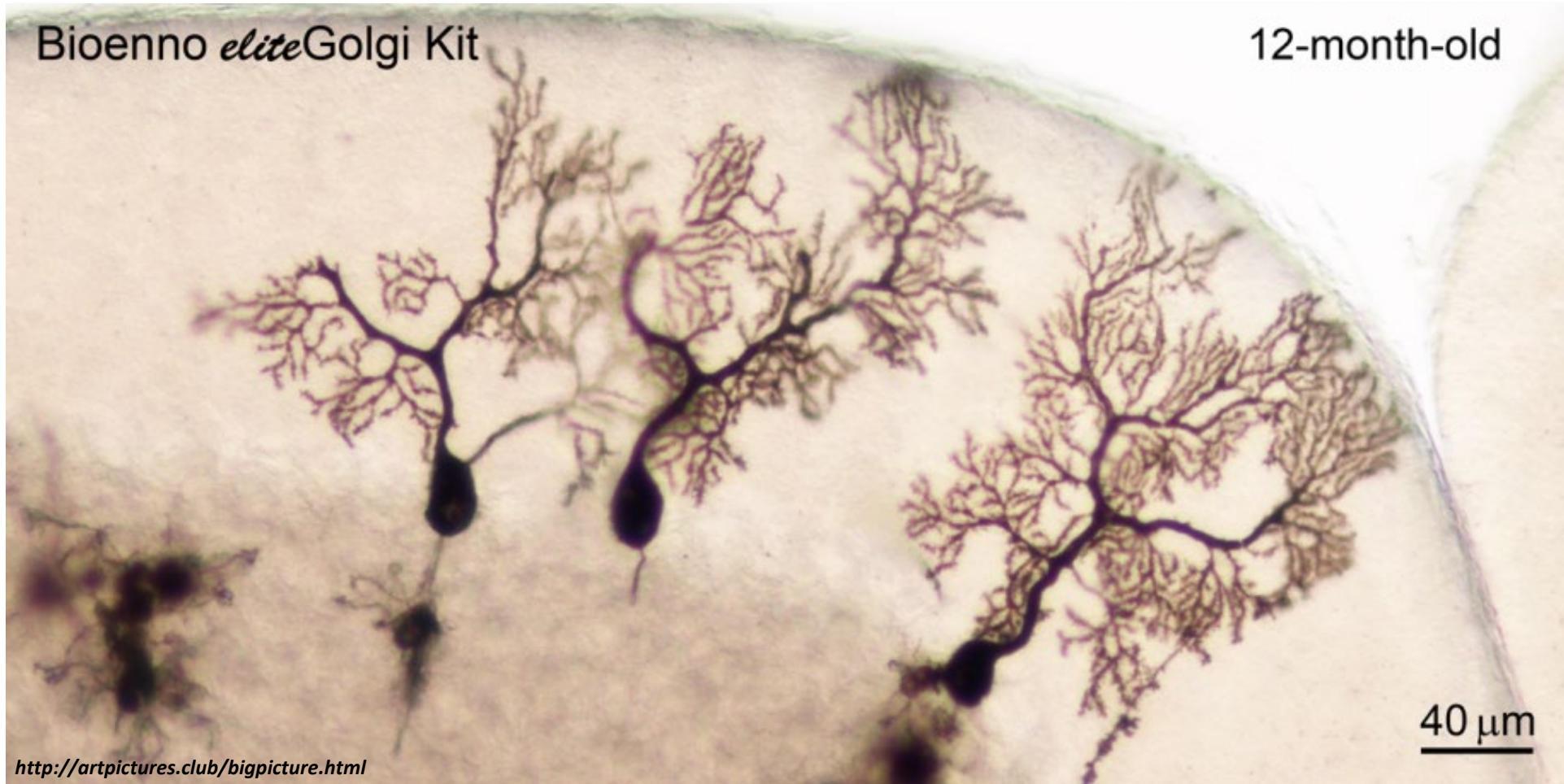


Neurohistologie



Histologie

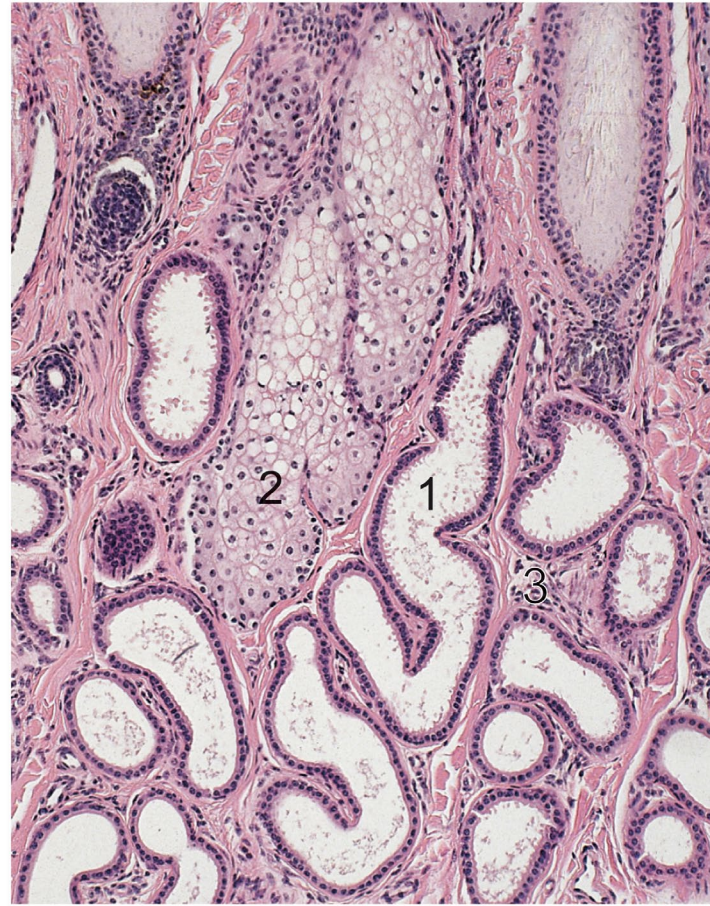
Definition: Lehre von den Geweben

Hilfsmittel: Schneidegeräte
Mikroskope

Färbungen:

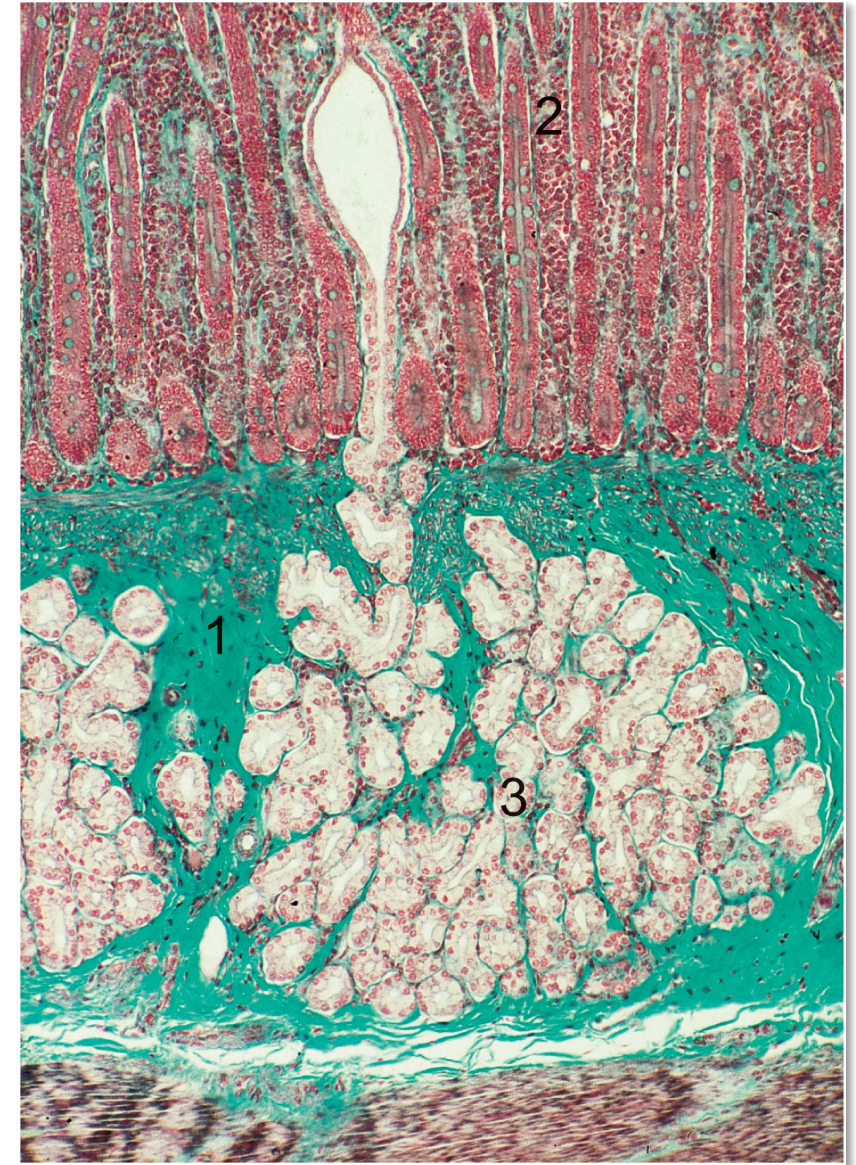


**Antikörper
(Fluoreszenz)**



Hämatoxylin-Eosin (HE)

**Trichrom
(Goldner)**



Graue und Weiße Substanz

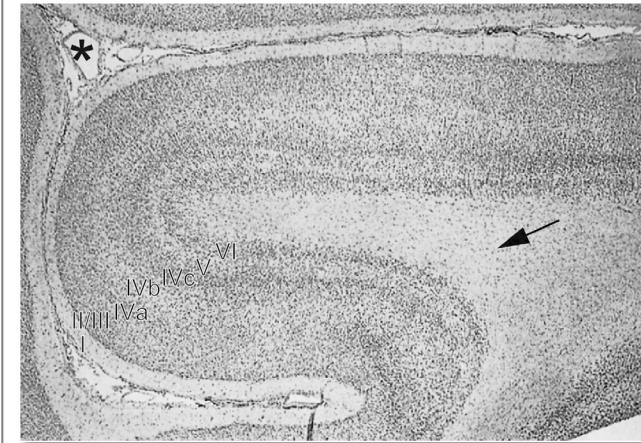
Zentrales Nervensystem

(ZNS)

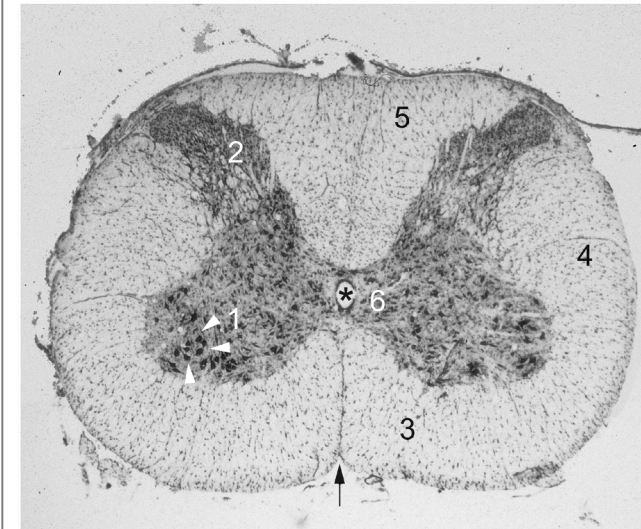
Generelle Unterscheidung: Graue und Weiße Substanz

Graue Substanz: Ansammlung von Zellkörpern (Perikarya)
 “außen” im Gehirn (Rinde, Cortex)
 “innen” im Rückenmark (Schmetterling)

Weiße Substanz: Axone mit ihren Hüllen
 “innen” im Gehirn (“Mark”)
 “außen” im Rückenmark



Primäre Sehrinde (Area striata) aus dem Bereich des Sulcus calcarinus. Direkt an die weiße Substanz (→) grenzt die Lamina VI, die durch ihren Zellreichtum hervortritt. Es folgt nach außen die zellärmere, daher hellere Lamina V. Daran schließt sich wiederum die zellreichere Lamina IVc an, dann die breite Lamina IVb (= Gennari-Streifen) und die schmale, dunklere (zellreichere) Lamina IVa. Die Laminae III und II nehmen den Raum zwischen der Lamina IVa und der äußersten, fast ungefärbten Lamina I ein, sind aber kaum gegeneinander abzugrenzen. * Vene in der Pia mater des Sulcus calcarinus. Mensch; Färbung: nach Nissl. Vergr. 16-fach.



Aufbau des Rückenmarks, Übersicht.
 Die schmetterlingsförmige graue Substanz ist in Vorderhorn (Cornu anterius, 1) und Hinterhorn (Cornu posterius, 2) gegliedert. Die außen liegende weiße Substanz unterteilt sich in Vorderstrang (Funiculus anterior) (3), Seitenstrang (Funiculus lateralis) (4) und Hinterstrang (Funiculus posterior) (5). Vorderstrang und Seitenstrang werden oft als Vorderseitenstrang (Funiculus anterolateralis) zusammengefasst. (6) Commissura grisea. ► Motoneurone; * Zentralkanal; → Fissura mediana anterior. Ratte; Färbung: nach Golgi. Vergr. 25-fach.

Quelle: Histologie - Lehrbuch und Atlas. Deller, T.; Welsch, U. © 2022.

Gehirn

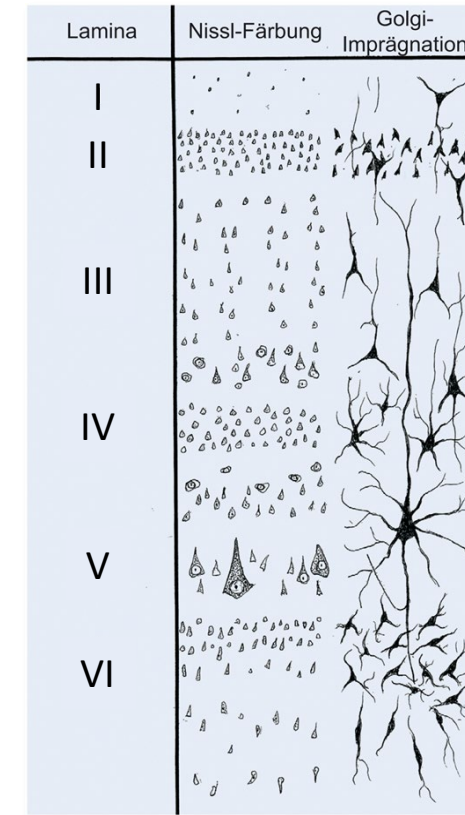
Endhirn-Rinde (Cortex)

ZNS – Gehirn – Endhirnrinde

Unterteilung in zwei Kategorien:

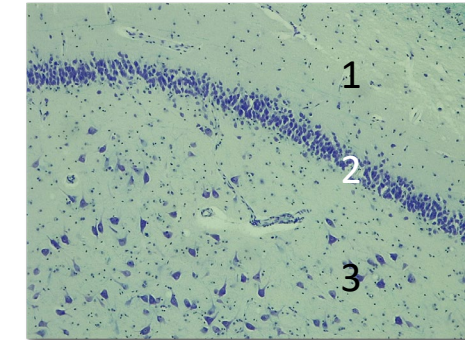
- **Isokortex** umfasst die neueren Anteile der Endhirnrinde
- Neokortex
- **Allokortex** umfasst die älteren und ältesten Anteile der Endhirnrinde
- Archikortex (ältere Anteile)
- Paleokortex (älteste Anteile)

6 Schichten
(I– VI)



Quelle: Histologie - Lehrbuch und Atlas.
Deller, T.; Welsch, U. © 2022.

