien (Stammganglien)



© Gerda Raichle, Ulm

### Die Lage der Basalganglien im Hirnquerschnitt

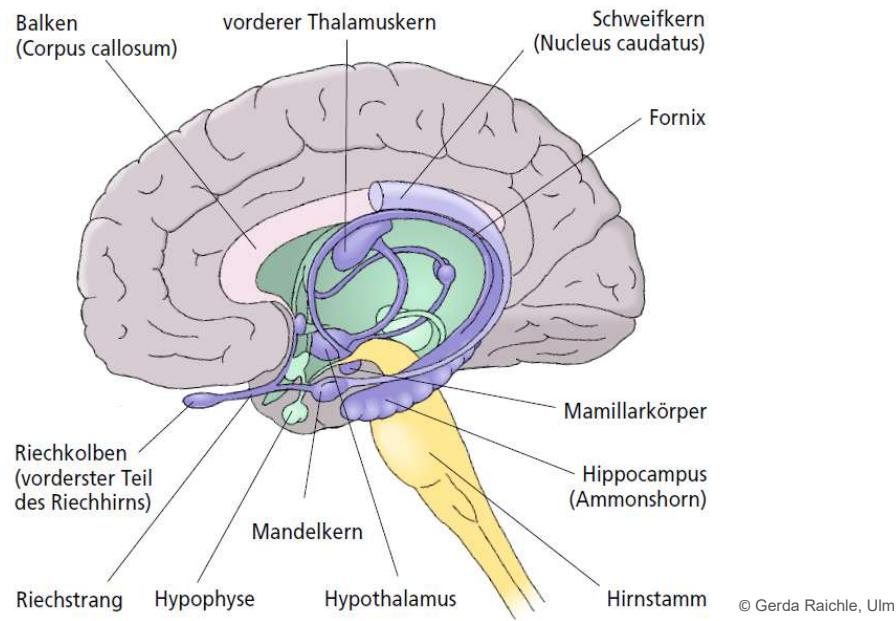
Erstellt von S. Müller, aktualisiert von A. Wiegäde, Fröndenberg © Elsevier GmbH 2023, München

ClinicalKeyStudent für die Pflege – [www.clinicalkey.com/student/nursing](http://www.clinicalkey.com/student/nursing)

# 5.6 Limbisches System

- Funktionelle Einheit aus Strukturen von
  - Großhirn
  - Zwischenhirn
  - Mittelhirn
  - Balken
- Aufgabe
  - Zentrale Bedeutung bei der Entstehung von Gefühlen und Trieben (z. B. Furcht, Wut, sexuelle Wünsche)
  - Bindet Gefühlshaushalt in vegetative und hormonelle Funktionen ein (z. B. Durchfall, Blutdruckanstieg und Herzfrequenzerhöhung vor Prüfungen)

## 5.6 Limbisches System



**Das limbische System.** Die zum limbischen System zählenden Strukturen (violett eingefärbt) formieren sich wie ein Saum um Balken und Hirnstamm. Sie sind miteinander vielfach verflochten.

# 6 Zwischenhirn (Diencephalon)

Das Zwischenhirn ist die Schaltstelle zwischen Großhirn und Hirnstamm.

- Hauptbestandteile

- **Thalamus**

- Besteht hauptsächlich aus grauer Substanz
    - Wirkt als Filter → schützt das Bewusstsein vor „Signalüberflutung“

- **Hypothalamus und Hypophyse**

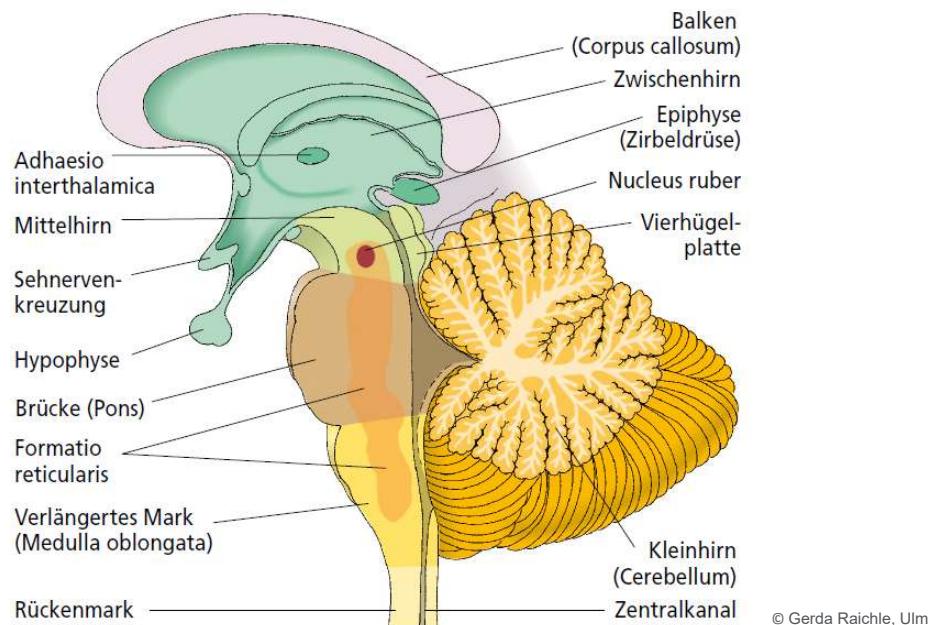
- Steuert zahlreiche Körperfunktionen (Körpertemperatur, Wasser- und Elektrolythaushalt, Kreislauf-, Gastrointestinal- und Blasenfunktion etc.) und ist an der Entstehung von Gefühlen beteiligt
    - Steuerungsprozesse erfolgen nerval und hormonell → zentrales Bindeglied zwischen Nerven- und Hormonsystem
    - Hypophyse produziert übergeordnete (auf Drüsen wirkende) Hormone

# 7 Hirnstamm

Der Hirnstamm ist der unterste Gehirnabschnitt.

- Einteilung
  - **Mittelhirn (Mesencephalon)**
  - **Brücke (Pons)**
    - Längs- und querlaufende Nervenfasern als Verbindung zwischen Großhirn und Rückenmark bzw. Großhirn und Kleinhirn
  - **Verlängertes Mark (Medulla oblongata)**
    - Steuerungszentrum für Reflexe und Regelkreise
      - Herz-Kreislauf-, Atem-, Schluck-, Husten-, Nies- und Brechzentrum
    - Schädigungen (z. B. Hirnstammeinklemmung) des verlängerten Marks verlaufen aufgrund der Beherbergung mehrerer lebenswichtiger Zentren oft tödlich

# 7 Hirnstamm

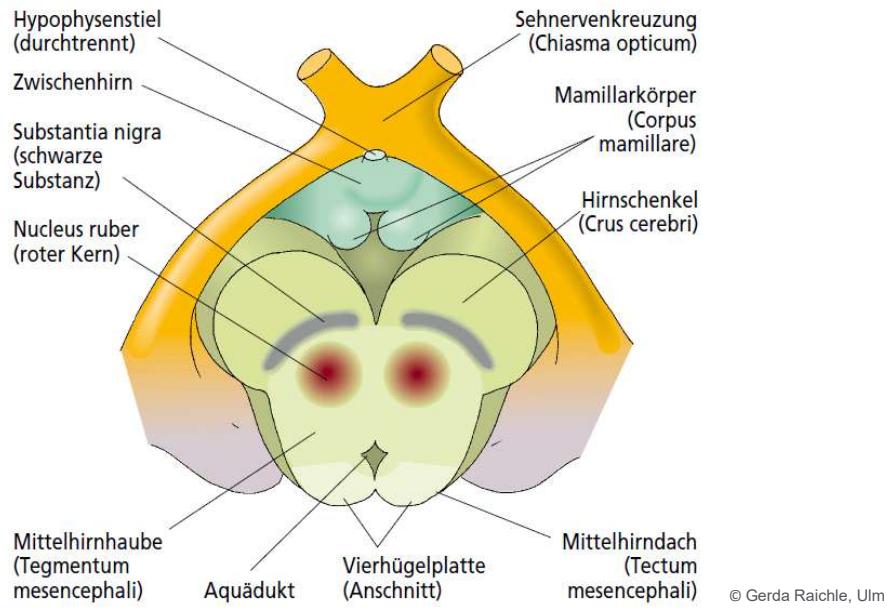


## Hirnstamm mit Formatio reticularis

Erstellt von S. Müller, aktualisiert von A. Wiehage, Fröndenberg © Elsevier GmbH 2023, München

ClinicalKeyStudent für die Pflege – [www.clinicalkey.com/student/nursing](http://www.clinicalkey.com/student/nursing)

# 7 Hirnstamm



## Querschnitt durch das Mittelhirn (Ansicht von unten)

## 7.1 Bewusstseinslagen

Die Steuerung der Bewusstseinslage und des Schlaf-Wach-Rhythmus erfolgt durch die **Formatio reticularis**, einem netzartigen Geflecht aus Neuronenverbänden zwischen Hirnstamm und Thalamus.

