

# Neuroanatomische Lehre an der MUI

---

Lars Klimaschewski

## Vorlesungen / Praktika im Studienjahr 16/17

3. Semester (Modul 2.01) – Vorlesung ZNS (funktionelle Neuroanatomie, 15 UE)

1. *Wiederholung der Grundlagen: Zelluläre Bausteine, Systematik*
2. *Rückenmark (Medulla spinalis) mit Übersicht der funktionellen Systeme*
3. *Verlängertes Mark und Brücke (Medulla oblongata, Pons)*
4. *Mittelhirn (Mesencephalon)*
5. *Kleinhirn (Cerebellum)*
6. *Basalganglien (Motorik)*
7. *Zwischenhirn (Diencephalon) mit Hypothalamus/Hypophyse*
8. *Archi- und Paleocortex (Limbisches System)*
9. *Neocortex cerebri (Telencephalon)*
10. *Einführung in die Bildgebung*

Praktikum im Rahmen des Seku 2 (Teil des Topographie-Kurses)

## Lehrziele

Ohne profundes neurobiologisches Wissen sind Entstehung und Entwicklung von Krankheiten des Nervensystems nicht zu begreifen. Die Neuroanatomie vermittelt Kenntnisse von der Gestalt und Struktur des zentralen und peripheren Nervensystems und ist somit die Basis ärztlichen Handelns in den Neuro-Fächern. Die praktische Ausbildung am menschlichen Körper ist Voraussetzung, um ärztlichen Fehlern bei Diagnose und Therapie vorzubeugen.

Die Neuroanatomie-Vorlesung umfasst 20 Zeichenvorlagen und Schemata zur Verdeutlichung der Lehr- und Lerninhalte. Letztere sind den ‚Nomina Anatomica‘ und dem ‚Gegenstandskatalog für die vorklinische Medizin‘ (Mainz, 1999) entnommen. Anatomische und histologische Begriffe sollen an einem Beispiel erklärt und am makroskopischen Präparat (Gehirn, Rückenmark), histologischen Schnitt oder am Lebenden demonstriert werden. Umgekehrt müssen gegebene Strukturen auch benannt werden können. Das Neuroanatomie-Praktikum (Teil des Sezierkurses) soll es den Studenten ermöglichen, an makroskopischen Präparaten eine möglichst realistische Vorstellung der besprochenen Strukturen zu entwickeln. Entsprechende Gewebeschnitte des peripheren und zentralen Nervensystems werden im Histologie-Kurs (Teil 1) mikroskopiert.

Alle virtuellen Techniken zur Lehre der makroskopischen und mikroskopischen Anatomie sind nur als Ergänzung zum Sezier- und Histologie-Kurs und insbesondere zum Verständnis der Schnittbildanatomie geeignet. Die Darstellungen sind jedoch immer zweidimensional und können daher die topographischen Lageverhältnisse nur eingeschränkt wiedergeben. Dies gilt auch für Modelle.

**Die Studierenden sollen folgende Lerninhalte definieren, erkennen und beschreiben können:**

## **1. Gliederung und zelluläre Grundlagen des Nervensystems**

Zentrales Nervensystem — peripheres Nervensystem

Animales („cerebrospinales“) Nervensystem — vegetatives („autonomes“ oder „viszerales“) Nervensystem

Vegetatives Nervensystem: Pars sympathica — Pars parasympathica

Graue Substanz — weiße Substanz

Begriffe: Cortex, Lamina, Nucleus, Medulla, Tractus, Fasciculus, Neuropil, Ganglion

Hirnnerven — Spinalnerven

Afferentes Neuron — efferentes Neuron

Sensibles Neuron — motorisches Neuron

Rezeptor — Effektor

### **Neuronale Gliederung des peripheren animalischen Nervensystems**

Sensibles Ganglion: Perikaryon des ersten afferenten Neurons

Motorisches Kerngebiet: Perikaryon des motorischen Neurons

gemeinsame motorische Endstrecke der efferenten Leitung

### **Neuronale Gliederung des peripheren vegetativen Nervensystems**

Viszeroafferenzen

Viszeroefferenzen (Pars sympathica, Pars parasympathica)