3 Schichten



A microscopic image of a brain section, specifically the isocortex, stained with hematoxylin and eosin (H&E). The image shows the characteristic six layers of the cerebral cortex, with a clear boundary between the granular layers (III and IV) and the agrular layers (V and VI). The text 'Schichten des Isokortex' is overlaid in a large, dark blue font.

Schichten des Isokortex

<https://myim.uni-ulm.de/microscope/exploration/VOBG-sFT>

ZNS – Gehirn – Graue Substanz - Endhirnrinde

**Isokortex
(Neokortex)**

6 Schichten (Laminae)

I Molekularschicht (Lamina molecularis)

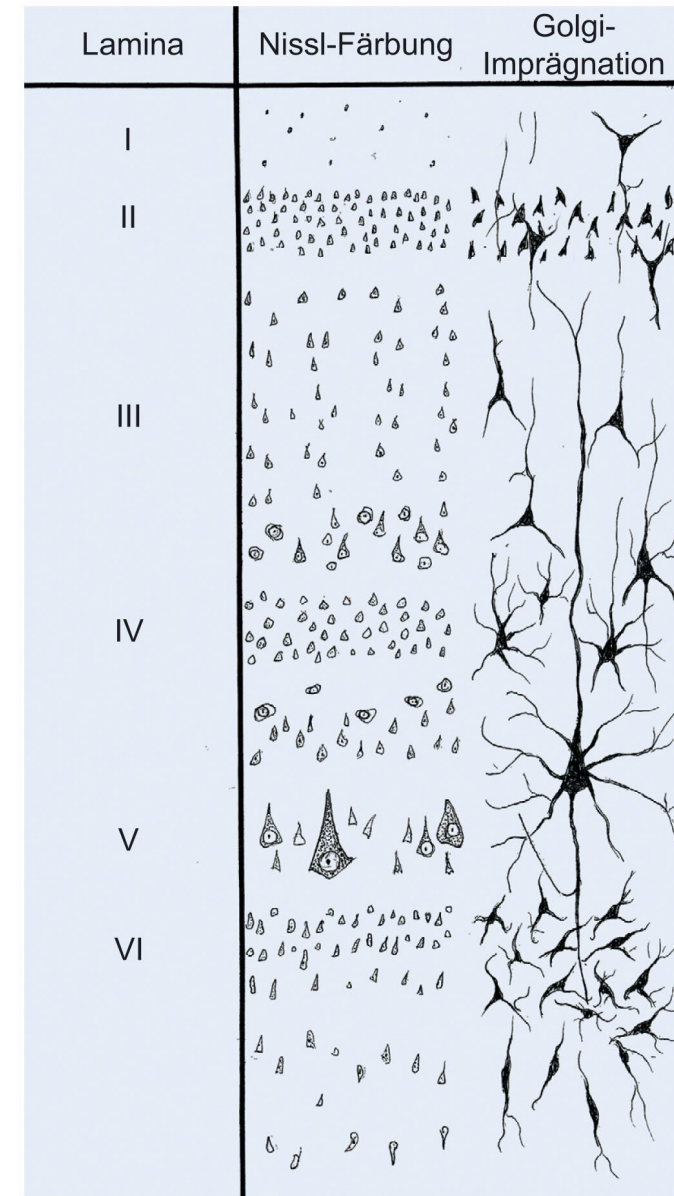
**II Äußere Körnerzellschicht
(Lamina granularis externa)**

**III Äußere Pyramidenzellschicht
(Lamina pyramidalis externa)**

**IV Innere Körnerzellschicht
(Lamina granularis interna)**

**V Innere Pyramidenzellschicht
(Lamina pyramidalis interna)**

**VI Multiforme Schicht
(Lamina multiformis)**

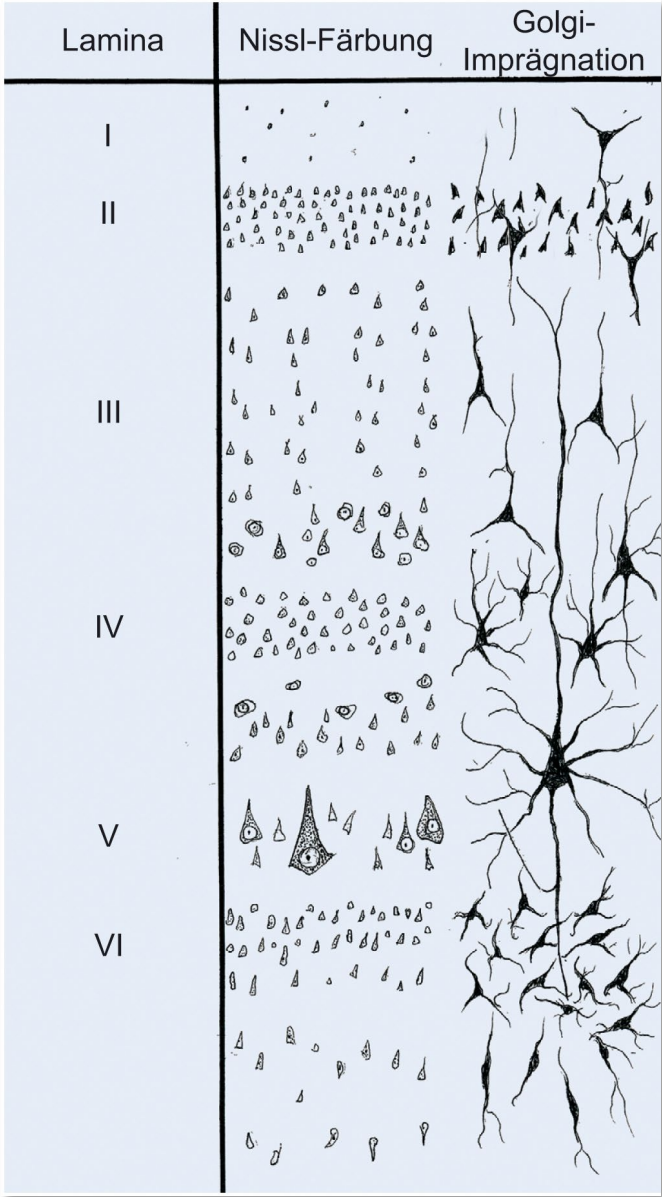


Quelle: Histologie - Lehrbuch und Atlas. Deller, T.; Welsch, U. © 2022.

ZNS – Gehirn – Graue Substanz - Endhirnrinde (Isokortex)

Zusammensetzung der Schichten

I	Molekularschicht	wenige Zellen, Axone, Dendriten
II	Äußere Körnerzellschicht	dicht gepackte, kleine Perikarya
III	Äußere Pyramidenzellschicht	locker gepackte, mittelgroße Perikarya
IV	Innere Körnerzellschicht	dicht gepackte kleine Perikarya
V	Innere Pyramidenzellschicht	locker gepackte, sehr große Perikarya
VI	Multiforme Schicht	locker gepackte, mittelgroße Perikarya



Quelle: Histologie - Lehrbuch und Atlas. Deller, T.; Welsch, U. © 2022.

Zellen des Isokortex

ZNS – Gehirn – Endhirnrinde

Isokortex

Zelltypen

(A)	Neurone	85 %	Pyramidenzellen
		15 %	Nicht-Pyramidenzellen
(B)	Glia		Astrozyten
			Oligodendrozyten
			Mikroglia

ZNS – Gehirn – Graue Substanz - Endhirnrinde (Isokortex)

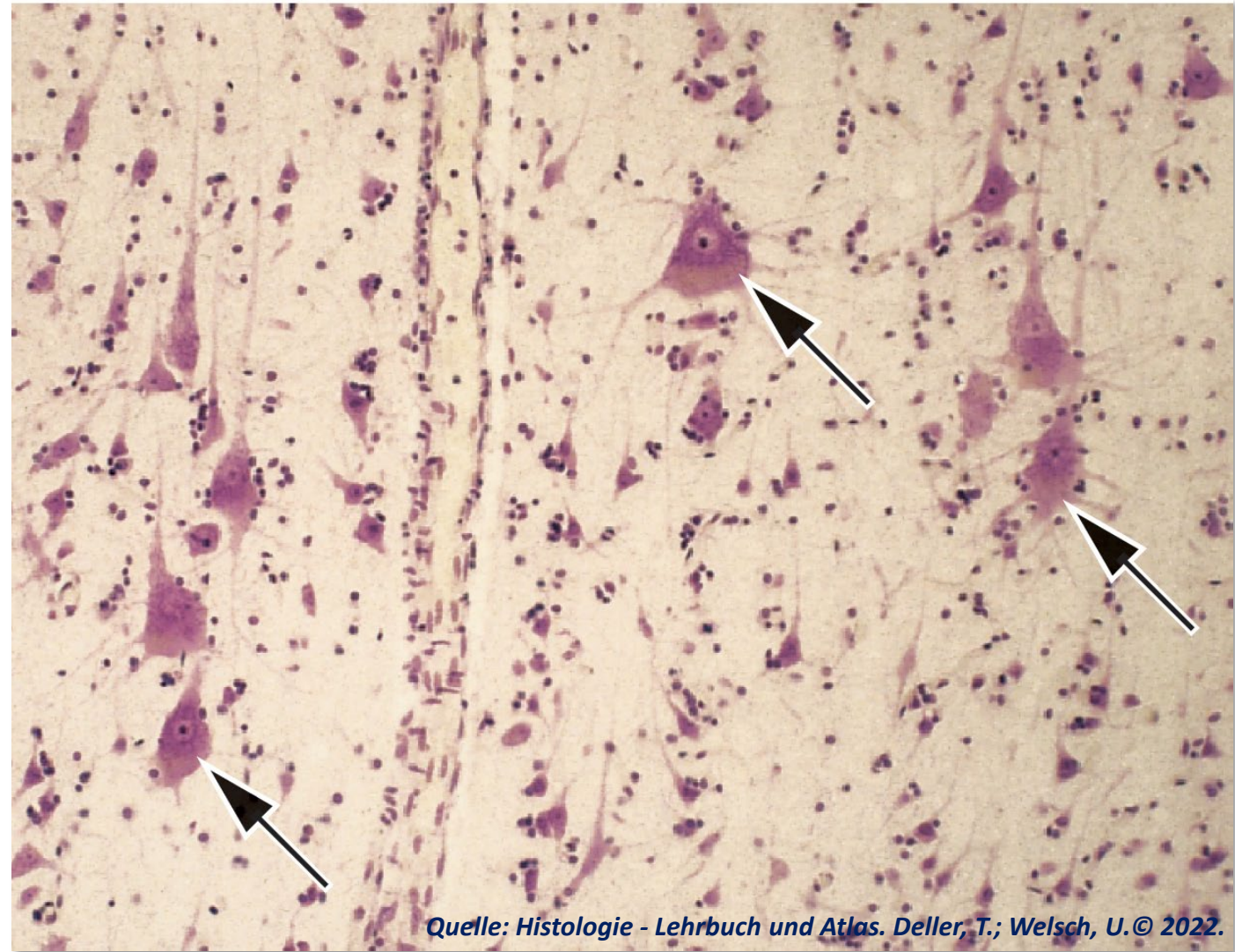
Zelltypen: Neurone

Pyramidenzellen

- pyramidenförmiger Zellkörper
- Apikaldendrit an der Spitze der Pyramide zur Hirnoberfläche gerichtet
- Basaldendriten an der Basis horizontal verlaufend
- variable Größe

Betz-Riesenpyramidenzellen (→)

- primär motorischer Kortex (Lam. V)
- größte Nervenzellen des Nervensystems (bis zu 100 µm groß)

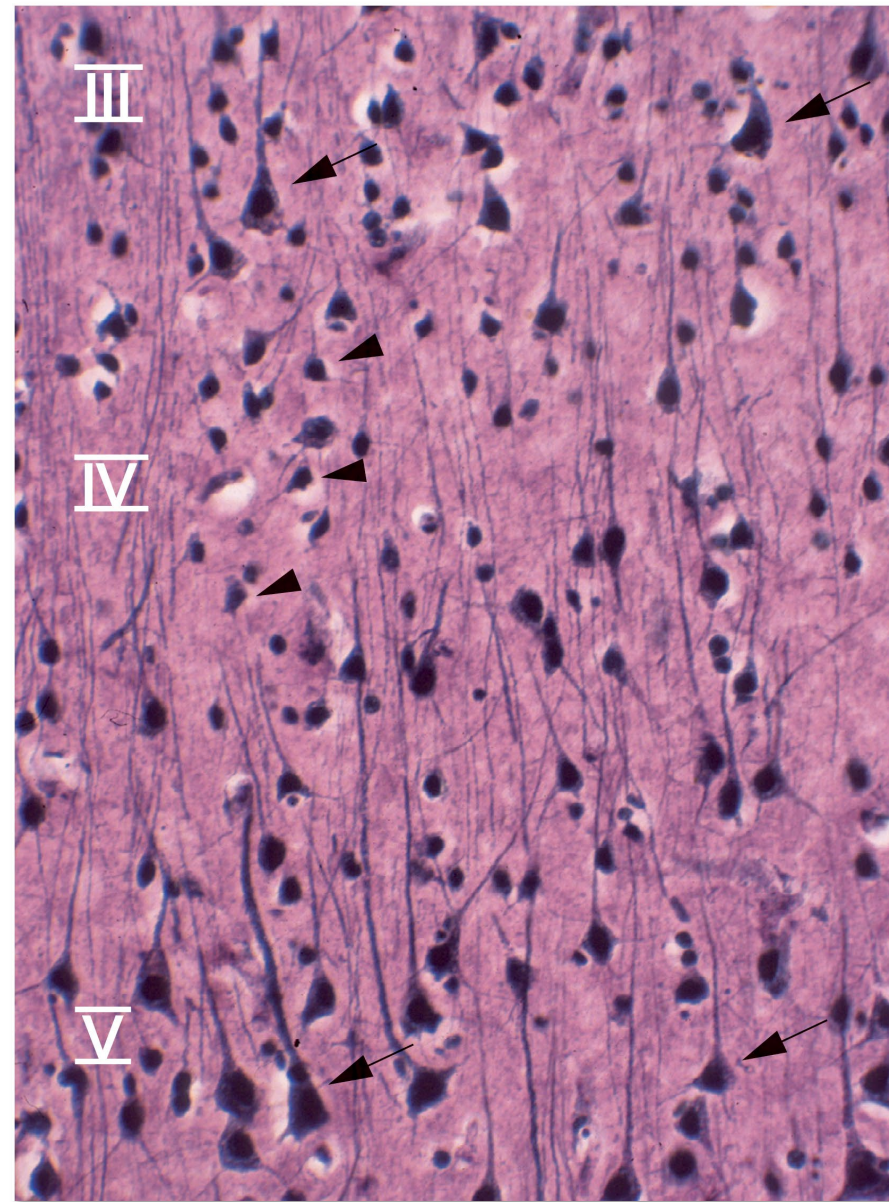


ZNS – Gehirn – Graue Substanz - Endhirnrinde (Isokortex)

Zelltypen: Neurone

Nicht-Pyramidenzellen (z.B. Sternzellen, Körnerzellen)

- Form und Größe variabel
- größtenteils Interneurone
- Axone sind relativ kurz, erreichen nur benachbarte Nervenzellen
- können Funktion der Pyramidenzellen modulieren



ZNS - Zelltypen

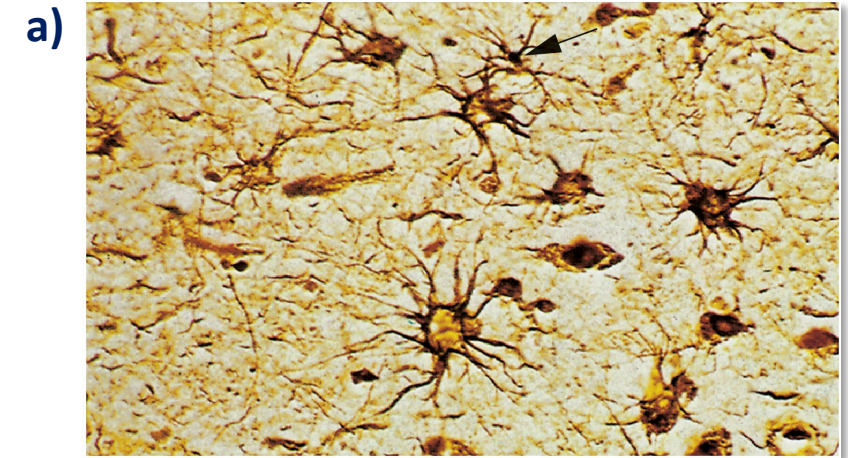
Pyramiden- (→) und Körnerzellen (►) in den tiefen Rindenschichten (V, IV und III) des Isokortex (Gyrus parahippocampalis). Die Apikaldendriten laufen gebündelt zu den oberen Laminae (z. B. am linken Bildrand). Mensch; Versilberungstechnik nach Romeis (Schwarzfärbung). Vergr. 250-fach.