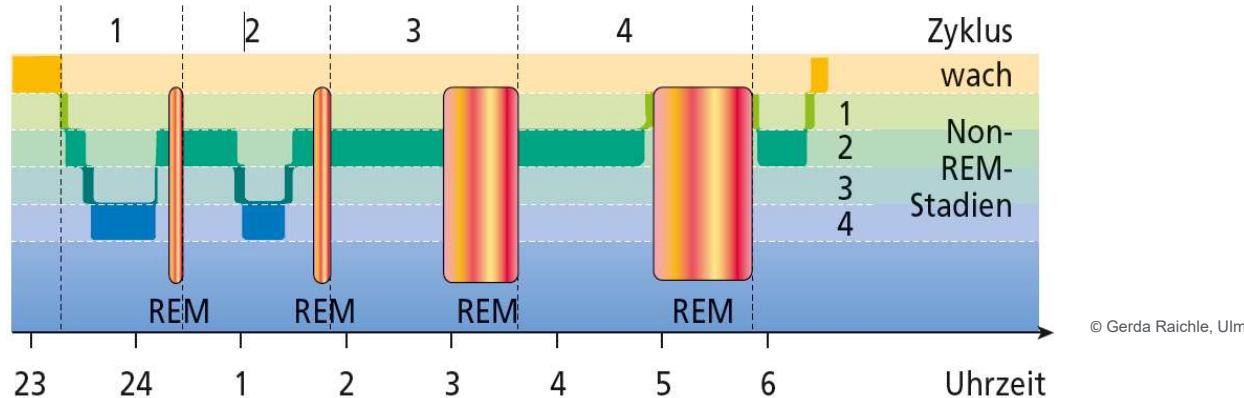
- Aktivität der Formatio reticularis reguliert die Bewusstseinslage → reicht von „gespannter Aufmerksamkeit“ bis „Schlaf“
- Drogen, Alkohol, Meditation etc. beeinflussen den Bewusstseinszustand
- Völlige Ausschaltung des Bewusstseins » „Koma“ (Ursache ist eine Schädigung des Gehirns)

# 7.2 Schlaf und Biorhythmen

Ein Drittel seines Lebens verbringt der Mensch im Schlaf.

- Unterscheidung von Schlafphasen
  - **REM-Schlaf**
    - Schnelle Bewegung der Augäpfel (**rapid-eye-movements**)
    - Puls und Atmung sind schnell und unregelmäßig, Muskeltonus herabgesetzt
    - Betroffener träumt häufig
  - **Non-REM-Schlaf**
    - Ruhige Schlafphase ohne typische Augenbewegungen oder Träume
  - REM- und Non-REM-Phasen wechseln sich 3- bis 5-mal/Nacht ab
  - Schlafprofil ist altersabhängig
    - Neugeborenes schläft 16 Stunden
    - Alter Mensch benötigt nur noch 5,5–6 Stunden Schlaf

## 7.2 Schlaf und Biorhythmen



© Gerda Raichle, Ulm

Schlafprofil einer Nacht mit vier vollständigen Schläfzyklen

# 8 Kleinhirn (Cerebellum)

- Lokalisation in der hinteren Schädelgrube
- **Aufbau**
  - Zwei Kleinhirnhemisphären
  - Kleinhirnwurm
    - Verbindet die beiden Kleinhirnhemisphären
    - Entspricht dem Mittelteil
- **Funktion**
  - Kleinhirn steht durch auf- und absteigende Bahnen mit Rückenmark, übrigem ZNS und Sinnesorganen in Verbindung
  - Koordinierendes motorisches Zentrum
    - Reguliert Grundspannung der Muskeln
    - Stimmt Bewegungen aufeinander ab

# 9 Rückenmark (Medulla spinalis)

- Verbindung zwischen Gehirn und den Spinalnerven (Rückenmarksnerven)
- Leitet über auf- und absteigende (afferente und efferente) Bahnen  
Nervenimpulse vom Gehirn zur Peripherie und umgekehrt
- Ist Reflexzentrum und niederes Steuerzentrum → lebensnotwendige  
motorische Reaktionen werden sofort ausgelöst

## 9.1 Aufbau des Rückenmarks

- Ca. 45 cm lang
- Geht aus dem verlängerten Mark hervor
- zieht durch den Wirbelkanal
- Endet bei Säuglingen auf Höhe des 3. Lendenwirbels
- Endet bei Erwachsenen auf Höhe des 1.–2. Lendenwirbels
- Unterteilung in 31 Segmente
  - **8 Halssegmente** → versorgen Atemmuskulatur und obere Extremität
  - **12 Brustsegmente** → versorgen die Rumpfwand
  - **5 Lendensegmente und 5 Kreuzbeinsegmente** → versorgen die äußeren Geschlechtsorgane und unteren Extremitäten
  - **1–3 Steißbeinsegmente** → versorgen die Haut um den After

# 9.1 Aufbau des Rückenmarks

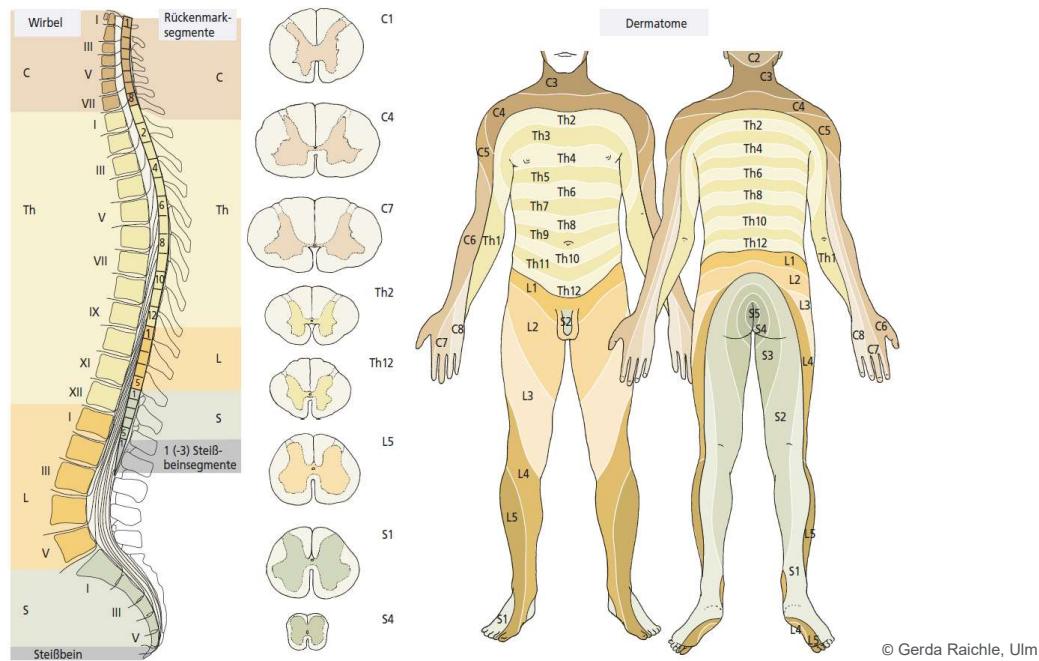
## Graue Substanz

- Liegt zentral
- Besteht aus Nervenzellkörpern
- Schmetterlingsform

## Einteilung

- Vorderhorn
  - Enthält motorische Neurone zur Versorgung der Skelettmuskulatur
- Hinterhorn
  - Enthält sensible Nervenfasern
  - Leitet Impulse aus der Peripherie zum Rückenmark → Zellkörper liegen im Spinalganglion (→ Ansammlung von Neuronen außerhalb des ZNS)
- Seitenhorn
  - Enthält efferente und afferente Neuronen des vegetativen Nervensystems
- Weiße Substanz aus Nervenfasern liegt in der Peripherie