Präganglionäre Neurone - postganglionäre Neurone

### **Periphere Organisation und Projektion**

Intramurales Nervensystem, segmentale Innervation, periphere Innervation

Dermatom, Headsche Zonen

### **Neuronale Morphologie**

Dendriten, Perikaryon, Axon

Multipolare, bipolare, pseudounipolare Nervenzellen

Ultrastruktur des Neurons

### **Sinnesfunktion**

Sinnesorgane

Primäre — sekundäre Sinneszelle

Freie Nervenendigung

## Nervenfaser

Größenordnung von Internodienlänge und Faserkaliber  
Markhaltige Nervenfasern, marklose Nervenfasern  
A-, B-, C-Fasern  
Ultrastruktur des Axons

## Synapsen

Interneurale Synapsen, neuromuskuläre Synapsen, neuroglanduläre Synapsen  
Präsynaptische, subsynaptische, postsynaptische Membran  
Synapsenspalt  
Transmitterorganellen  
Transmitter

## Neurosekretion

Sekretorische Neurone in neurosekretorischen Kernen  
Neurosekrettransport im Axon  
Neurosekretorische Endigung

## Mikroskopische Anatomie des peripheren Nerven

Axonscheide  
Endo-, Peri-, Epineurium  
Gefäßversorgung des peripheren Nerven

## Neuroglia

Morphologie, Vorkommen und Funktion von Astrocyten, Oligodendrocyten und Mikroglia

# 2. Zentralnervensystem

## 2.1 Entwicklung

### Anlage des Nervensystems

Neurulation: Neuralplatte, -wülste  
Neuralrohr  
Neuralleiste und Derivate  
Bildung der Spinalganglien und Spinalnerven

## Rückenmark

Mantelzone, Marginalzone  
Flügelplatte, Grundplatte, Seitenplatte, Segmente

## Gehirn

Morphogenese: Scheitelbeuge, Nackenbeuge, Brückenbeuge  
Hirnbläschen und ihre Differenzierungen  
Histogenese des ZNS  
Rhombencephalon, Cerebellum, Mesencephalon, Diencephalon, Telencephalon  
Neencephalisation  
Ventrikelsystem und Plexus choroideus  
Hypophyse

## Angeborene Mißbildungen

Spina bifida occulta, Myelozele, Meningomyelozele, Meningozele, Meningoenzephalozele, Anenzephalus

## 2.2 Medulla spinalis

### Gestalt, Gliederung, Lage

Oberfläche, Lage im Wirbelkanal und Beziehungen zur Wirbelsäule  
Hals-, Brust-, Lenden- und Sakralmark  
Intumescitiae  
Wurzeln, Cauda equina

### Graue Substanz

Vorder-, Seiten-, Hintersäule  
Nervenzellen: Wurzelzellen, Binnenzellen, Strangzellen  
Zytoarchitektonische Gliederung

### Weißer Substanz

Vorder-, Seiten-, Hinterstrang  
Somatotopische Gliederung

### Leitungssysteme

Afferente Wurzelsysteme  
Eigenapparat  
Leitungssysteme: aufsteigende Bahnen, absteigende Bahnen