Quelle: *Histologie - Lehrbuch und Atlas*. Deller, T.; Welsch, U. © 2022.

ZNS – Endhirn – Zelltypen: Glia – **Astrozyten**

- Morphologie:** zahlreiche dünne Fortsätze,
die sternenförmig ausstrahlen;
Unterteilung in:
- protoplasmatisch (graue Substanz) → a)
 - fibrillär (weiße Substanz) → b)

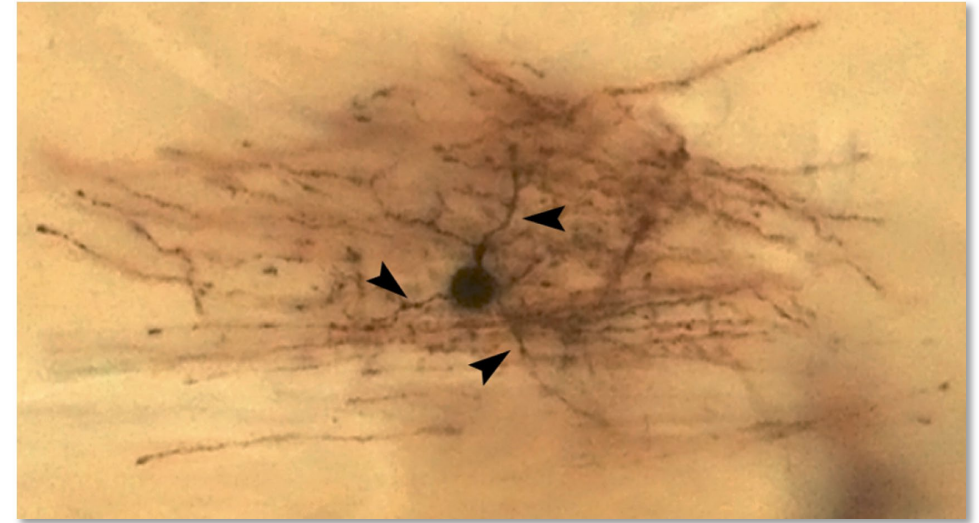
- Funktionen:**
- Stützfunktion
(mechanische Stabilisierung des Gewebes)
 - Blut-Hirn-Schranke
(Abgrenzung der Oberflächen des Hirngewebes)
 - chemische Homöostase
(Regulation des extrazellulären Kaliumgehalts und des pH;
Beteiligung am Transport von Glukose),
 - Beeinflussung der synaptischen Informationsübertragung
(elektrische Isolation; Aufnahme von Neurotransmittern)
 - Bildung einer Narbe nach einer Schädigung des ZNS



Quelle: Histologie - Lehrbuch und Atlas.
Deller, T.; Welsch, U. © 2022.

ZNS – Endhirn – Zelltypen: Glia – **Oligodendrozyten**

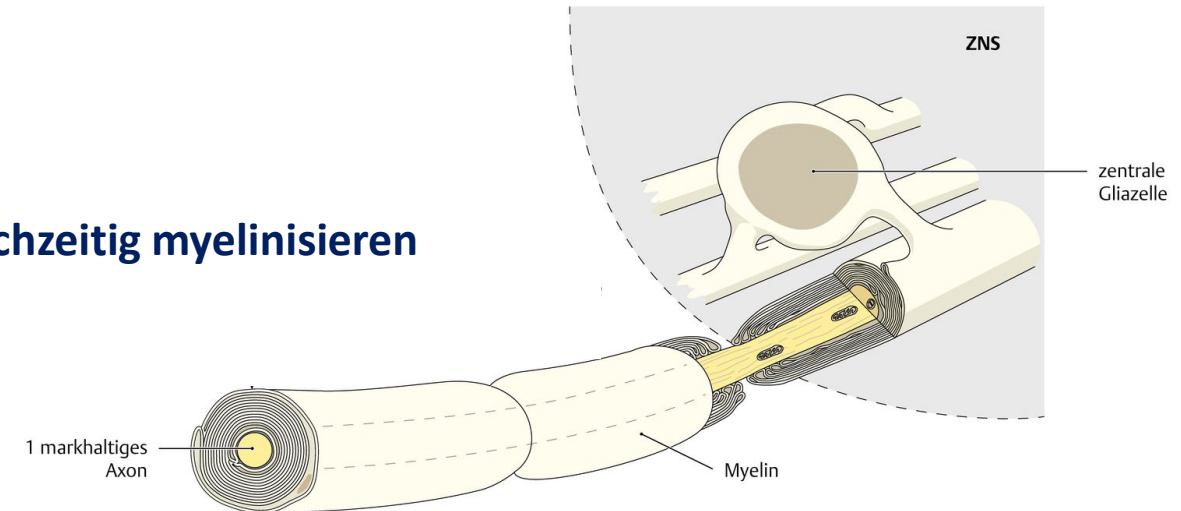
Morphologie: wenige, kaum verzweigte Fortsätze



Quelle: Histologie - Lehrbuch und Atlas. Deller, T.; Welsch, U. © 2022.

Funktion: Myelinisierung von Axonen

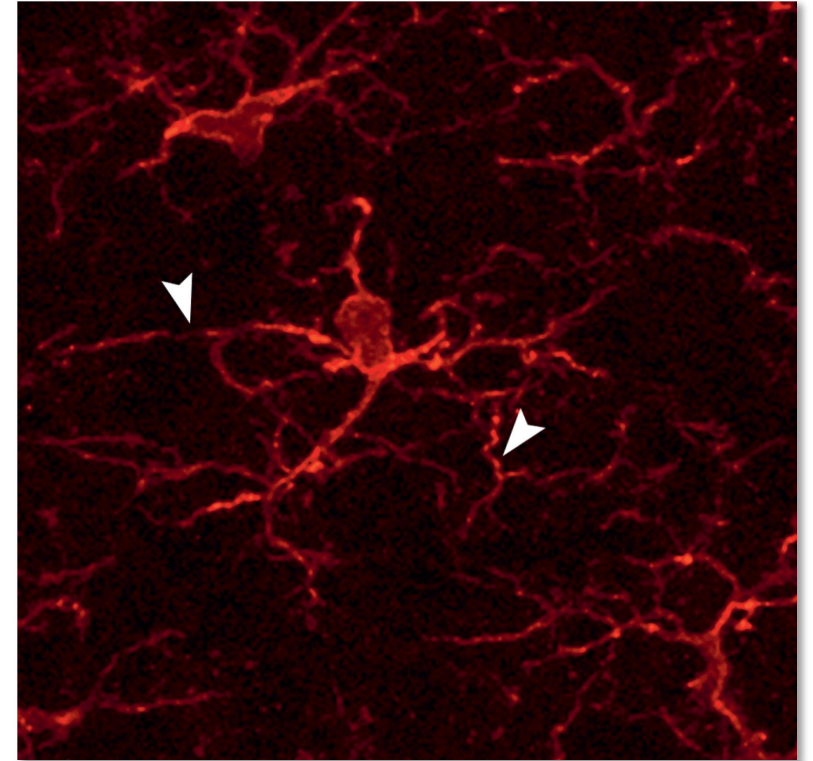
ein Oligodendrozyt kann mehrere Axone gleichzeitig myelinisieren



ZNS – Endhirn – Zelltypen: Glia – **Mikroglia**

Morphologie und Funktion abhängig vom Aktivierungszustand:

- | | |
|---------------------------|---|
| - ruhend
(Abb.) | <p>im gesunden ZNS</p> <ul style="list-style-type: none"> • kleiner Zelleib • länglicher Kern • lange, verzweigte Fortsätze <p>Fortsätze bewegen sich und überprüfen Umgebung.</p> |
| - amöboid | <p>während der Entwicklung
nach Schädigung der Hirnsubstanz</p> <ul style="list-style-type: none"> • plumpe Zellen • großer Zelleib <p>wandern durch das Gewebe und nehmen Zelltrümmer auf (Phagozytose).</p> |
| - aktiviert | <p>nach Infektionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • verzweigt oder amöboid • kräftige, weniger verzweigte Fortsätze <p>Antigenpräsentation; Produktion von Entzündungsmediatoren und Zytokinen</p> |





Schichten des Allocortex (Hippocampus)

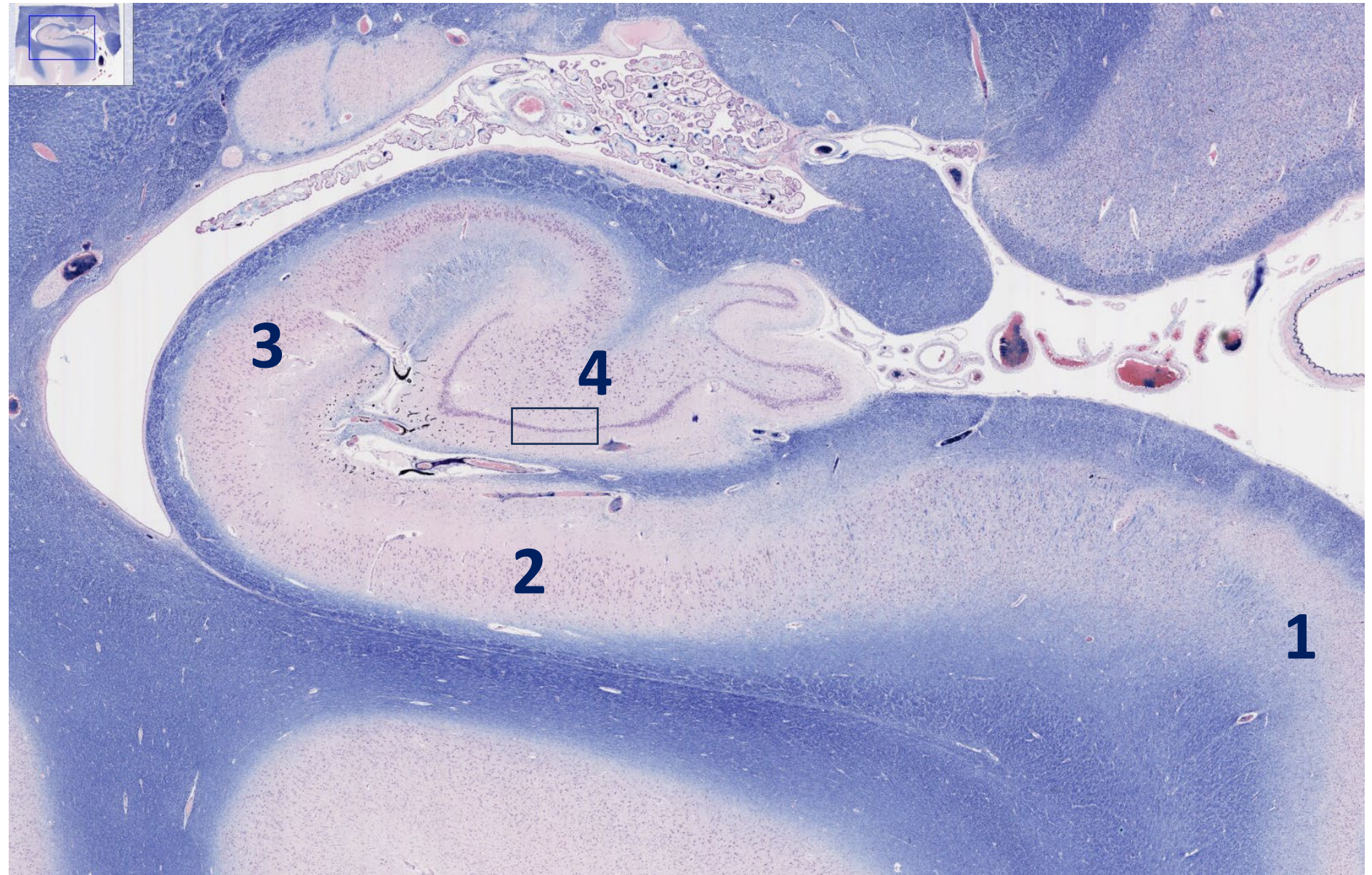
ZNS – Gehirn
Graue Substanz
Hippocampus
(Allokortex - Archikortex)