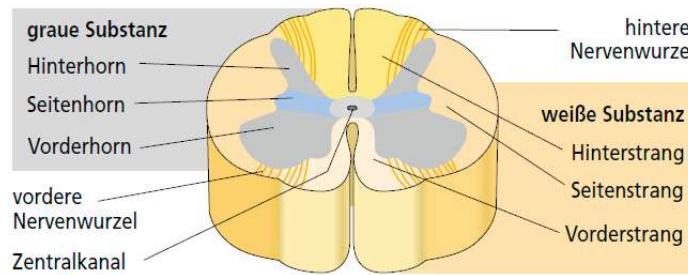
## 9.1 Aufbau des Rückenmarks



© Gerda Raichle, Ulm

**Das Rückenmark und die Spinalnerven.** Die Segmente C7 und L5 sind stark verdickt, weil sie Arme bzw. Beine versorgen.

## 9.1 Aufbau des Rückenmarks



© Gerda Raichle, Ulm



© U. Welsch: Sobotta Lehrbuch der Histologie Unter Mitarbeit von Thomas Deller,  
3.Aufl., Elsevier GmbH, Urban & Fischer Verlag, München 2010

### Das Rückenmark im Querschnitt

(Oben: Schemazeichnung; Unten: ca. 3fach vergrößert)

Erstellt von S. Müller, aktualisiert von A. Wiehage, Fröndenberg © Elsevier GmbH 2023, München

ClinicalKeyStudent für die Pflege – [www.clinicalkey.com/student/nursing](http://www.clinicalkey.com/student/nursing)

# 10 Reflexe

- **Definition**
  - Vom Willen unabhängige, immer gleich ablaufende Reaktionen auf Reize
- **Vorkommen**
  - In Situationen, wo Überlegungen zuviel Zeit beanspruchen würden (z. B. Hand zurückziehen beim Berühren einer heißen Herdplatte) → Schutzreflexe
  - Regelung von Körperfunktionen ohne bewusste Kontrolle (z. B. Muskelgrundspannung)

# 10 Reflexe

## Eigenreflexe

- Reizaufnahme und -antwort erfolgen in demselben Organ
- Funktion
  - Dehnungssensor in Muskelspindel wird gereizt → Erregung wird über afferente Fasern zum Rückenmark (Hinterwurzel) geleitet → Umschaltung auf eine motorische Vorderhornzelle → Kontraktion
  - Aufgrund der Beteiligung von nur einer einzigen Synapse → Bezeichnung als Eigenreflex (monosynaptischer Reflex)

### Beispiel

#### Patellarsehnenreflex

- Bei einem kurzen Schlag auf die Sehne unterhalb der Kniescheibe streckt sich das Bein schlagartig
- Achilles-, Bizeps-, und Trizepssehnenreflex
- Laufen auch ohne Erregung von außen ab und regulieren die Körperhaltung

# 10 Reflexe

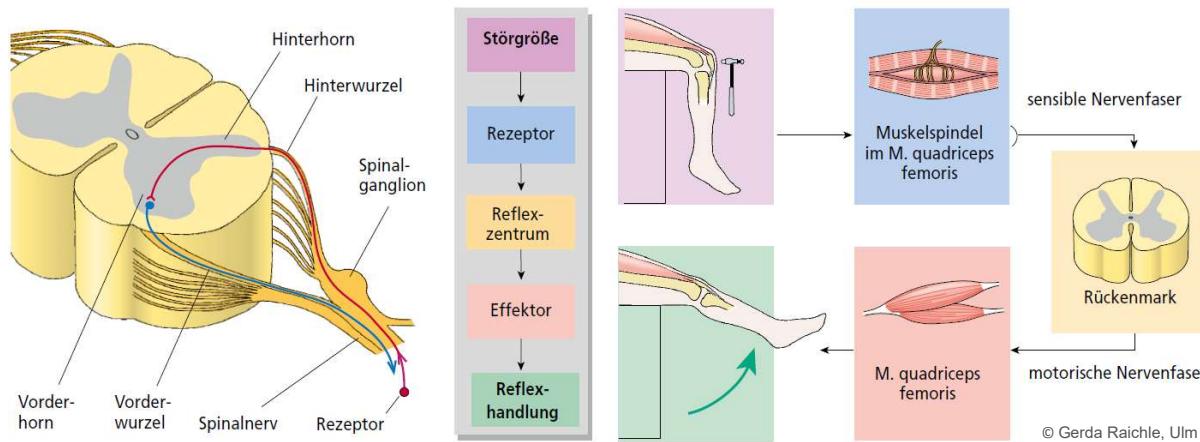
## Fremdreflexe

- Reizaufnahme und -antwort liegen in unterschiedlichen Organen
- Reflexbogen läuft über mehrere Schaltstellen → Polysynaptischer Reflex
- Sind meist Schutzreflexe (z. B. Wegziehen des Arms bei Schmerzreiz)

## Vegetative Reflexe

- Steuerung innerer Organfunktionen über Reflexe
- Vermittlung erfolgt durch vegetatives Nervensystem
- Unterschieden werden
  - Viszero-viszeraler Reflex → Blasen- und Mastdarmreflex
  - Viszero-somatischer Muskelreflex → Erregungen aus inneren Organen haben reflektorisch Auswirkungen auf Skelettmuskeln

# 10 Reflexe

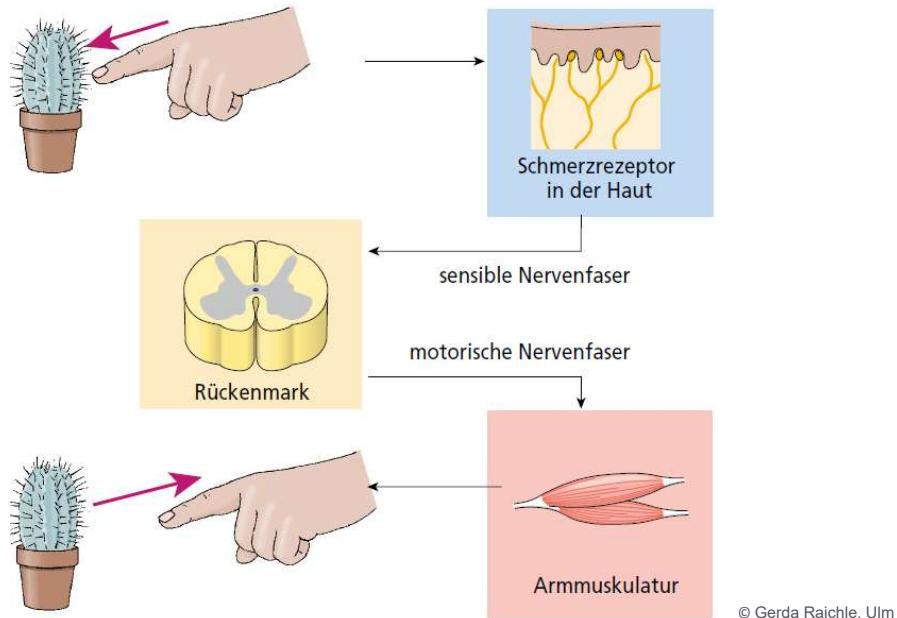


## Reflexbogen beim Eigenreflex

**Links:** Die Erregung erreicht über einen Spinalnerv das Hinterhorn des Rückenmarks. Im Vorderhorn findet eine Umschaltung auf eine motorische Vorderhornzelle statt. Über die Vorderwurzel verlässt der Impuls das Rückenmark, wird über den Spinalnerven an den gleichen Muskel zurückgeleitet und bewirkt dort eine Reizantwort.