Efferente Wurzelsysteme

Lage der Bahnen im Rückenmarksquerschnitt

Reflexbögen: Eigen- und Fremdrelexe

Syndrome der spinalen Halbseitenläsion und der spinalen Querschnittsläsion

## 2.3 Rhombencephalon

### Gestalt, Gliederung, Lage

Oberflächenstrukturen der Medulla oblongata und Pons

Boden des IV. Ventrikels

Austrittsstellen der Hirnnerven V-XII aus dem Gehirn

Topographische Beziehung zum Schädel

Bedeutung des Kleinhirnbrückenwinkels

### Innere Gliederung

Neencephaler Teil, Tegmentum

Hirnnervenkerne

Eigenapparat: Formatio reticularis, Kerne, vegetative Zentren

Tectum: Nuclei gracilis und cuneatus

Aufsteigende Bahnen

Absteigende Bahnen

### Funktionelle Anatomie

Kornealreflex, Schluck- und Würgereflex

## 2.4 Cerebellum

### Gestalt, Gliederung

Kleinhirnhemisphäre

Kleinhirnwurm

Kleinhirnstiele

Topographische Beziehung zum Schädel

### Innere Gliederung

Kleinhirnrinde, Kleinhirnmark

Mikroskopische Anatomie

## **Kleinhirnbahnen**

Afferente Bahnen, Zuordnung zu den Kleinhirnabschnitten

Efferente Bahnen

Beziehungen zu motorischen Systemen und ihren Zentren

## **Funktionelle Anatomie**

Grundlagen für Muskeltonusregulation, Ataxie, Asynergie, Intentionstremor

Tonusveränderungen, Nystagmus, Dysdiachokinese

## **2.5 Mesencephalon**

### **Gestalt, Gliederung, Lage**

Oberflächenstrukturen

Austrittsstellen der Hirnnerven III und IV aus dem Gehirn

Topographische Beziehungen zum Schädel

### **Innere Gliederung**

Tectum, Kerne der Vierhügelplatte und ihre Verbindungen

Tegmentum, Hirnnervenkerne

Formatio reticularis und wichtige Verbindungen

Nucleus ruber und wichtige Verbindungen

Substantia nigra und wichtige Verbindungen

durchziehende Bahnen

Pars ventralis pedunculi cerebri mit Bahnen

### **Funktionelle Anatomie**

Optische Reflexe, Pupillarreflex, Optischer Schutzreflex

Konvergenz-Schaltapparat, Akkommodations-Schaltapparat

## **2.6 Diencephalon**

### **Gestalt, innere und äußere Oberfläche**

Chiasma opticum, Tractus opticus, Tuber cinereum, Infundibulum, Hypophyse, Corpora mamillaria, Corpora geniculata, Pulvinar, Habenula, Corpus pineale (Epiphyse), III. Ventrikel, Lamina terminalis, Adhaesio interthalamica, Fornix, Subfornikalorgan, Anheftungsstellen des Plexus choroideus, Foramen interventriculare

## Gliederung

Hypothalamus

Thalamus mit Thalamus ventralis, Thalamus dorsalis und Metathalamus; Epithalamus

## Grundlagen der inneren und funktionellen Gliederung

Großzellige und kleinzellige Kerngebiete des Hypothalamus

Effektorhormone, Releasing- und Inhibiting-Hormone

Portalgefäße (Pfortaderkreislauf)

Kerngebiete des Thalamus, insbesondere Nuclei ventrolaterales und Nuclei posteriores als Umschaltkerne der sensiblen und sensorischen Bahnen

Nuclei intralaminares et reticulares; Nucleus subthalamicus; Zona incerta

Nuclei praetectales; Nuclei habenulae

## Verbindungen

Afferenzen und Efferenzen des Hypothalamus

Verbindungen zum Infundibulum und zur Neurophyse

Afferenzen und Efferenzen des Thalamus; Radiationes thalamicae, Fornix, Fasciculus mamillothalamicus

Verbindungen zur Epiphyse

## 2.7 Telencephalon

### Gestalt, Gliederung

Pole, Hemisphären, Insel, Balken, Lappen, Gyri, Sulci

Bulbus olfactorius, Tractus olfactorius

Topographische Beziehung zum Schädel

### Subcorticale Kerne

Telencephalon: Nucleus caudatus, Putamen, Claustrum, Corpus amygdaloideum

Diencephalon: Globus pallidus

Begriffe: Corpus striatum, Basalganglien

Verbindungen der subcorticalen Kerne untereinander, zur Großhirnrinde, zu anderen Hirnteilen

### Großhirnrinde

Paleo-, Archi-, Neocortex

Allocortex, Isocortex

Mikroskopische Anatomie

Primäre und sekundäre Rindenfelder („Zentren“) sowie deren Gliederungen und Verknüpfungen

## **Bahnen der Großhirnrinde**

Assoziationsbahnen

Kommissurenbahnen

Projektionsbahnen

Capsula interna: Lage, durchtretende Bahnen, Blutversorgung, Ausfallserscheinungen