1 Gyrus
parahippocampalis

2 Hippocampus

3 Cornu Ammonis

4 Gyrus dentatus

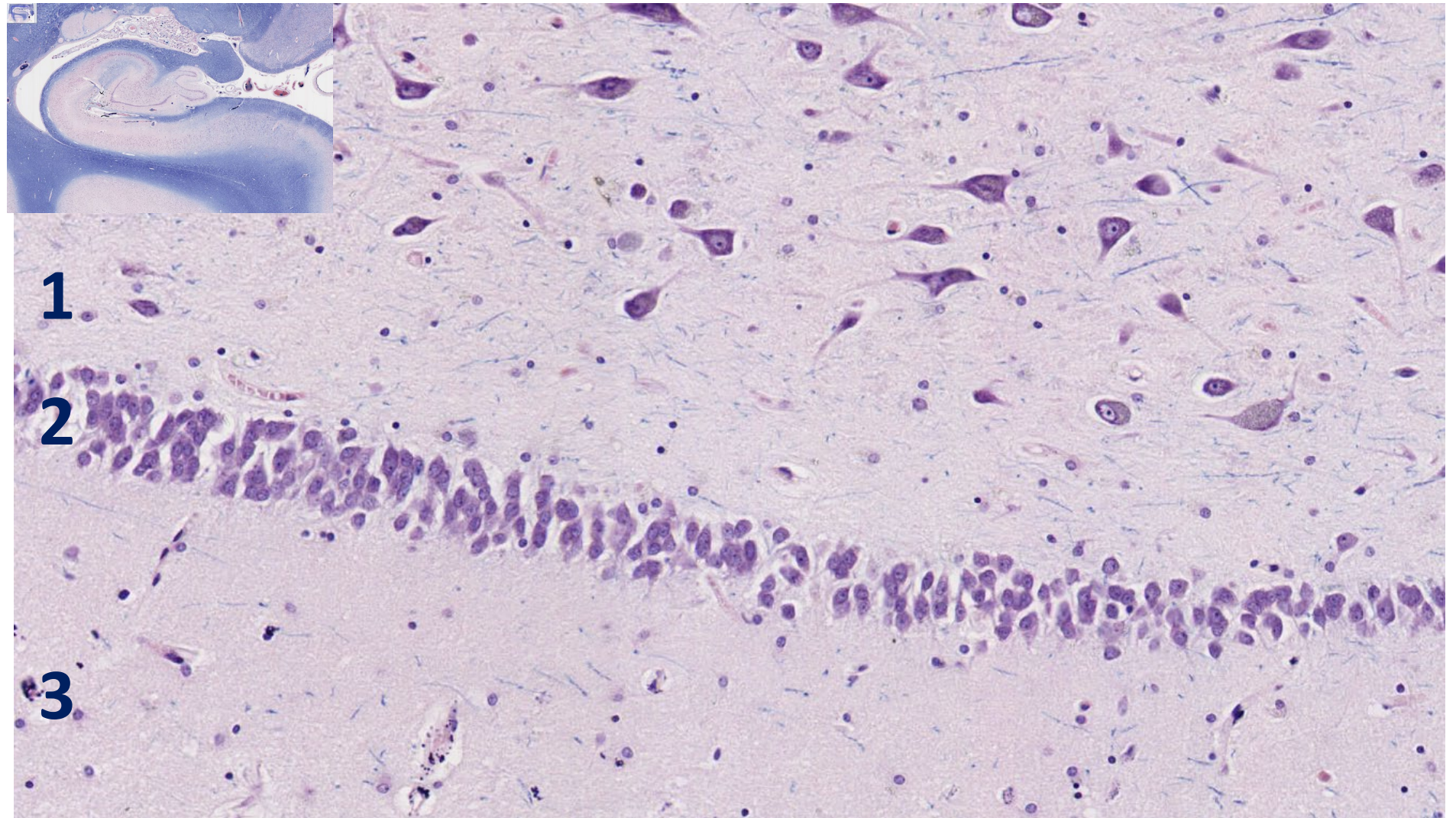


**Gyrus dentatus:
3 Schichten**

1 Polimorphe Schicht

**2 Körnerzellschicht
(Stratum granulosum)**

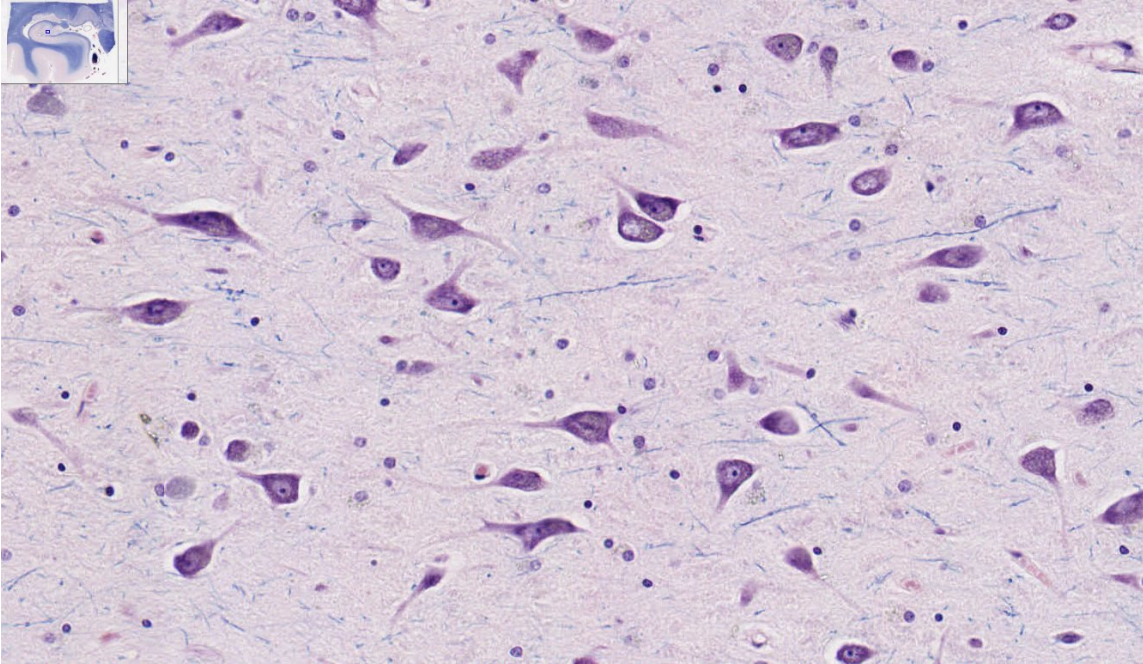
**3 Molekularschicht
(Stratum moleculare)**



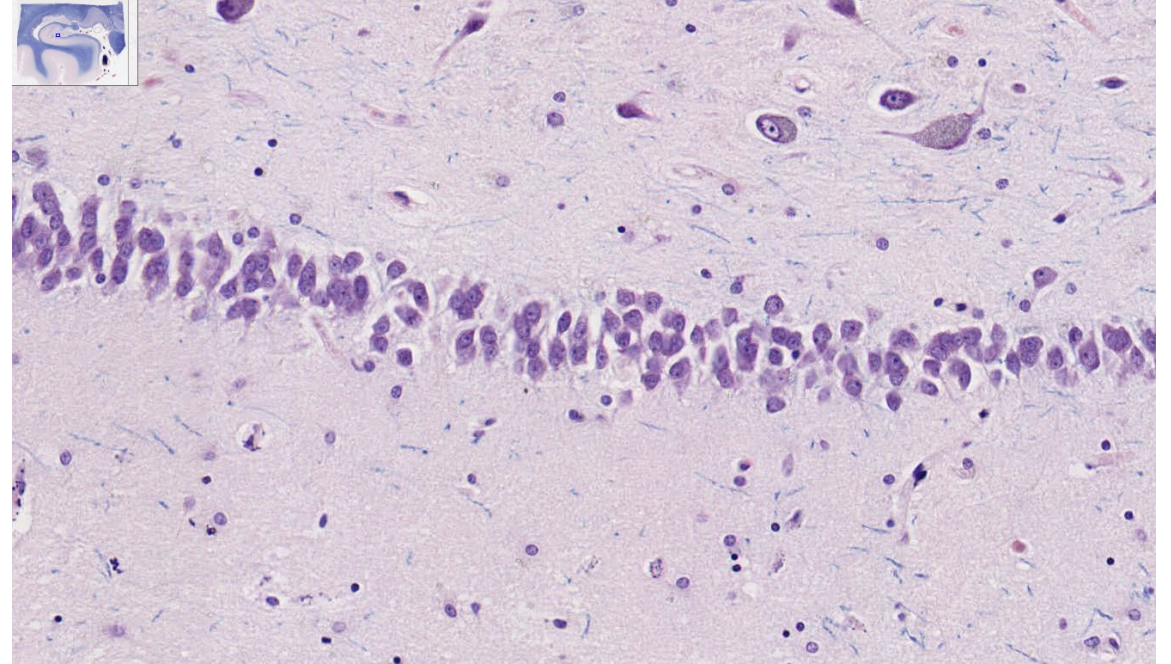
https://histologyslides.med.umich.edu/M2%20Pathology/Neuro/NormalNP004_20X.htm

Gyrus dentatus

Pyramidenzellen



Körnerzellen

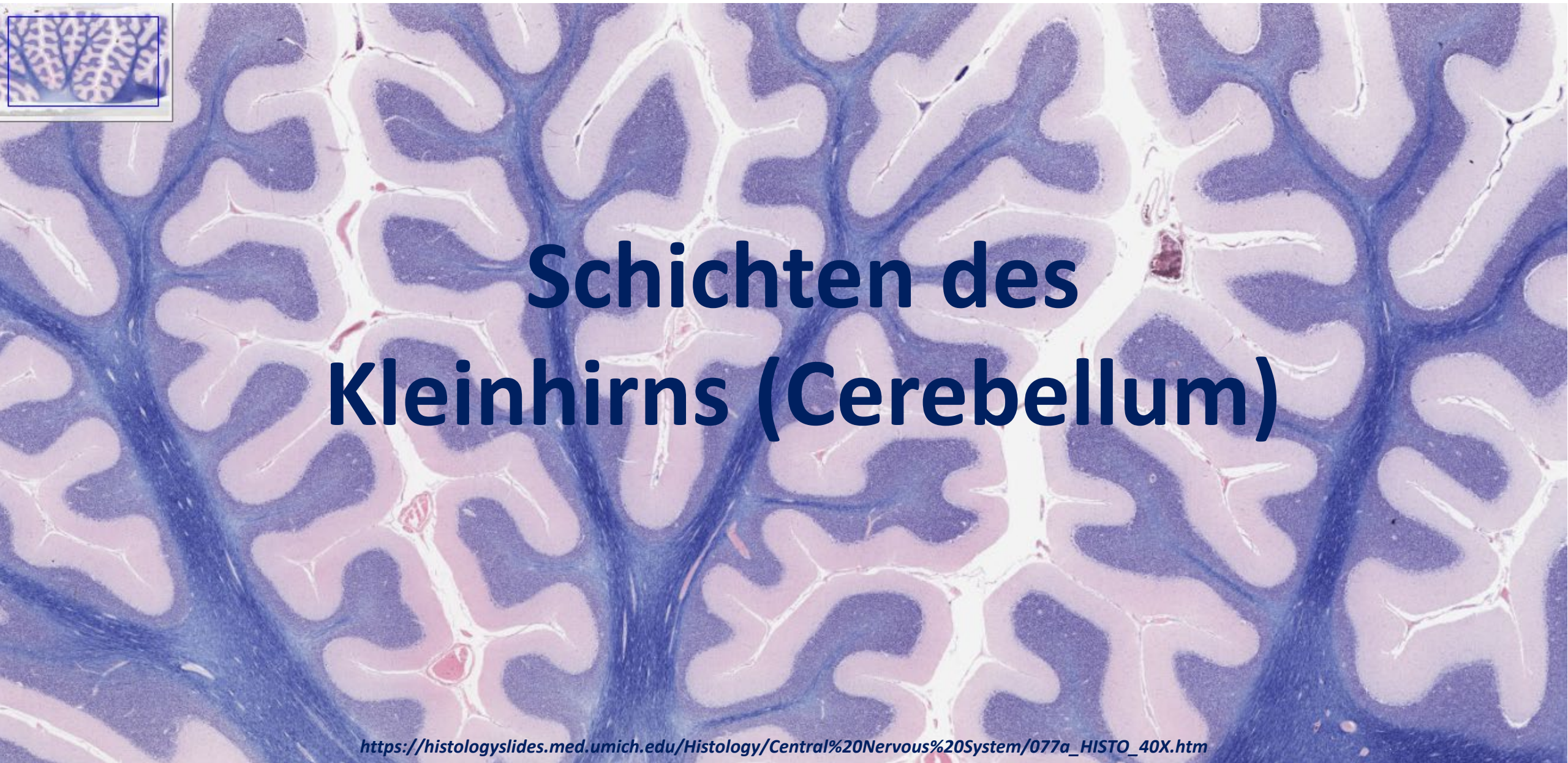


https://histologyslides.med.umich.edu/M2%20Pathology/Neuro/NormalNP004_20X.htm

ZNS – Gehirn – Endhirnrinde Allokortex

Hippocampus

Zelltypen	(A)	Neurone	90 % Prinzipalzellen - Pyramidenzellen - Körnerzellen 10 % Nicht-Prinzipalzellen - Interneurone	
	(B)	Glia	Astrozyten Oligodendrozyten Mikroglia	} wie für Isokortex

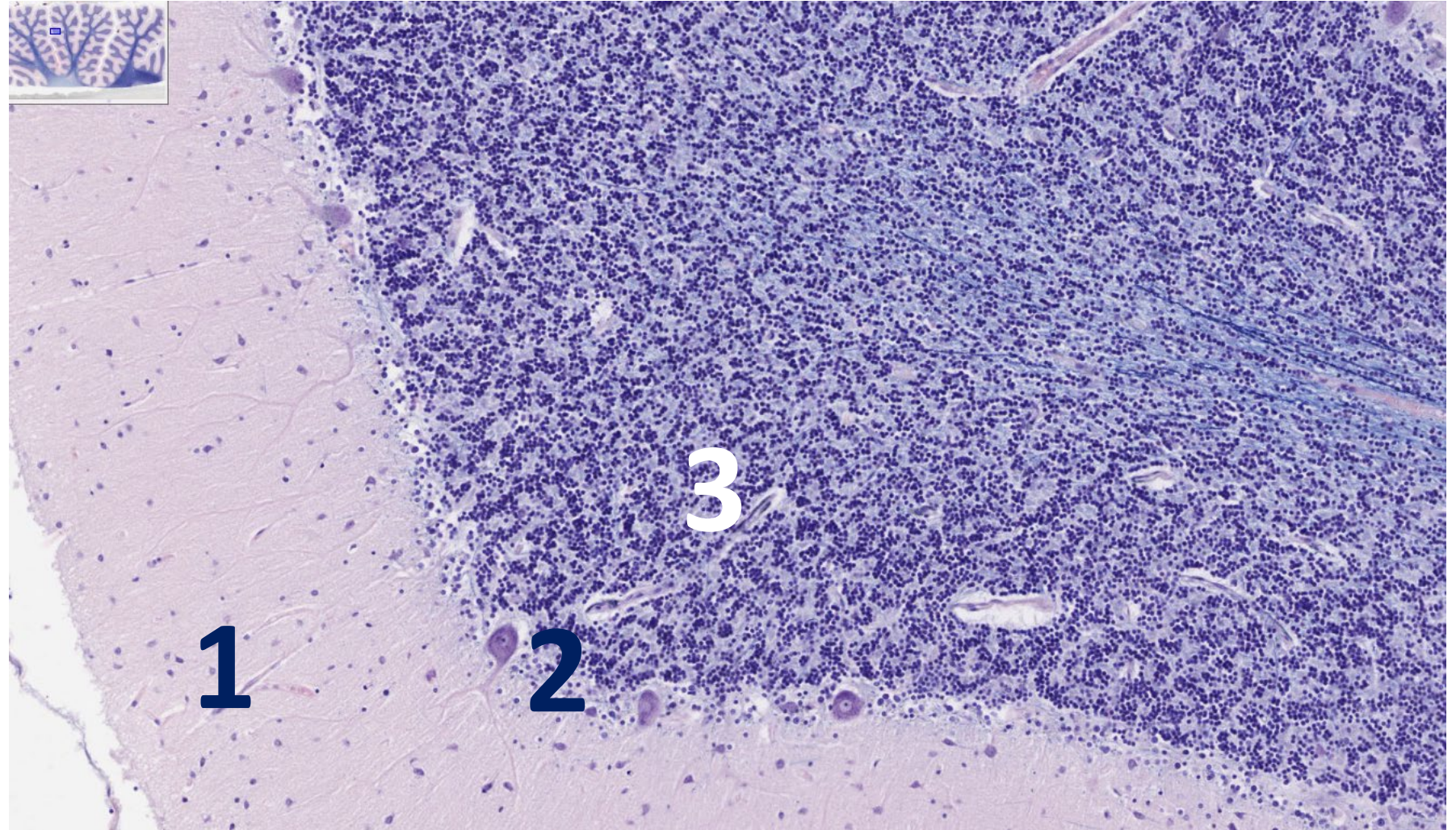


Schichten des Kleinhirns (Cerebellum)

https://histologyslides.med.umich.edu/Histology/Central%20Nervous%20System/077a_HISTO_40X.htm