**Mitte und rechts:** Schema eines Reflexbogens und Reflexbogen beim Patellarsehnenreflex.

# 10 Reflexe



© Gerda Raichle, Ulm

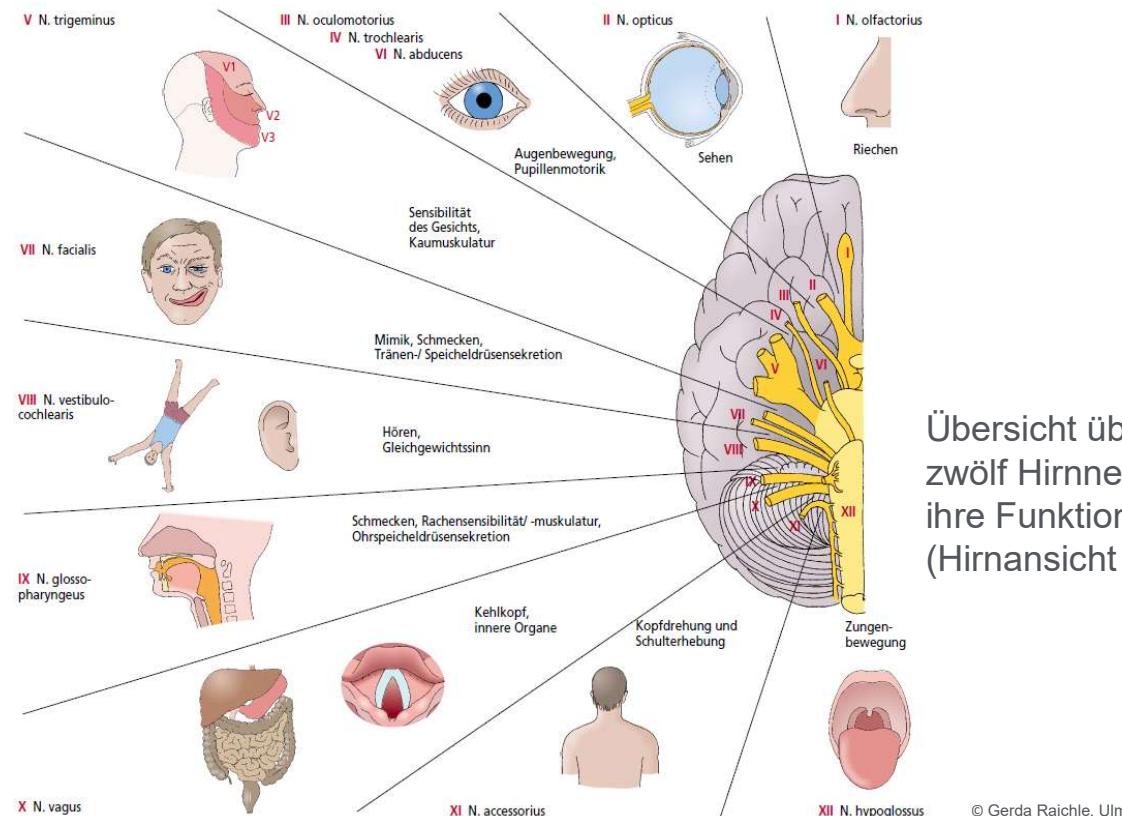
**Schema eines Fremdreflexes** am Beispiel einer Fluchtreaktion nach Schmerzreiz: Reizaufnahme und -antwort finden an verschiedenen Organen statt.

# 11 Peripheres Nervensystem

## 11.1 Hirnnerven

- Entsprechen Nervenfaserbündeln, die das ZNS oberhalb des Rückenmarks verlassen
- Verlassen das Gehirn durch kleine Öffnungen in der Schädelbasis
- Unterschieden werden zwölf Paare → N. I bis N.XII
- Funktionelle Einteilung
  - **Sensorische** Hirnnerven
    - Leiten Empfindungen aus den Sinnesorganen zum Gehirn (N. I, II, VIII)
  - **Überwiegend willkürmotorische** Hirnnerven
    - N. III, IV, VI, XI, XII
  - **Gemischte** Hirnnerven
    - Willkürmotorisch, sensorisch, parasympathisch (N. V, VII, IX, X)

## 11.1 Hirnnerven



Übersicht über die zwölf Hirnnerven und ihre Funktionen (Hirnansicht von unten)

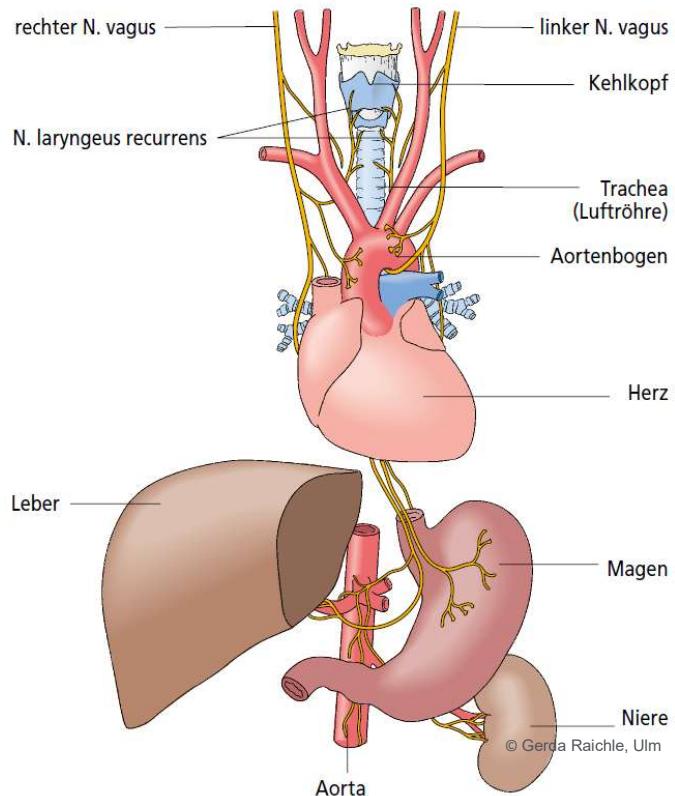
Erstellt von S. Müller, aktualisiert von A. Wiehage, Fröndenberg © Elsevier GmbH 2023, München

ClinicalKeyStudent für die Pflege – [www.clinicalkey.com/student/nursing](http://www.clinicalkey.com/student/nursing)

© Gerda Raichle, Ulm

## 11.1 Hirnnerven

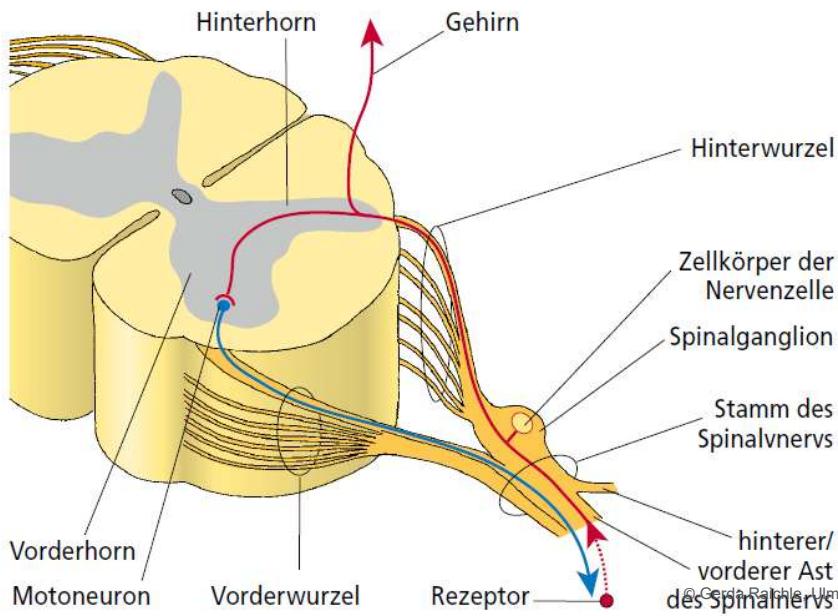
### Verlauf des N. vagus, des X. Hirnnerven



# 11.2 Spinalnerven

- Gehen aus jedem Rückenmarkssegment hervor
- Sind Zusammenschlüsse von Nervenfasern aus der vorderen und hinteren Nervenwurzel
- Verlassen den Wirbelkanal seitlich durch die Zwischenwirbellöcher
- Teilen sich nach Austritt aus dem Zwischenwirbelloch in zwei Äste auf
  - **Hintere Spinalnervenäste**
    - Versorgen Haut und tiefe Muskeln
  - **Vordere Spinalnervenäste**
    - Versorgen als Zwischenrippennerven Haut und Muskeln von Brustkorb und Bauch
    - Übrige vordere Spinalnervenäste bilden Spinalnervenplexus (Nervengeflechte), die Arme und Beine versorgen