## **3. Funktionelle Systeme**

### **3.1 Afferente Systeme, neuronale Gliederung, Umschaltorte**

Vorderseitenstrangsystem

Hinterstrangsystem

Trigeminusbahnen

Spinocerebelläre Bahnen

Geschmacksbahn

Riechbahn

### **3.2 Efferente Systeme, neuronale Gliederung, Umschaltorte**

Pyramidenbahn

„Extrapyramidal-motorische“ Bahnen

### **3.3 Limbisches System**

Grundkenntnisse der Komponenten und Verbindungen

### **3.4 Klinische Anatomie**

Grundlagen für Nozizeption, Schmerzleitung, differentielle Empfindungsstörungen

Hyperkinesen, Hypokinesen

hyperkinetisch-hypotones Syndrom

hypokinetisch-hypertones Syndrom

Schlaffe Parese

Spastische Parese

Apraxie, Agraphie

Aphasien



## 4. Innere Liquorräume

### Seitenventrikel: Gestalt, Gliederung, Lage

Abschnitte und deren Wände

Plexus choroideus, Lage, Befestigung

Foramen interventriculare

### III. Ventrikel: Gestalt, Gliederung, Lage

Wände, Recessus

Plexus choroideus, Lage, Befestigung

Aquaeductus cerebri

### IV. Ventrikel: Gestalt, Gliederung, Lage

Wände, Recessus

Plexus choroideus, Lage, Befestigung

Aperturen

### Plexus choroideus

Mikroskopische Anatomie

Liquorbildung

Blut-Liquorschranke

### Liquorfluß

Foramen interventriculare, Aquaeductus cerebri

Apertura mediana, Aperturæ laterales ventriculi quarti

Liquorresorption

### Angewandte Anatomie

Liquorpunktionsorte

Liquorblockaden

Hydrocephalus internus

Hydrocephalus externus

Deutung einfacher orthologischer Tomogramme

## 5. Hirn- und Rückenmarkshäute, äußere Liquorräume

### Dura mater spinalis et encephali

Beziehungen zur Umgebung, Nachbarschaftsbeziehungen

Im Wirbelkanal: Laminae, Cavitas epiduralis

Im Schädel: Diaphragma sellae, Falx cerebri, Tentorium cerebelli, Falx cerebelli, Sinus durae matris

Innervation, epidurale Gefäße

### Arachnoidea mater, Pia mater

Beziehungen zur Dura und zum Zentralnervensystem

Spatium subdurale, Cavitas subarachnoidea

Rückenmark: Cisterna lumbalis, Wirbelprojektion, Lumbalpunktion

Gehirn: Zisternen, Verbindungen zum Ventrikelsystem, Suboccipitalpunktion

Liquorresorption

Pia: Gefäße, Innervation

## 6. Gefäßversorgung

### Arterien

Verlauf und Versorgungsgebiet der Äste der A. carotis interna,

der A. cerebri media und anterior und ihrer Äste

Verlauf und Versorgungsgebiet der intracraniellen Äste der A. vertebralis und ihrer Äste

Circulus arteriosus cerebri

Aa. und Rr. spinales

### Venöse Abflußwege

Oberflächliche Hirnvenen, Brückenvenen, Mündungen

Tiefe Hirnvenen, V. cerebri magna: Lage und Mündung

Sinus durae matris und Abflußwege

Vv. emissariae, Vv. diploicae

### Angewandte Anatomie

Epidurale Blutung

Subdurale Blutung

Subarachnoidale Blutung

Sinusthrombose, Hirnvenenthrombose

Projektion der Hirngefäße im Angiogramm

## 7. Sehorgan

### Orbita

#### Form, Lage

Wandungen, Nachbarschaftsbeziehungen, Aditus orbitae, Periorbita

#### Peri- und retrobulbärer Bindegewebsraum

Verlauf und Versorgungsgebiete der A. ophthalmica, des N. ophthalmicus und der Augenmuskelnerven  
Ganglion ciliare: Lage, zu- und wegführende Nerven

#### Entwicklung

Augenbläschen, Augenbecher, Augenbecherspalte, Entstehung der vorderen Augenkammer, A. hyaloidea  
Retina, Iris, Ciliarkörper  
Linse  
Choroidea, Sclera, Cornea  
Fehlbildungen: Anophthalmie, Kolobom, Katarakt