ZNS – Gehirn – Kleinhirn (Cerebellum)

1. Molekularschicht
(Stratum moleculare)
2. Purkinje-Zell-Schicht
(Stratum purkinjense)
3. Körnerzellschicht
(Stratum granulosum)



https://histologyslides.med.umich.edu/Histology/Central%20Nervous%20System/077a_HISTO_40X.htm

ZNS – Gehirn – Kleinhirn (Cerebellum)

1. Molekularschicht (Stratum moleculare)

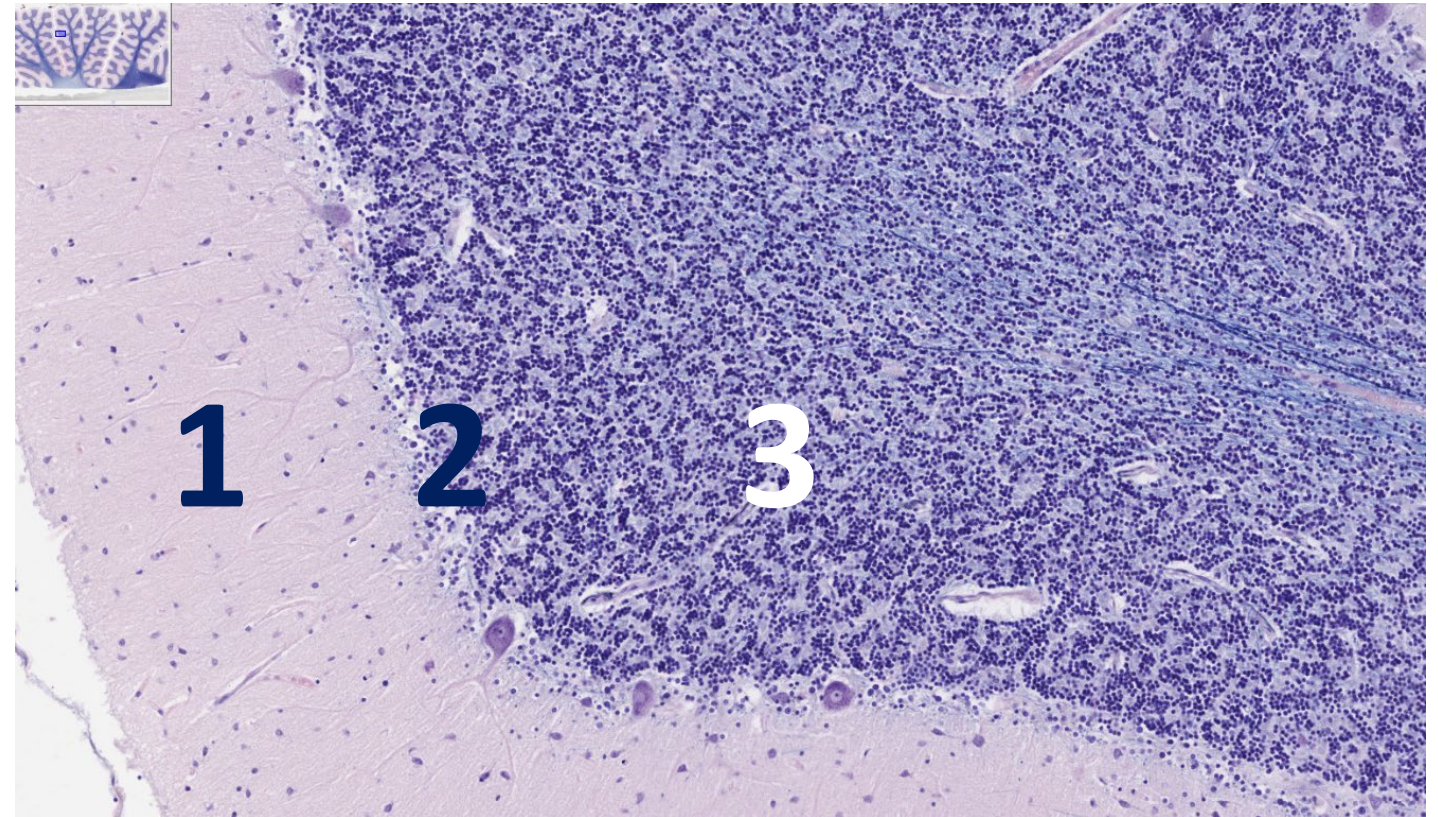
- Fasern aus Körnerzellschicht und unterer Olive
- Dendriten der Purkinje-Zellen
- wenige Interneurone (Stern- und Korbzellen)

2. Purkinje-Zell-Schicht (Stratum purkinjense)

- große Nervenzellen (Purkinje-Zellen)

3. Körnerzellschicht (Stratum granulosum)

- dicht gepackte kleine Nervenzellen (Körnerzellen)
- Interneurone (Golgi-Zellen)
- Fasern aus dem Endhirn, Hirnstamm u. Rückenmark

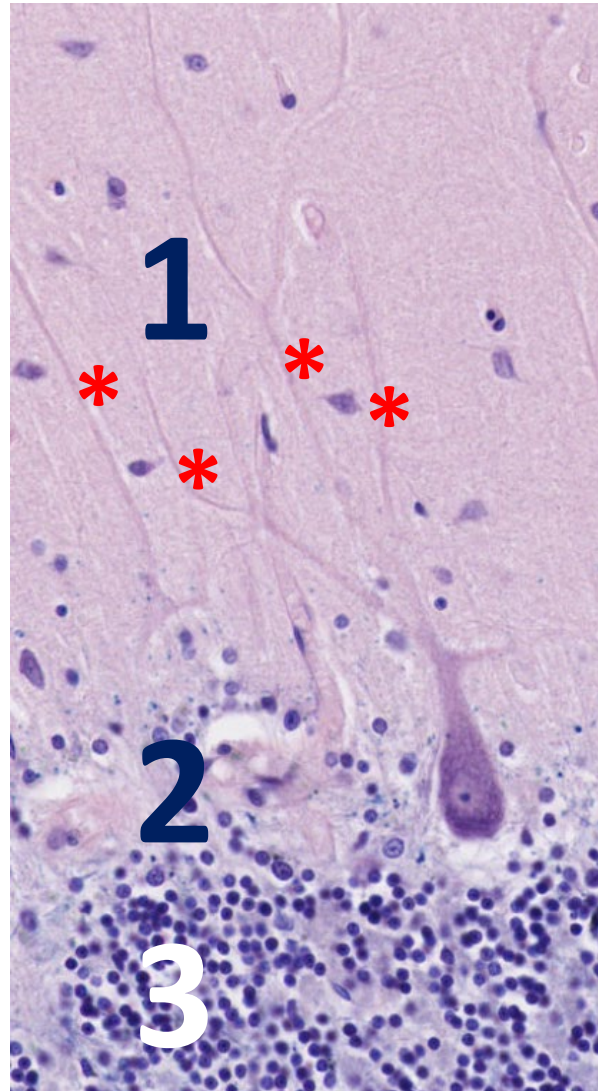


https://histologyslides.med.umich.edu/Histology/Central%20Nervous%20System/077a_HISTO_40X.htm

ZNS – Gehirn – Kleinhirn (Cerebellum)

1. Molekularschicht

- Dendriten der Purkinje-Zellen (*)
- Fasern aus der Körnerzellschicht - Parallelfasern (▶)
- Fasern aus der unteren Olive - Kletterfasern

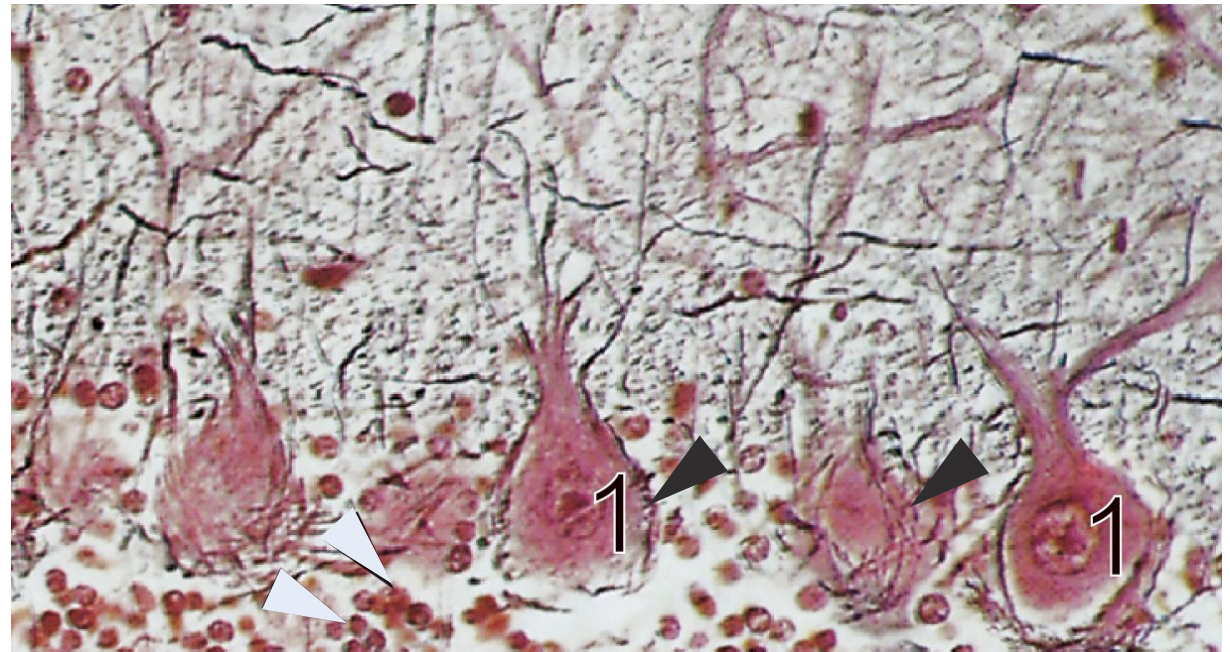
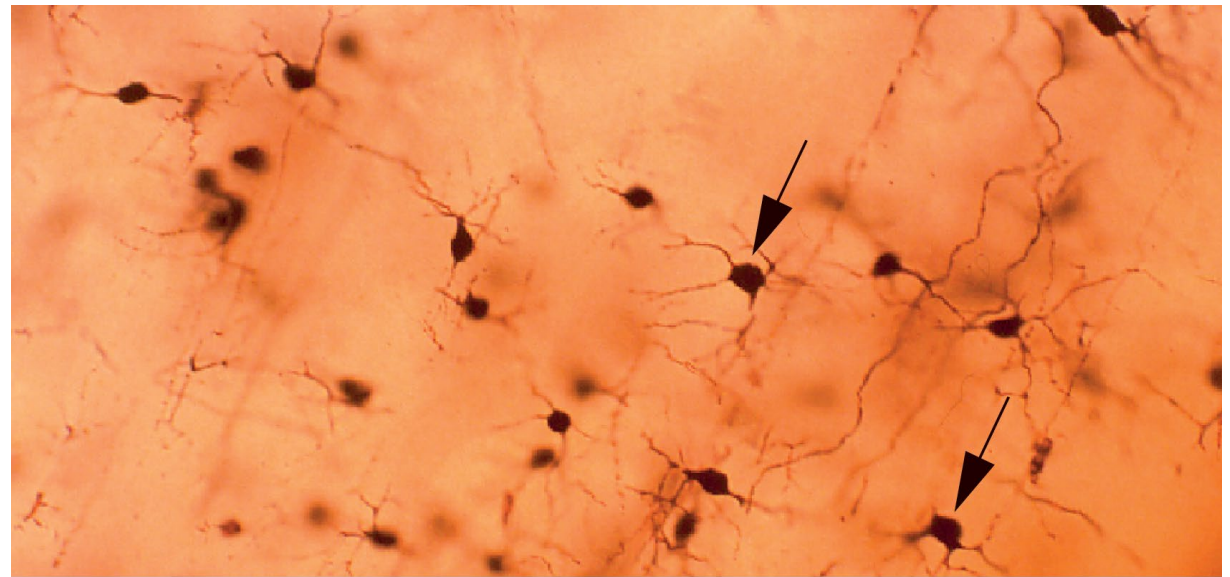


https://histologyslides.med.umich.edu/Histology/Central%20Nervous%20System/077a_HISTO_40X.htm

ZNS – Gehirn – Kleinhirn (Cerebellum)

1. Molekularschicht

- Interneurone
 - Sternzellen (→)
sternförmige Verzweigung des Dendritenbaums
 - Korbzellen
umgeben die Zellkörper der Purkinje-Zellen (1)
mit einem korbartigen Geflecht (▶)
- werden aktiviert durch die Körnerzellen,
→ wirken hemmend auf die Purkinje-Zellen