## 11.2 Spinalnerven



### Aufbau eines Spinalnervs

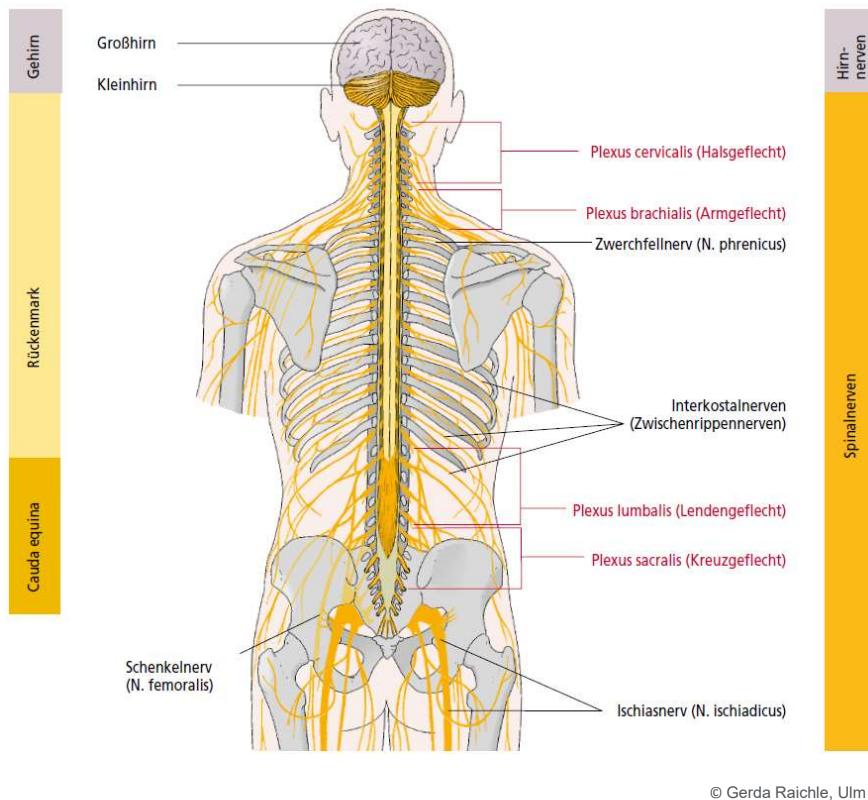
Vorderwurzel (motorische Fasern) und Hinterwurzel (sensible Faser) vereinigen sich zu einem Spinalnerven. Er ist somit ein gemischter Nerv.

# 11.3 Spinalnervenplexus und periphere Nerven

Unterschieden werden:

- **Plexus cervicalis (Halsgeflecht)**
  - Besteht aus den Halssegmenten C1–C4
  - Versorgt Schulter- und Halsregion sowie mit dem N. phrenicus das Zwerchfell
- **Plexus brachialis (Armgeflecht)**
  - C5–Th1
  - Bildet u.a. die drei großen Armnerven (→ N. radialis, N. ulnaris, N. medianus)
- **Plexus lumbalis (Lendengeflecht)**
  - L1–L4
  - Bildet u. a. den N. femoralis (Schenkelnerv)
- **Plexus sacralis (Kreuzgeflecht)**
  - L4–S3
  - Größtes Nervengeflecht des Menschen
  - Bildet u. a. den dicksten Nerv des Menschen → N. ischiadicus

## 11.3 Spinalnervenplexus und periphere Nerven

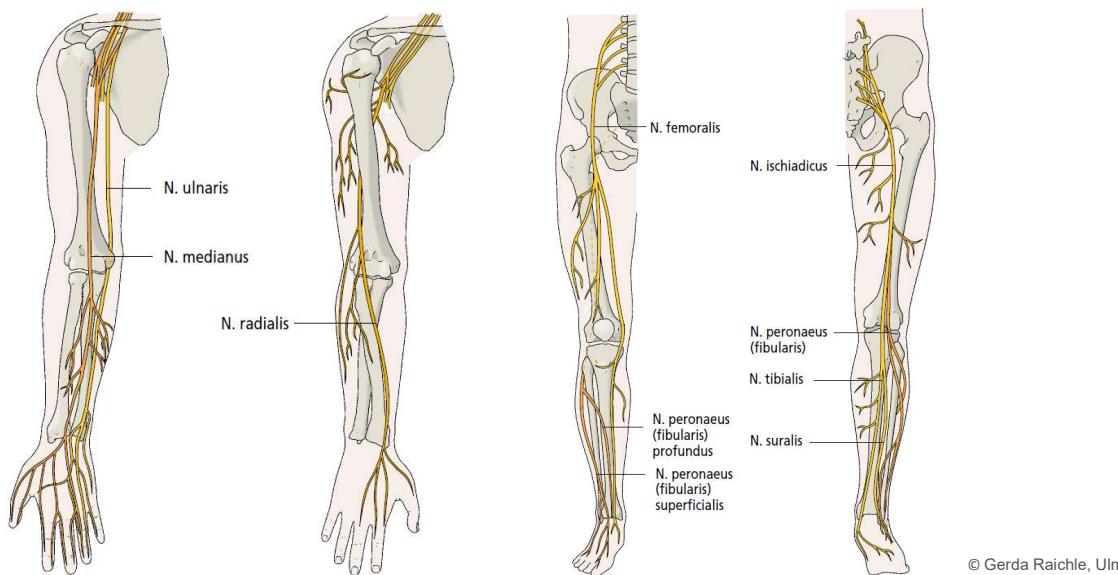


Überblick über  
Spinalnervenplexus  
und die peripheren  
Nerven

Erstellt von S. Müller, aktualisiert von A. Wiegae, Fröndenberg © Elsevier GmbH 2023, München

ClinicalKeyStudent für die Pflege – [www.clinicalkey.com/student/nursing](http://www.clinicalkey.com/student/nursing)

## 11.3 Spinalnervenplexus und periphere Nerven

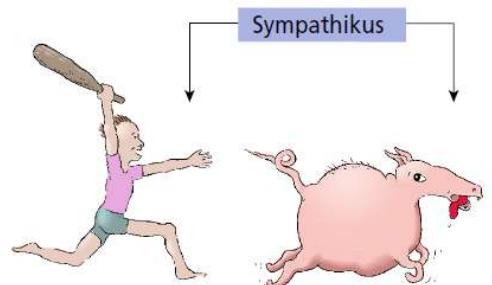


© Gerda Raichle, Ulm

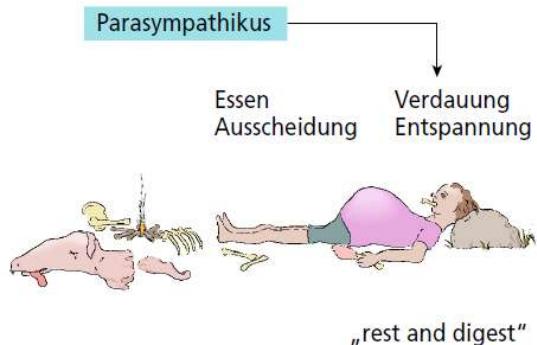
### Verlauf wichtiger peripherer Nerven der oberen und unteren Extremität

Der N. medianus, N. ulnaris und N. radialis stammen ebenso wie der bereits im Schulterbereich endende N. axillaris (Achselnerv) aus dem Plexus brachialis. Die großen Nerven der unteren Extremität stammen hingegen aus zwei Plexus: der N. femoralis aus dem Plexus lumbalis, der N. ischiadicus aus dem Plexus sacralis.