#### Gestalt, Gliederung, Form

Wandschichten  
Iris, Pupille  
Glaskörper  
Linse: Form, Lage, Befestigung  
Augenkammern, Augenkammerwasser

#### Bau und mikroskopische Anatomie

Schichten der Retina und ihr Feinbau, neuronale Gliederung, regionale Unterschiede  
Histophysiologie des Sehorgans  
Linse  
Ciliarkörper, Iris  
Akkommodationsapparat mit Innervation und Funktion  
Glaskörper  
Choroidea, Cornea, Sclera  
Blutversorgung  
Augenhintergrund: Macula, Papille

## **N. opticus und Sehbahn**

Verlauf

Beziehungen zu den Hirnhäuten

A. centralis retinae

Sehbahn

Optische Reflexbahn

## **Bewegungsapparat des Bulbus oculi**

Äußere Augenmuskeln: Ursprung, Ansatz, Wirkungsweise, Innervation

Vagina bulbi, Spatium episclerale

## **Schutzeinrichtungen**

### **Augenlid**

Oberflächenbedeckung, Wimpern

Muskeln mit Innervation

Tarsus

Drüsen

### **Bindehaut**

Tunicae conjunctivae bulbi et palpebrarum

Konjunktivalsack

sensible Innervation, Kornealreflex

### **Tränen drüse, Tränen wege**

Lage, sekretorische Innervation

Drüsenausführungsgänge, Verlauf und Mündung

Tränen ableitene Organe

Ductus nasolacrimalis: Zuflüsse, Verlauf, Mündung

Tränenflüssigkeit, Lidschlag

Histophysiologie

## **Angewandte Anatomie**

Hemianopsien

Ausfallerscheinungen bei Lähmungen der Augenmuskelnerven

Hornersches Syndrom

## 8. Hör- und Gleichgewichtsorgan

### Grundkenntnisse der Entwicklung des Hör- und Gleichgewichtsorgans

Ohrplakode, -bläschen  
Bildung von Bogengängen und Schnecke  
Beziehung des Innenohres zum Kopfdarm  
Herkunft von Gehörknöchelchen, Mittelohr, Tube und Trommelfell  
Viszeralbögen und -taschen  
Grundvorstellungen über die Entstehung und Lageentwicklung des äußeren Ohres

### Äußeres Ohr

#### Ohrmuschel, äußerer Gehörgang

Aufbau  
Drüsen  
Trommelfell mit Nachbarschaftsbeziehungen  
Innervation

### Mittelohr

#### Paukenhöhle

Wandungen und Nachbarschaftsbeziehungen  
Etageneinteilung  
Antrum mastoideum, Cellulae mastoideae  
Regionäre Lymphknoten  
Sensible Innervation  
Tuba auditiva: Verlauf, Mündung, Wandbau  
Ventilation der Paukenhöhle  
Nerven im Bereich der Paukenhöhle: N. facialis, Chorda tympani, N. petrosus minor

#### Gehörknöchelchen

Form, Verbindungen, funktionelle Bedeutung  
Muskeln

### Innenohr

#### Labyrinth und Hörbahn

Lage und Gliederung des knöchernen und membranösen Labyrinths  
Perilymph- und Endolymphräume

Lage von Porus und Meatus acusticus internus  
Inhalt des Meatus acusticus internus  
Lage von Ganglion vestibulare und Ganglion cochleare  
Hörbahn

### **Gleichgewichtsorgan**

Bestandteile und deren Bau  
Orientierung der Bogengänge  
Rezeptoren: Lage, Feinbau  
Histophysiologie  
Gleichgewichtsbahn

### **Hörorgan**

Anordnung, Verlauf und Wandungen von Scala vestibuli, Scala tympani und Ductus cochlearis  
Fenestra vestibuli, Fenestra cochleae, Membrana tympani secundaria  
Mikroskopische Anatomie und Histophysiologie des Cortischen Organs

### **Angewandte Anatomie**

Zugänglichkeit des Trommelfells  
Unterschiedliche Stellung des Trommelfells beim Kleinkind und Erwachsenen