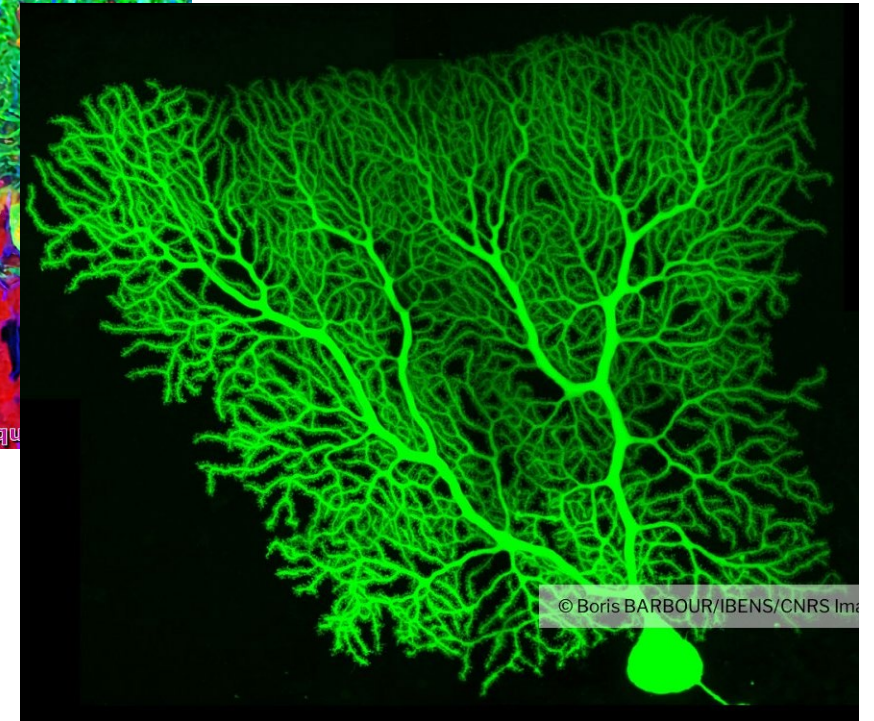
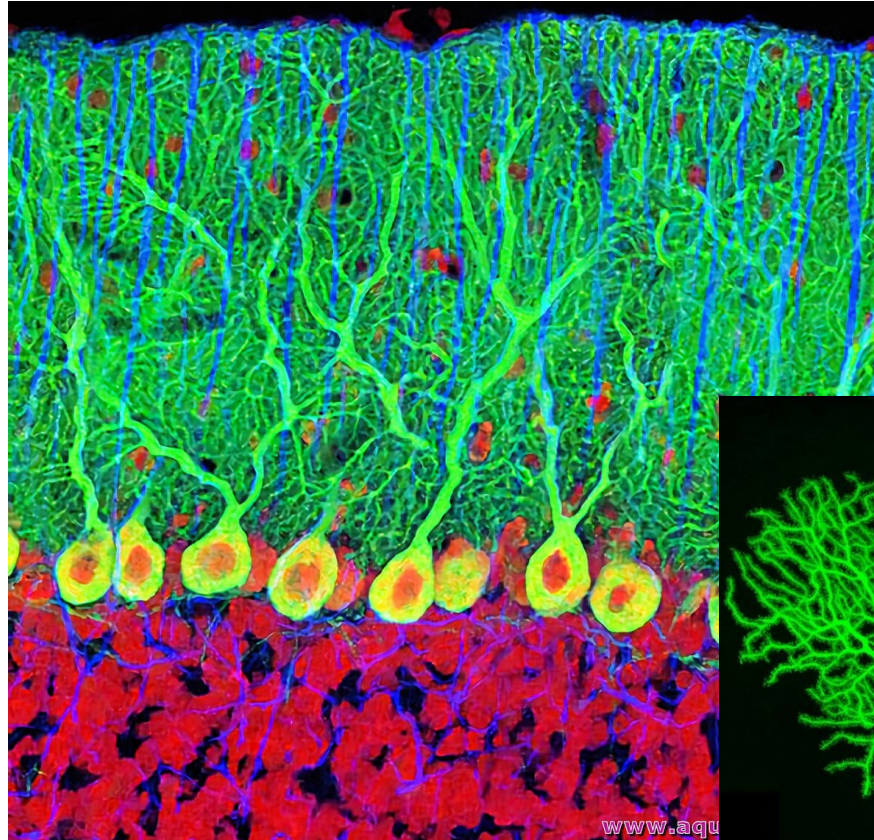


ZNS – Gehirn – Kleinhirn (Cerebellum)

2. Purkinje-Zellschicht

Purkinje-Zellen

- großer Zellkörper
- reich verzweigter Dendritenbaum ragt in die Molekularschicht hinein enthält bis zu 200.000 Dornen, an denen Kletterfasern und Parallelfasern Synapsen bilden
- Axon verläuft durch die Körnerzellschicht und die weiße Substanz des Kleinhirns in die tiefen Kleinhirnerne



ZNS – Gehirn – Kleinhirn (Cerebellum)

3. Körnerzellschicht (Stratum granulosum)

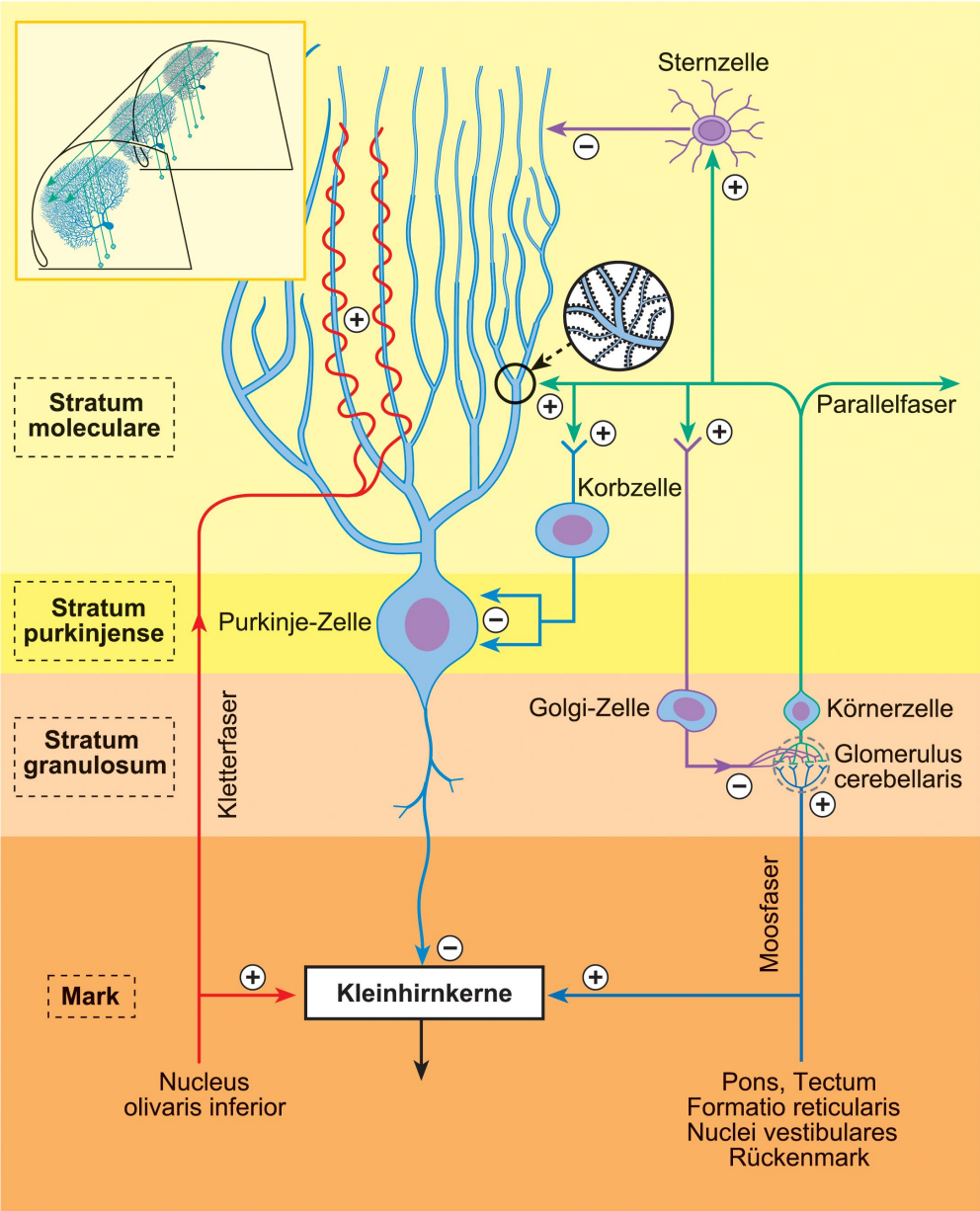
- Körnerzellen
dicht gepackte kleine Nervenzellen
Axone bilden Parallelfasern der
Molekularschicht (▶)
- Interneurone (Golgi-Zellen)
vereinzelte Zellen, größere Perikarya
hemmen die Moosfasern
- Fasern aus dem Endhirn,
Hirnstamm u. Rückenmark
(Moosfasern)
- Axone/Dendriten anderer Nervenzellen



https://histologyslides.med.umich.edu/Histology/Central%20Nervous%20System/077a_HISTO_40X.htm

ZNS – Gehirn – Kleinhirn (Cerebellum)

Schematische Darstellung
der Verschaltungen der Kleinhirnrinde



ZNS – Gehirn – Cerebellum

Zelltypen

(A) Neurone

Sternzellen
Korbzellen
Purkinjezellen
Körnerzellen
Golgi-Zellen

(B) Glia

Astrozyten
Oligodendrozyten
Mikroglia

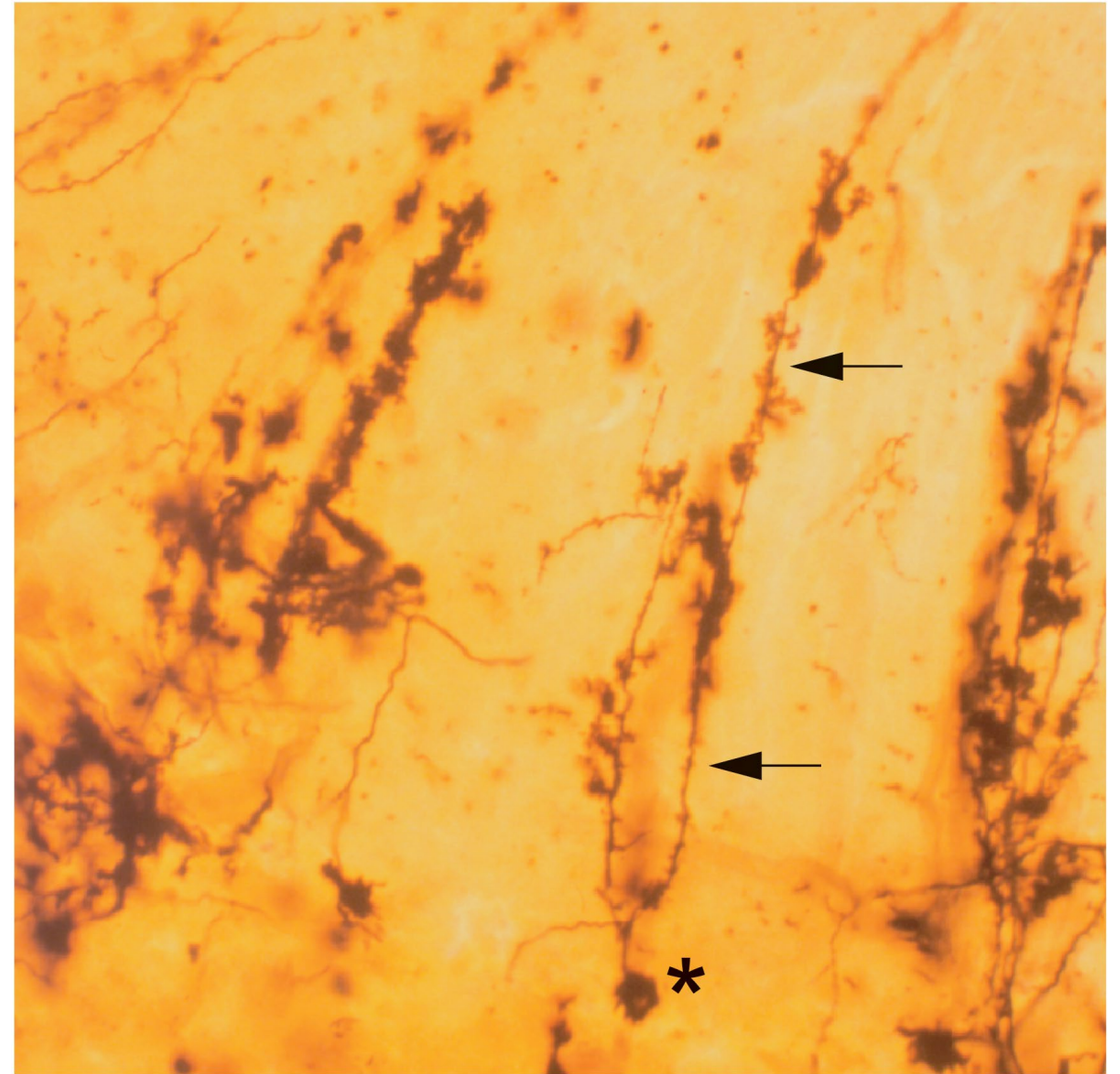
} wie für Isokortex

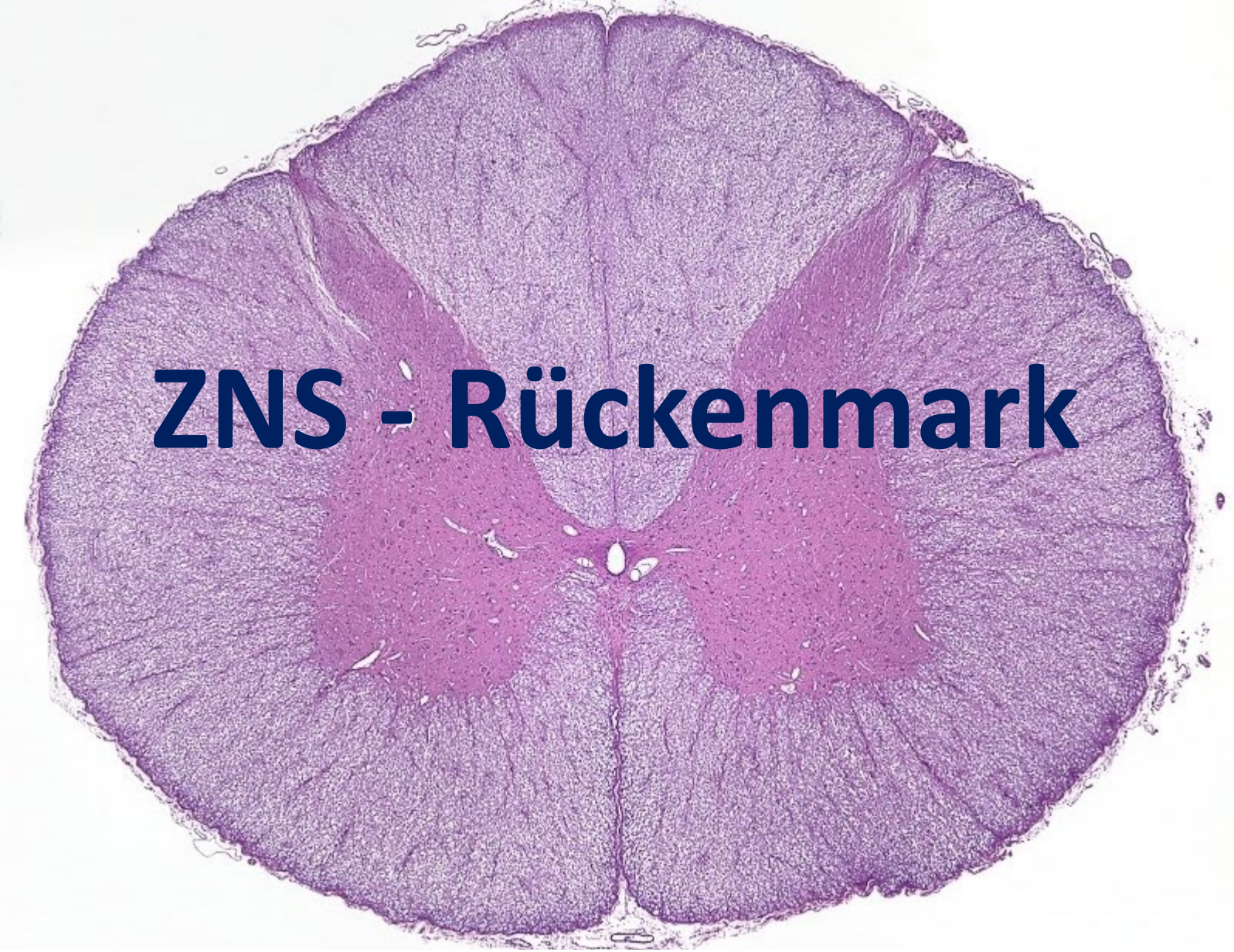
Bergmann-Glia

ZNS – Gehirn – Kleinhirn (Cerebellum)

Bergmann-Glia

- Perikarya (*) im Bereich der Purkinjezellschicht
- Fortsätze ziehen zur Oberfläche des Kleinhirns (Bergmann-Gliafasern)
→ bilden Glia-Grenzmembran
- seitliche Fortsätze zu den Purkinjezellen
→ reich an Glutamat-Transportern:
nehmen Glutamat der Parallelfasern auf
→ schützen vor Übererregung
- weitere Biologische Funktionen