## 11.3 Spinalnervenplexus und periphere Nerven



Anspannung      Stress      „flight or fight“



© Gerda Raichle, Ulm

Erstellt von S. Müller, aktualisiert von A. Wiegäde, Fröndenberg © Elsevier GmbH 2023, München

ClinicalKeyStudent für die Pflege – [www.clinicalkey.com/student/nursing](http://www.clinicalkey.com/student/nursing)

Diese Bildergeschichte erläutert die gegensätzlichen Funktionen von Sympathikus und Parasympathikus

# 12. Lähmungen

Einteilung:

– **Periphere Lähmung**

- Schädigung der motorischen Vorderhornzellen im Rückenmark oder ihrer Axone
- Impulsweiterleitung zu den Muskeln ist unterbrochen → schlaffe Lähmung

Beispiel: Polio (Kinderlähmung)

– **Zentrale Lähmung**

- Störung liegt weiter „oben“ (Rindenfeld oder Pyramidenbahn)
- Schaltkreise für Muskeleigenreflexe sind erhalten, aber zentrale Steuerung fehlt → erhöhter muskulärer Ruhetonus → spastische Lähmung

# 13. Vegetatives Nervensystem

- Steuert lebenswichtige Organfunktionen
  - Atmung
  - Kreislauf
  - Stoffwechsel
  - Wasserhaushalt
- Ist durch den Willen kaum zu beeinflussen
- Einteilung
  - Sympathikus
  - Parasympathikus
  - Darmnervensystem

## 13.1 Sympathikus und Parasympathikus

- Haben oft gegensinnige Wirkungen
- Können je nach Organsystem anregen oder bremsen
- Sympathikus ist v. a. bei nach außen gerichteter Aktivität erregt (z. B. körperliche Arbeit)
- Parasympathikus dominiert bei nach innen gerichteten Körperfunktionen (z. B. Essen)
- Zusammenspiel von Sympathikus und Parasympathikus ermöglicht optimale Anpassung an die jeweiligen Bedürfnisse des Körpers

## 13.1 Sympathikus und Parasympathikus

Organ	Sympathikus-wirkung	Parasympathikus-wirkung
Herzmuskel	Zunahme von Herzfrequenz und Kontraktionskraft	Mäßige Abnahme von Herzfrequenz und Kontraktionskraft
Haut-, Schleimhaut-, Eingeweidegefäß	Verengung	Keine Wirkung bekannt
Muskelgefäße	Erweiterung/Verengung je nach Aktivität	Keine Wirkung bekannt
Hirngefäße	Leichte Verengung	Keine Wirkung bekannt
Bronchien	Erweiterung	Verengung
Speicheldrüsen	Verminderung der Sekretion	Steigerung der Sekretion
Magen-Darm-Trakt	Verminderung von Tonus und Bewegungen; Sphinkteren kontrahiert	Steigerung von Tonus und Bewegungen; Sphinkteren entspannt
Verdauungsdrüsen	Verminderung der Sekretion	Steigerung der Sekretion
Sexualorgane beim Mann	Auslösung der Ejakulation	Auslösung der Erektion
Tränendrüsen	Keine Wirkung bekannt	Steigerung der Sekretion
Pupille	Erweiterung	Verengung

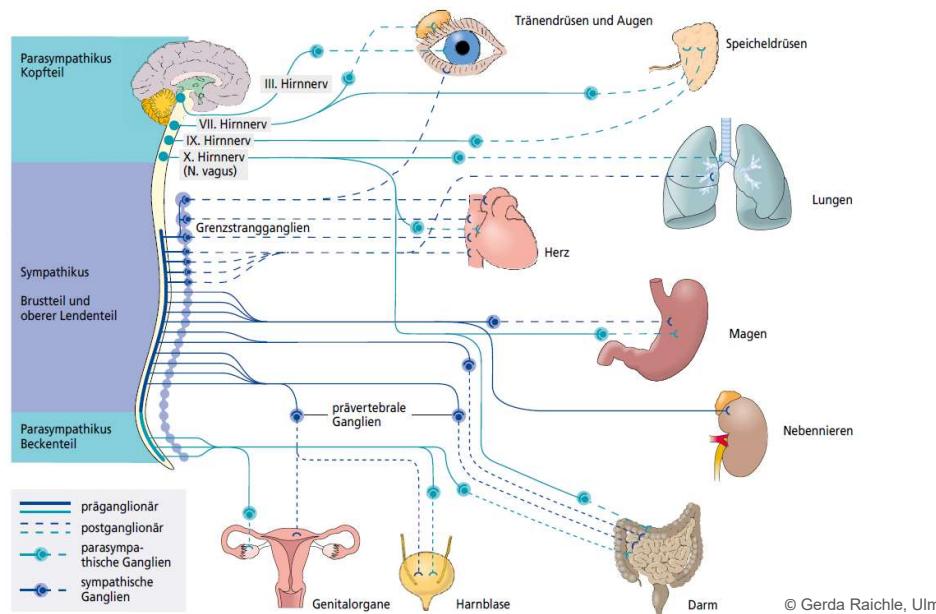
### Wichtige Funktionen von Sympathikus und Parasympathikus

Fast alle Organe werden von beiden Teilsystemen innerviert. Eine gewisse Ausnahme bildet das Herz: Hier dominiert der Sympathikus, während der Parasympathikus nur vergleichsweise schwach wirksam ist.

## 13.2 Darmnervensystem

- Synonym
  - Enterisches Nervensystem (ENS)
- Steuert u. a. die Blutversorgung und Bewegungen des Magen-Darm-Trakts
- Funktioniert vollständig ohne Einfluss des ZNS
- ZNS kann aber verstärkend oder hemmend eingreifen
- Aufbau
  - Besteht aus 100 Mio. Neuronen (etwa gleich viele wie im Rückenmark)
  - Liegt in zwei Geflechten innerhalb der Darmwand
    - Plexus submucosus (Meissner-Plexus)
    - Plexus myentericus (Auerbach-Plexus)

## 13.2 Darmnervensystem



### Übersicht über das vegetative Nervensystem

Die Fasern des Parasympathikus ziehen über die Hirnnerven III, VII, IX und X sowie aus dem Sakralmark zu den Organen. Die Fasern des Sympathikus entstammen dem unteren Halsmark, dem Brust- und oberen Lendenmark und ziehen nach Umschaltung im Grenzstrang bzw. in den prävertebralen Ganglien zu den Organen.

# 14. Versorgungs- und Schutzeinrichtungen des ZNS

- **Schutzeinrichtungen**
  - Knöcherner Schädel
  - Wirbelkanal
  - Drei bindegewebige Hirnhäute (Meningen)
    - Dura mater
    - Arachnoidea
    - Pia mater
  - Liquor (Gehirn-Rückenmark-Flüssigkeit)
    - Befindet sich zwischen Arachnoidea und Pia mater im Subarachnoidalraum
    - Funktioniert wie ein Wasserkissen → hält Stöße und schnelle Bewegungen ab

# 14.1 Dura mater

Die Dura mater bildet die äußere Hülle des ZNS und besteht aus straffem Bindegewebe.

- Dura mater des Rückenmarks
  - Besteht aus zwei Blättern
    - Äußeres Blatt liegt dem Wirbelkanal an
    - Inneres Blatt umgibt schlauchartig das Rückenmark und die Wurzeln der Spinalnerven
- Dura mater im Schädelraum
  - Bildet bindegewebige Trennwände zwischen den großen Hirnabschnitten
    - Halten Hirnwände bei Kopfbewegungen in Position
    - Unterschieden werden
      - Großhirnsichel (Falx cerebri) → trennt Großhirnhemisphären
      - Kleinhirnsichel ((Falx cerebelli) → trennt Kleinhirnhemisphären
      - Kleinhirnzelt (Tentorium cerebelli) → überspannt das Kleinhirn horizontal