ZNS - Rückenmark

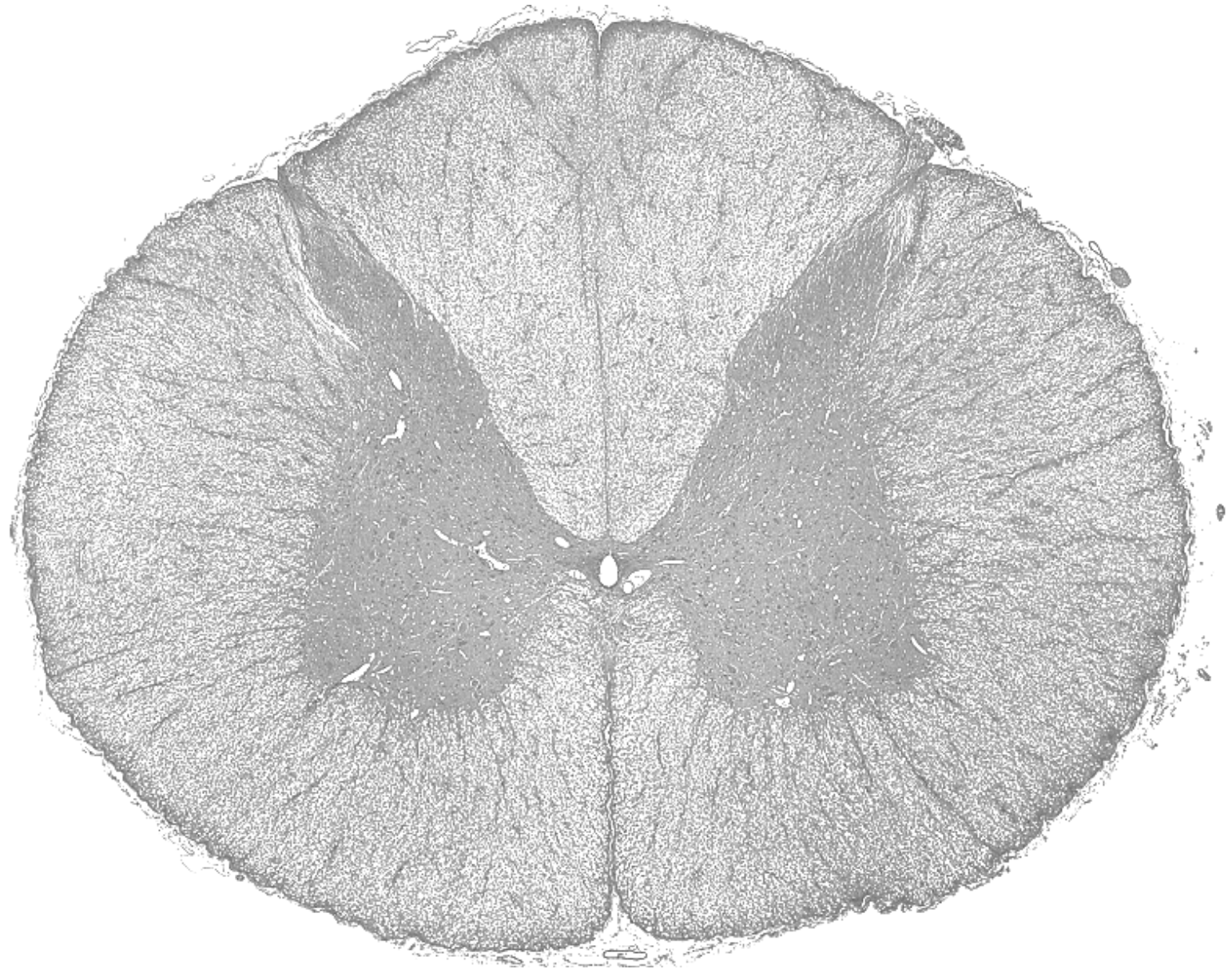
ZNS – Rückenmark

Graue Substanz:

- Nervenzellkörper
- Schmetterling
- Innen

Weißer Substanz:

- Nervenfasern
- Außen



ZNS – Rückenmark

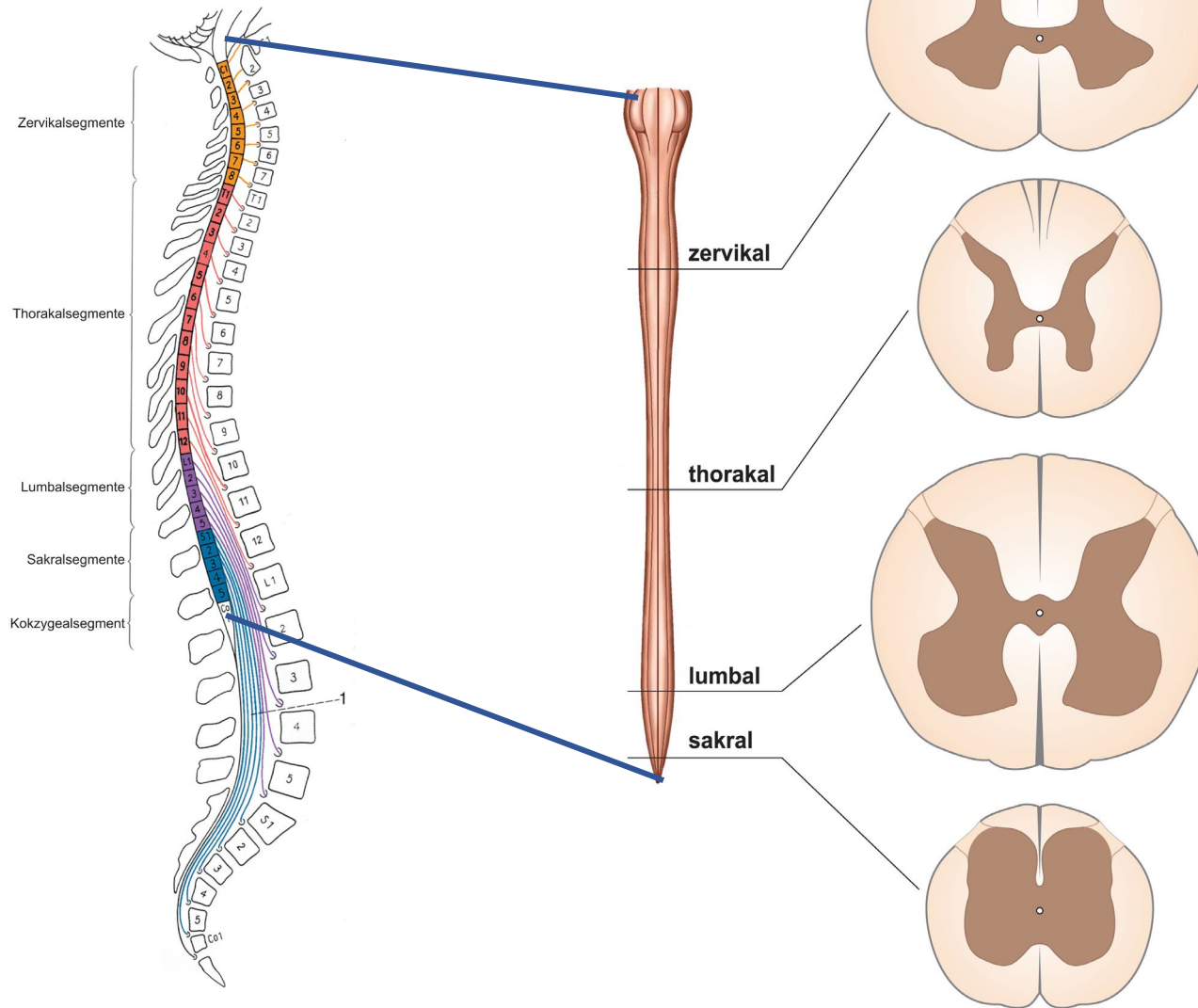
Segmente:

- Zervikalmark
- Thorakalmark
- Lumbalmark
- Sakralmark

Graue Substanz:

Aufteilung

- Vorderhorn
- Seitenhorn
- Hinterhorn



Merke:

Die Gliederung der Segmente hat *nichts* mit der Lagebeziehung des jeweiligen Rückenmarksabschnitts zur Wirbelsäule zu tun, sondern bezieht sich lediglich darauf, wo die *Nervenfasern*, die den entsprechenden Teil des Rückenmarks verlassen, *aus der Wirbelsäule austreten*.

Quelle:

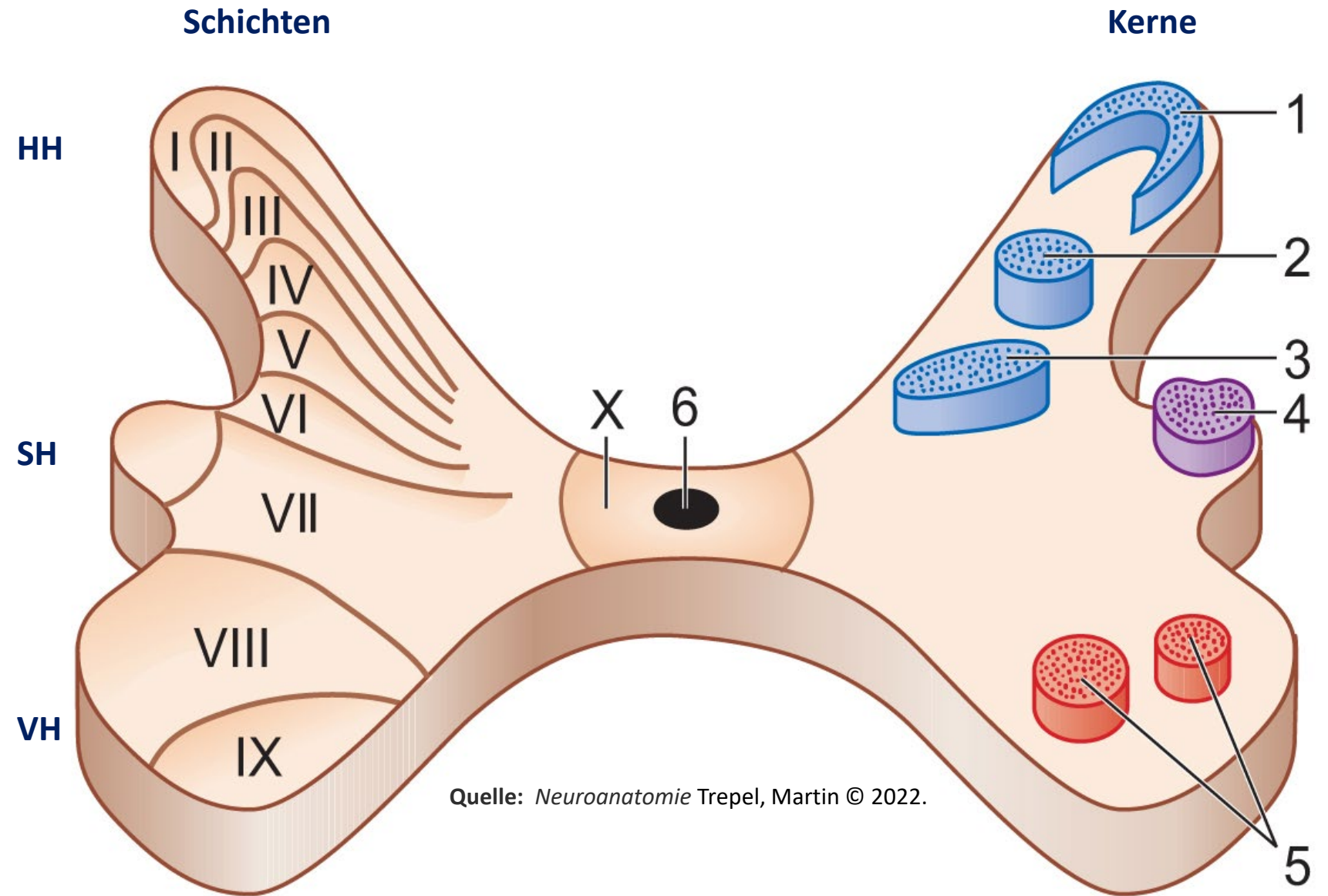
Neuroanatomie Trepel, Martin
© 2022.

ZNS – Rückenmark

Graue Substanz:

Aufteilung

- Vorderhorn (VH)
- Seitenhorn (SH)
- Hinterhorn (HH)
- Schichten (Laminae I – X)
- Kerne (1-5)
- Zentralkanal (6)



Quelle: Neuroanatomie Trepel, Martin © 2022.

ZNS – Rückenmark

Graue Substanz: Vorderhorn

Nervenzellen

somatomotorische Neurone

α -Motoneurone (50 – 90 μm)