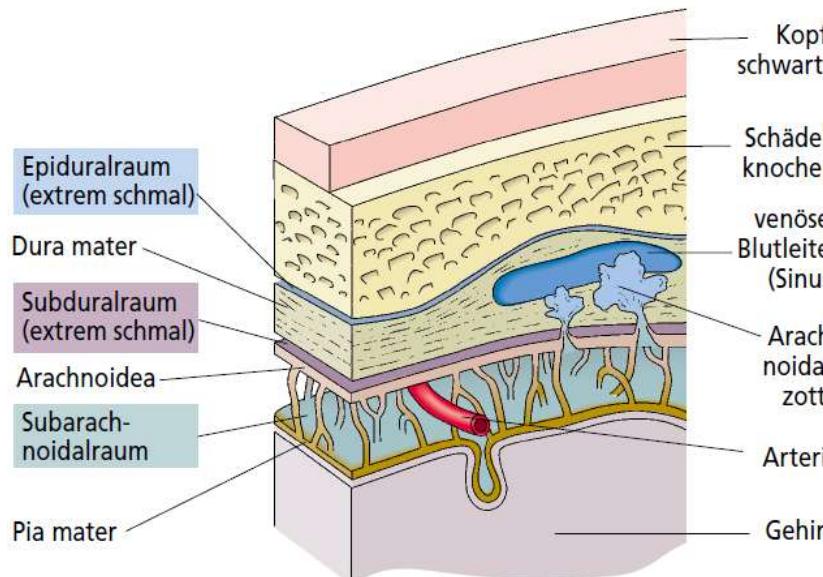
## 14.2 Arachnoidea

- Mittlere Schicht
- Namensgebung
  - Spinnwebartiges Aussehen » Spinnwebhaut bzw. Arachnoidea
- Ist fast gefäßlos
- Liegt der Dura mater innen an
- Zwischen Dura mater und Arachnoidea liegt der schmale Subduralraum
- Ist im Bereich der Sinus von Zotten bedeckt » „Arachnoidalzotten“ → leiten Liquor in das Venensystem ab

## 14.3 Pia mater

- Zarte Innenhaut
- Enthält zahlreiche Blutgefäße
- Bedeckt unmittelbar die Oberfläche des Nervengewebes
- Reicht in alle Vertiefungen hinein
- Wird zusammen mit der Arachnoidea als weiche Hirnhaut bezeichnet
- Zwischen Arachnoidea und Pia mater liegt der Subarachnoidalraum
  - Erweitert sich an manchen Stellen zu weiten Räumen, den „Zisternen“

## 14.3 Pia mater



© Gerda Raichle, Ulm

**Die Hirnhäute.** Die beiden Blätter der Dura mater sind im Hirnbereich verwachsen, ein Epiduralraum existiert praktisch nicht.

## 14.4 Liquor

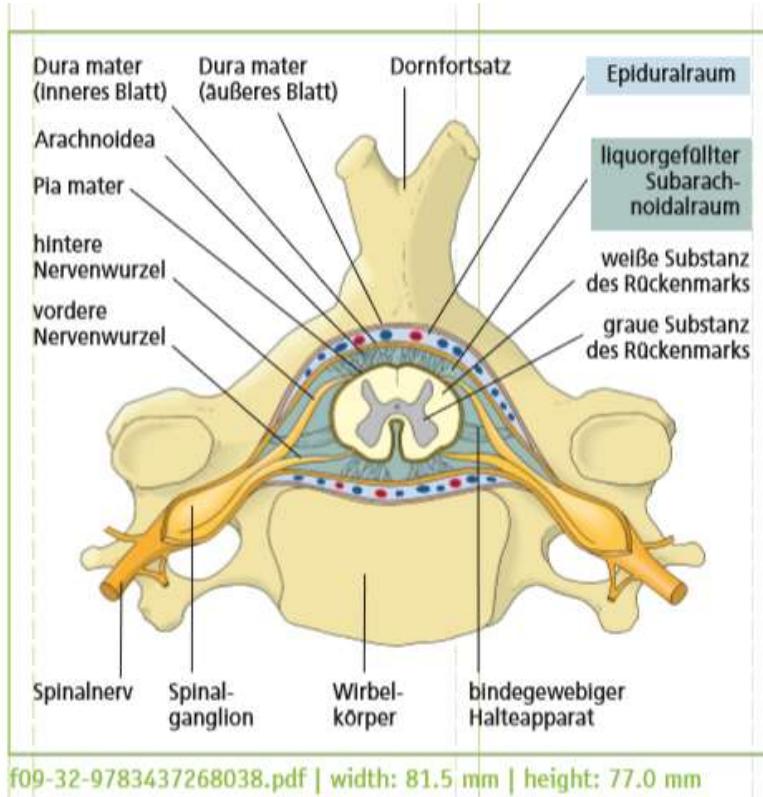
Der Liquor cerebrospinalis (Gehirn-Rückenmark-Flüssigkeit) ist eine klare farblose Flüssigkeit, die die Hohlräume im Gehirn sowie den Subarachnoidalraum ausfüllt.

- Aufgaben
  - Schützt das Gehirn vor Stößen, Reibung oder Druck
  - Versorgt das Gehirn mit Nährstoffen
  - Transportiert Stoffwechselendprodukte aus dem Nervengewebe ab
- Wird in den Kapillargeflechten der Pia mater (Plexus choroidei) gebildet
- Durchströmt die Ventrikel → gelangt in den Subarachnoidalraum → wird von Arachnoidalzotten resorbiert → Ableitung ins Venensystem
- Wird bei Erkrankungen des ZNS punktiert (» Lumbalpunktion) → kann laborchemische und mikroskopische Veränderungen zeigen → wichtige diagnostische Maßnahme

# 14.5 Liquorräume

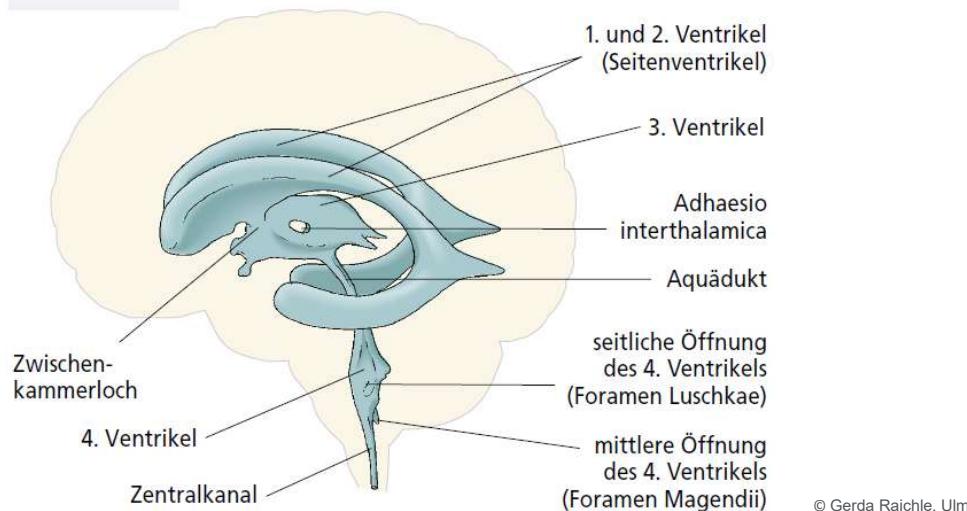
- Unterschieden werden
  - **Äußerer Liquorraum** → Subarachnoidalraum mit den Zisternen
  - **Innerer Liquorraum** → Ventrikelsystem des Gehirns und Zentralkanal
- Die **vier Ventrikel** (Hirnkammern)
  - **Zwei Seitenventrikel (1. und 2. Ventrikel)**
    - Langgestreckte bogenförmige Hohlräume der Großhirnhemisphären
  - **3. Ventrikel**
    - Liegt im Zwischenhirn
  - **4. Ventrikel**
    - Steht über das Aquädukt mit dem 3. Ventrikel in Verbindung
- **Blut-Liquor-Schranke**
  - Verhindert, dass schädliche Stoffe aus dem Blut ins Gehirn gelangen → Barrierefunktion
  - Wird von Gliazellen und Anteilen der Pia mater gebildet
  - Kann nur von wenigen Medikamenten passiert werden → große klinische Bedeutung

# 14.5 Liquorräume



f09-32-9783437268038.pdf | width: 81.5 mm | height: 77.0 mm

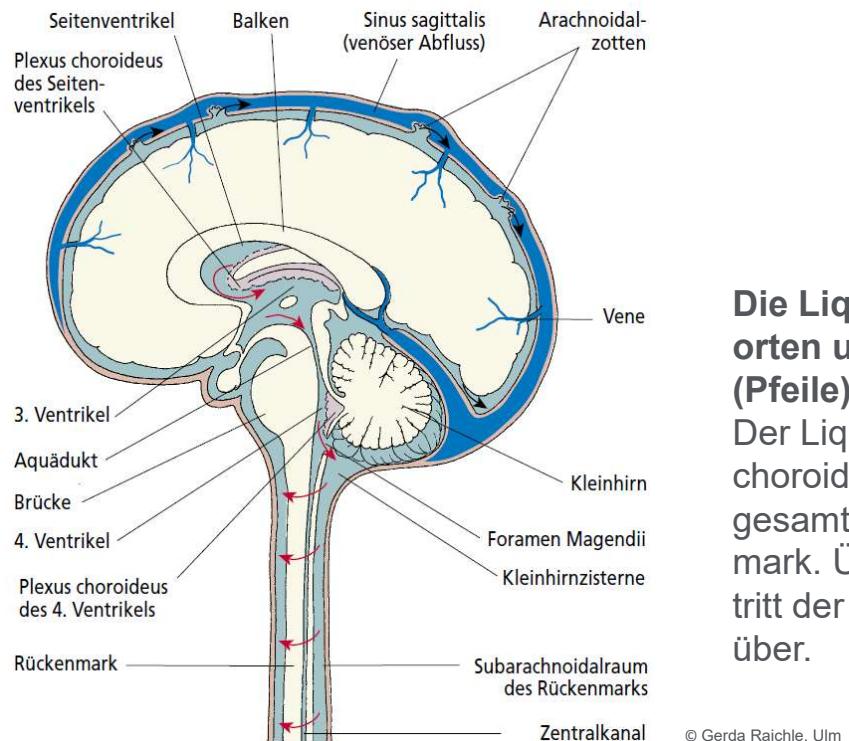
von der Seite



### Das Ventrikelsystem des Gehirns

Zu sehen sind die beiden Seitenventrikel, die über Zwischenkammerlöcher mit dem 3. Ventrikel verbunden sind. Der dünne Aquädukt verbindet den 3. mit dem 4. Ventrikel. Von dort aus bestehen zwei seitliche und eine mittlere Öffnung zum Subarachnoidalraum.

## 14.5 Liquorräume



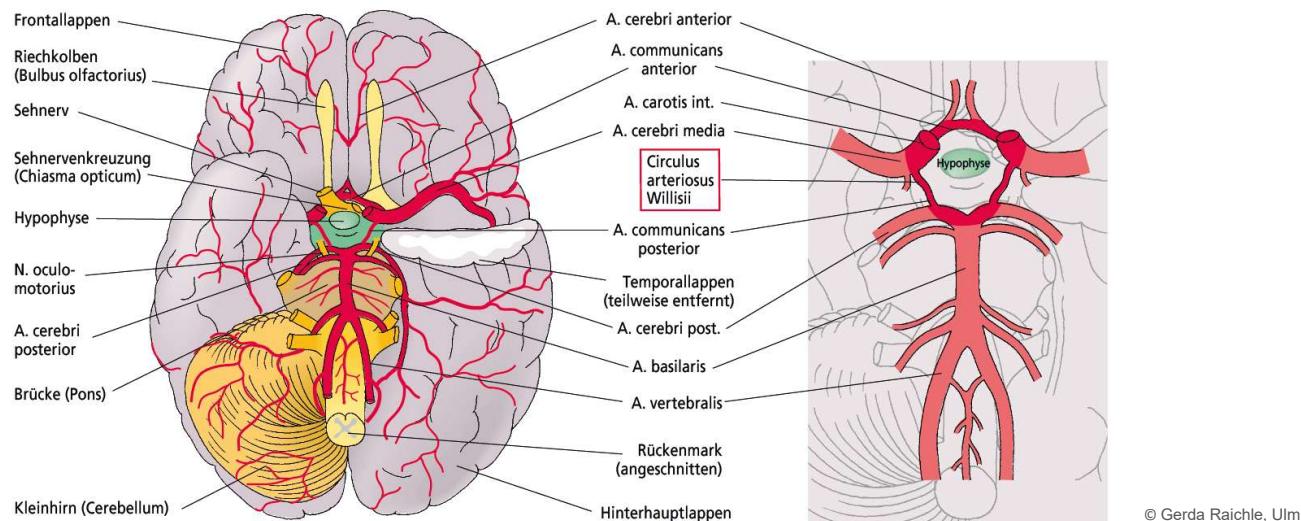
### Die Liquorräume mit Bildungs- orten und Strömungsrichtung (Pfeile) des Liquors

Der Liquor wird in den Plexus choroidei gebildet, umspült das gesamte Gehirn und Rückenmark. Über die Arachnoidalzotten tritt der Liquor ins venöse System über.

# 14.6 Blutversorgung des Gehirns

- Das Gehirn hat einen sehr hohen Sauerstoffbedarf
- Ein Sauerstoffmangel von wenigen Minuten kann zu irreversiblen Zellschäden mit neurologischen Ausfällen bis hin zum Hirntod führen
- Die Sauerstoffversorgung erfolgt über ein Arteriensystem an der Hirnbasis:
  - Wird gespeist aus
    - **Aa. carotides internae (Halsschlagadern)**
      - Bildet die A. cerebri anterior und media zur Versorgung der vorderen und mittleren Hirnareale
    - **Aa. vertebrales (Wirbelschlagadern)**
      - Versorgt Hirnstamm und Kleinhirn
      - Bildet die A. cerebri posterior zur Versorgung der Hirnbasis und der hinteren Hirnareale
  - Die Arterien der Hirnbasis sind durch Zwischenäste ringförmig zusammengeschlossen → **Circulus arteriosus Willisii = Circulus arteriosus cerebri**)
  - Das venöse Blut wird in Sinus gesammelt und den beiden Vv. jugularis internae zugeführt

## 14.6 Blutversorgung des Gehirns

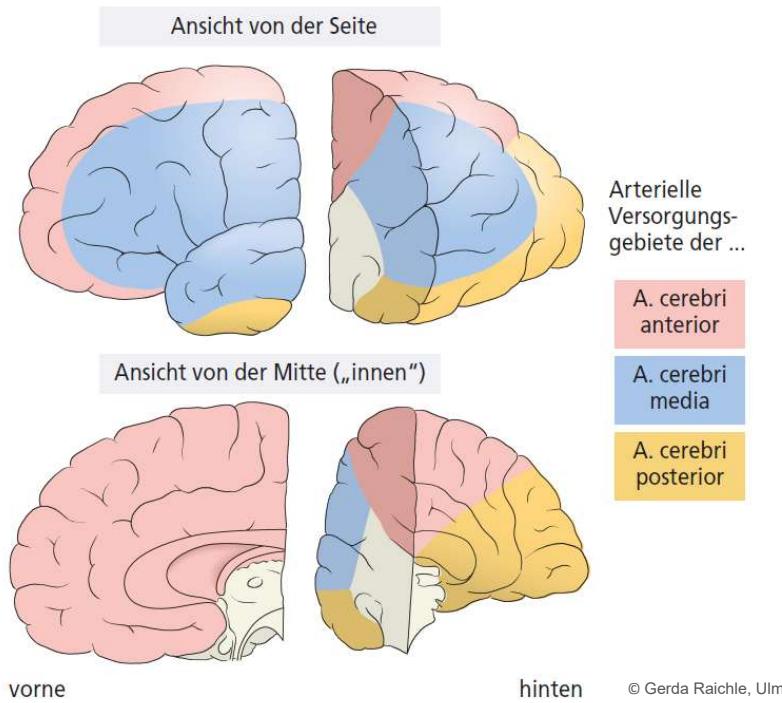


© Gerda Raichle, Ulm

Hirnarterien im Bereich der Hirnbasis  
(Ansicht von unten)

**Circulus arteriosus Willisii im Detail**

## 14.6 Blutversorgung des Gehirns



### Die arterielle Versorgung des Großhirns

Erstellt von S. Müller, aktualisiert von A. Wiehage, Fröndenberg © Elsevier GmbH 2023, München

ClinicalKeyStudent für die Pflege – [www.clinicalkey.com/student/nursing](http://www.clinicalkey.com/student/nursing)

# Wiederholungsfragen

- Bei einer Periduralanästhesie wird Lokalanästhetikum bzw. ein Opiat in den Epiduralraum gespritzt. Stellen Sie sich vor, Sie sind die Nadel und beschreiben Sie die zu passierenden Schichten.
- Welche Strukturen werden dem limbischen System zugeordnet und worauf nimmt das limbische System maßgeblich Einfluss?
- Unterscheiden Sie die Aufgaben der Pyramidenbahn von denen des extrapyramidalen Systems.
- Nennen Sie vier klassische Botenstoffe im ZNS.