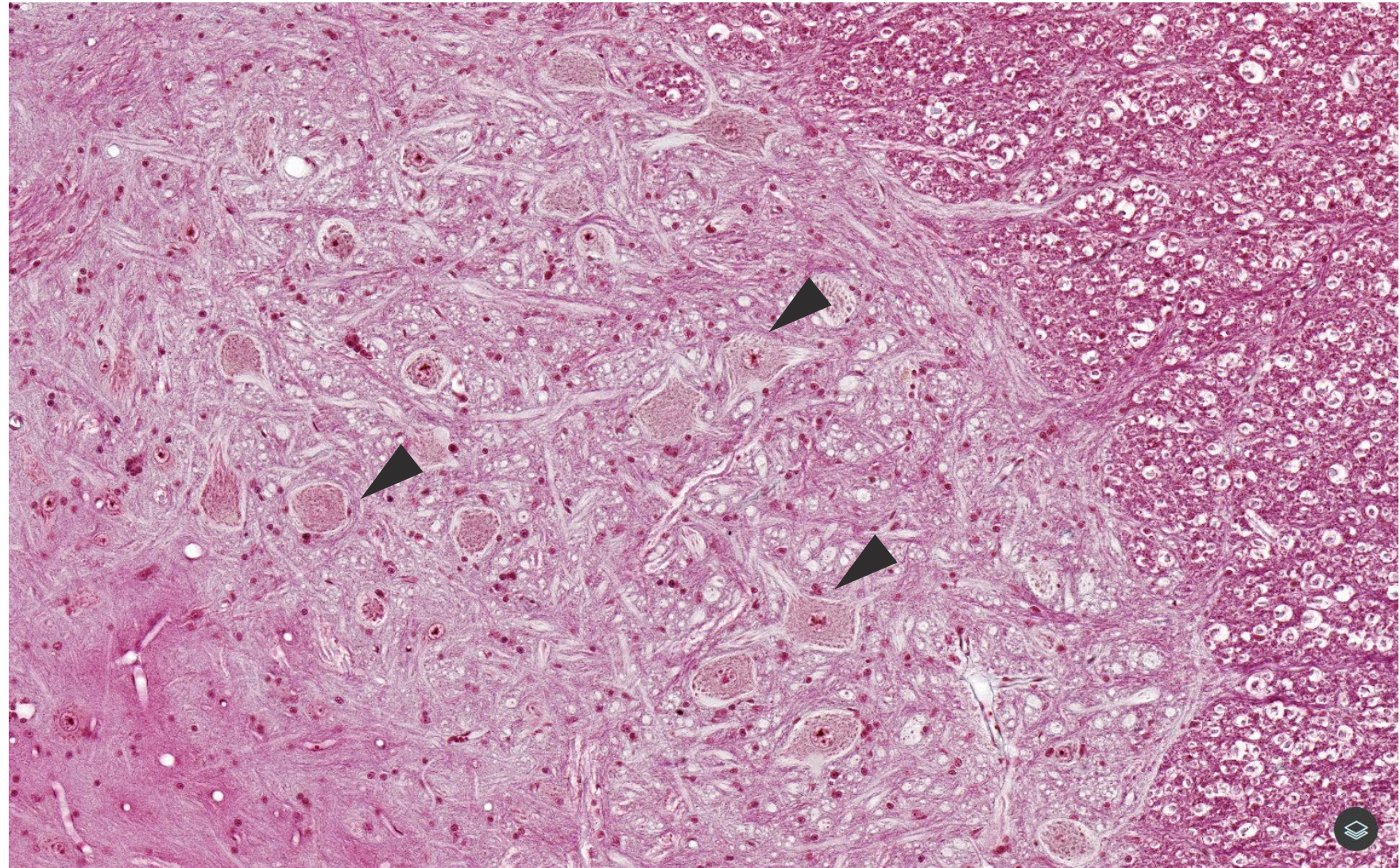
→ multipolare Neurone

- Impulse aus Rückenmark und Gehirn → Skelettmuskelfasern

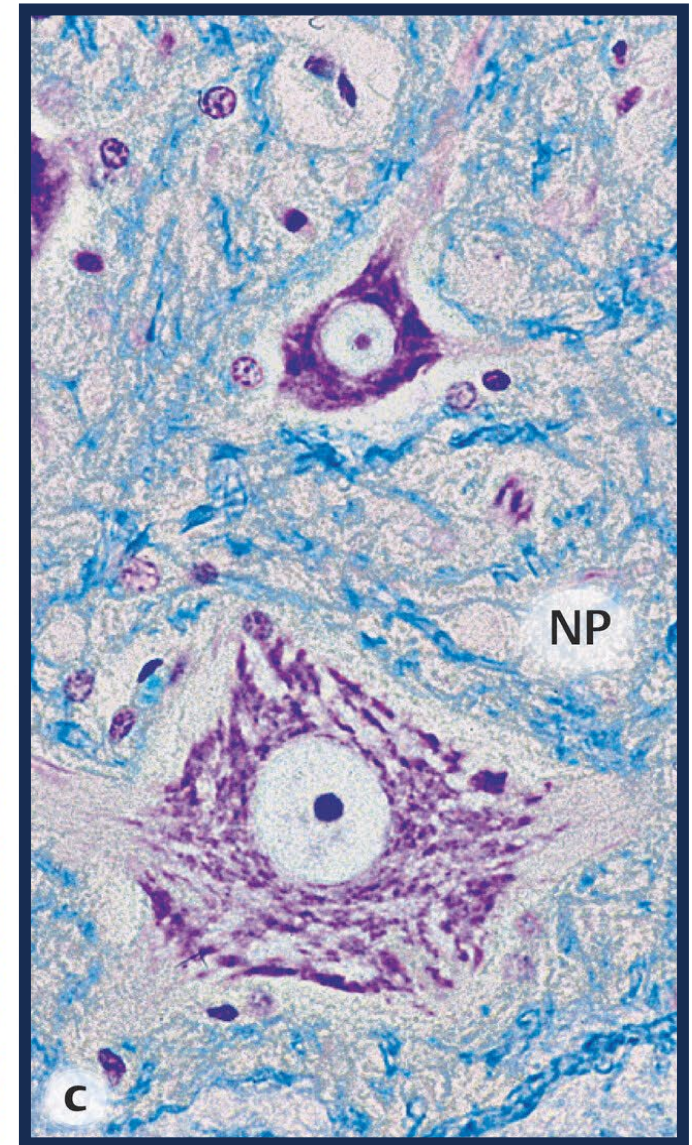
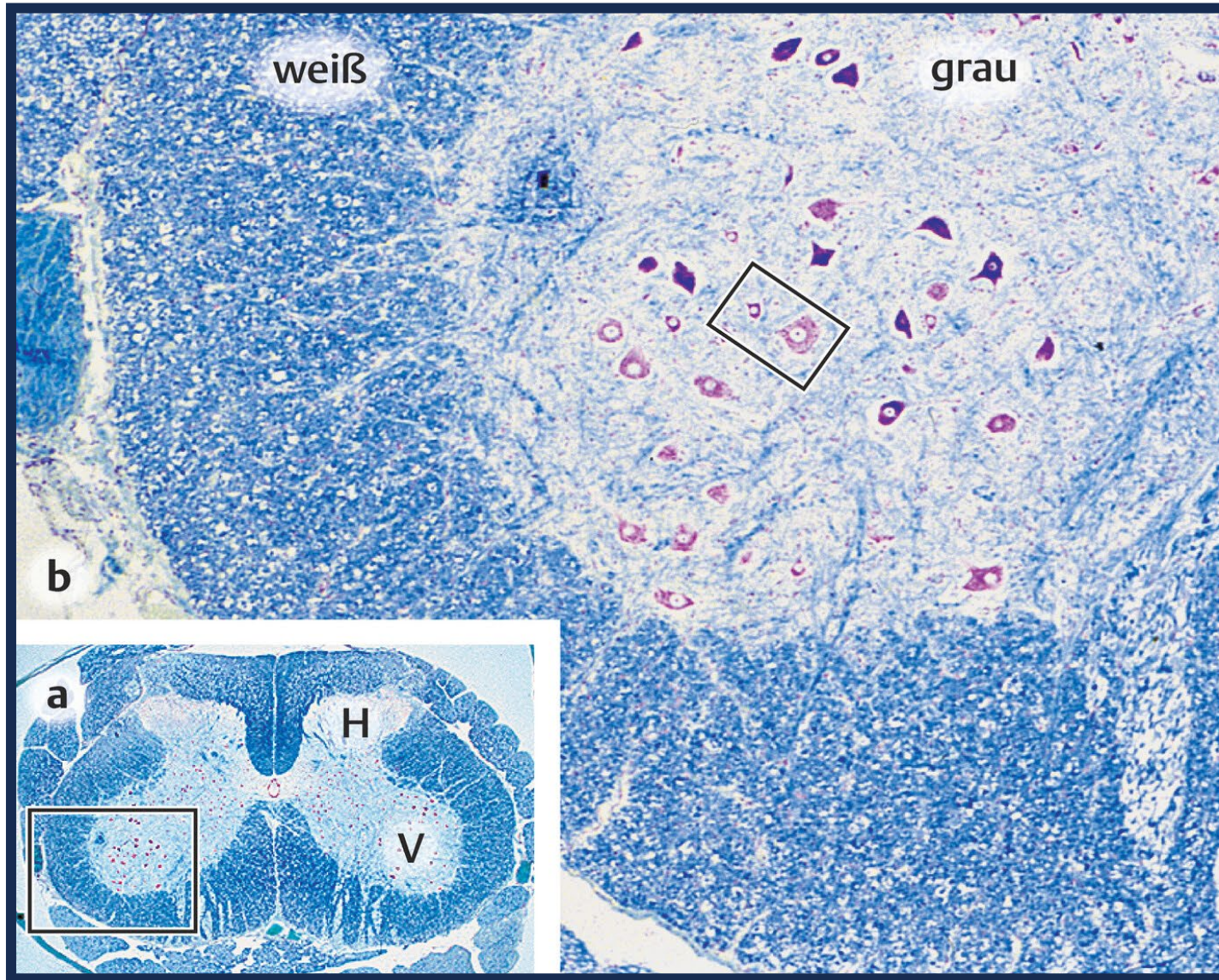
γ -Motoneurone (30 – 50 μm)

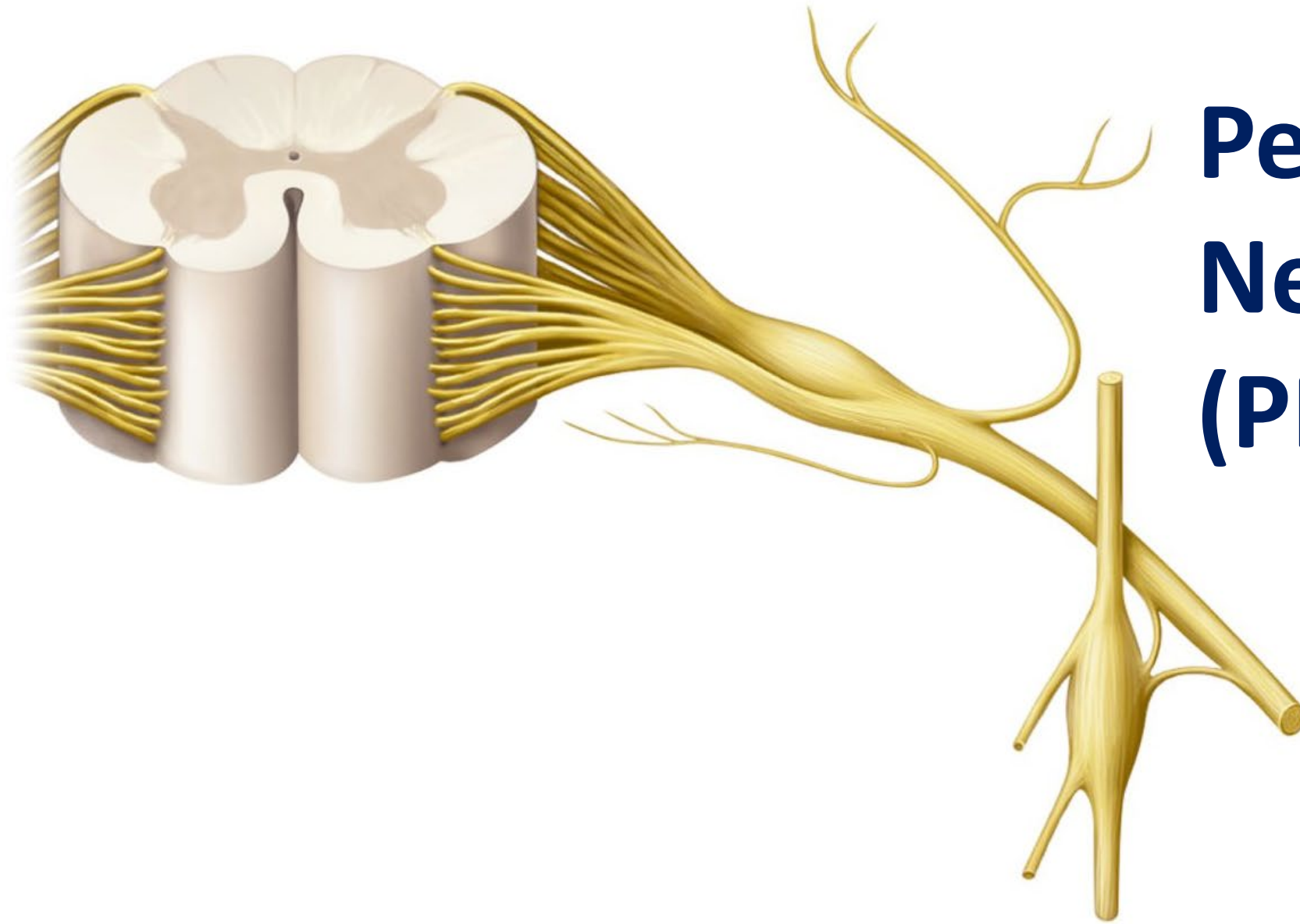
→ multipolare Neurone

- Impulse aus Rückenmark und Gehirn → Skelettmuskelspindeln



α -Motoneurone (▶)

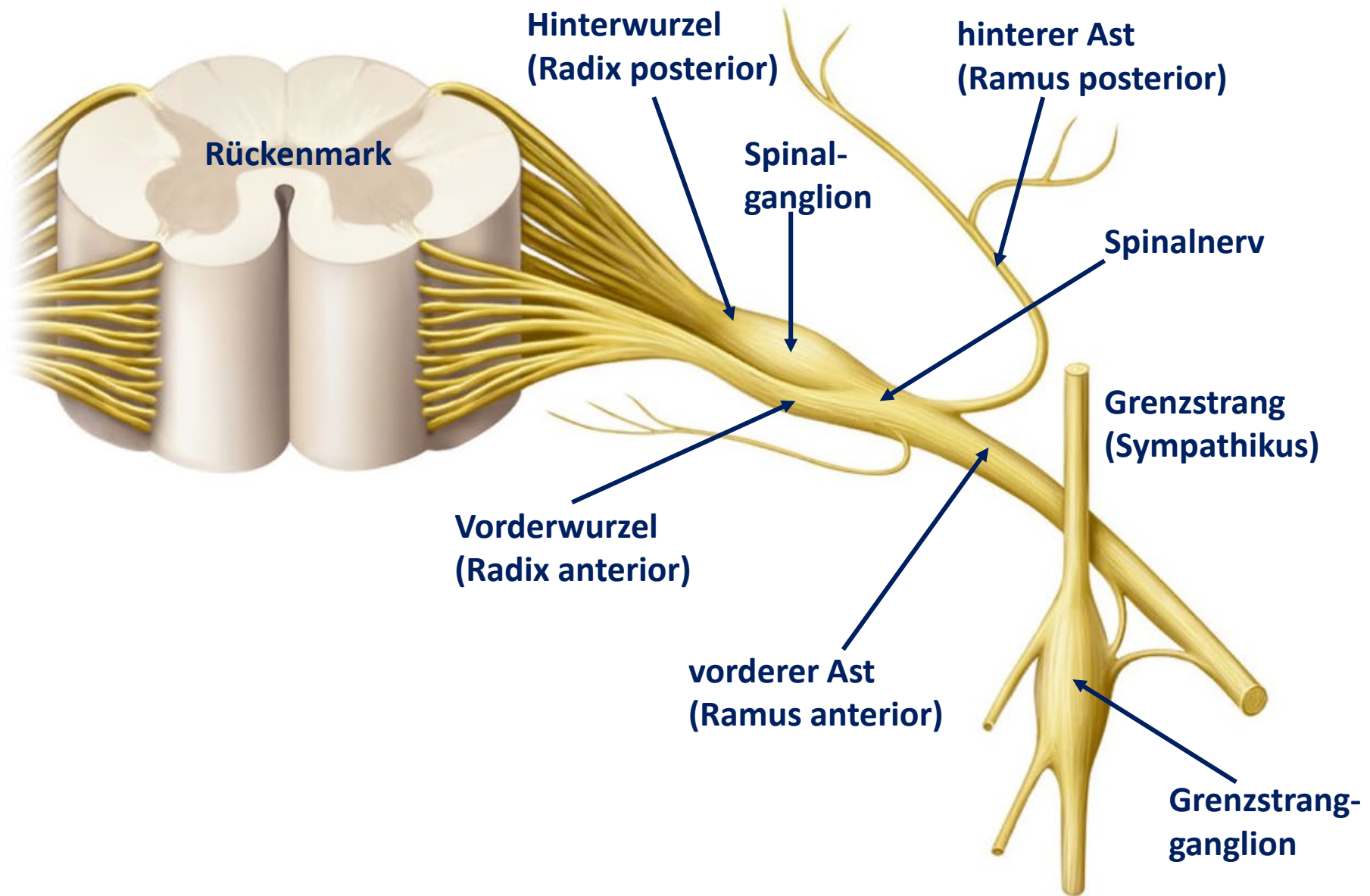


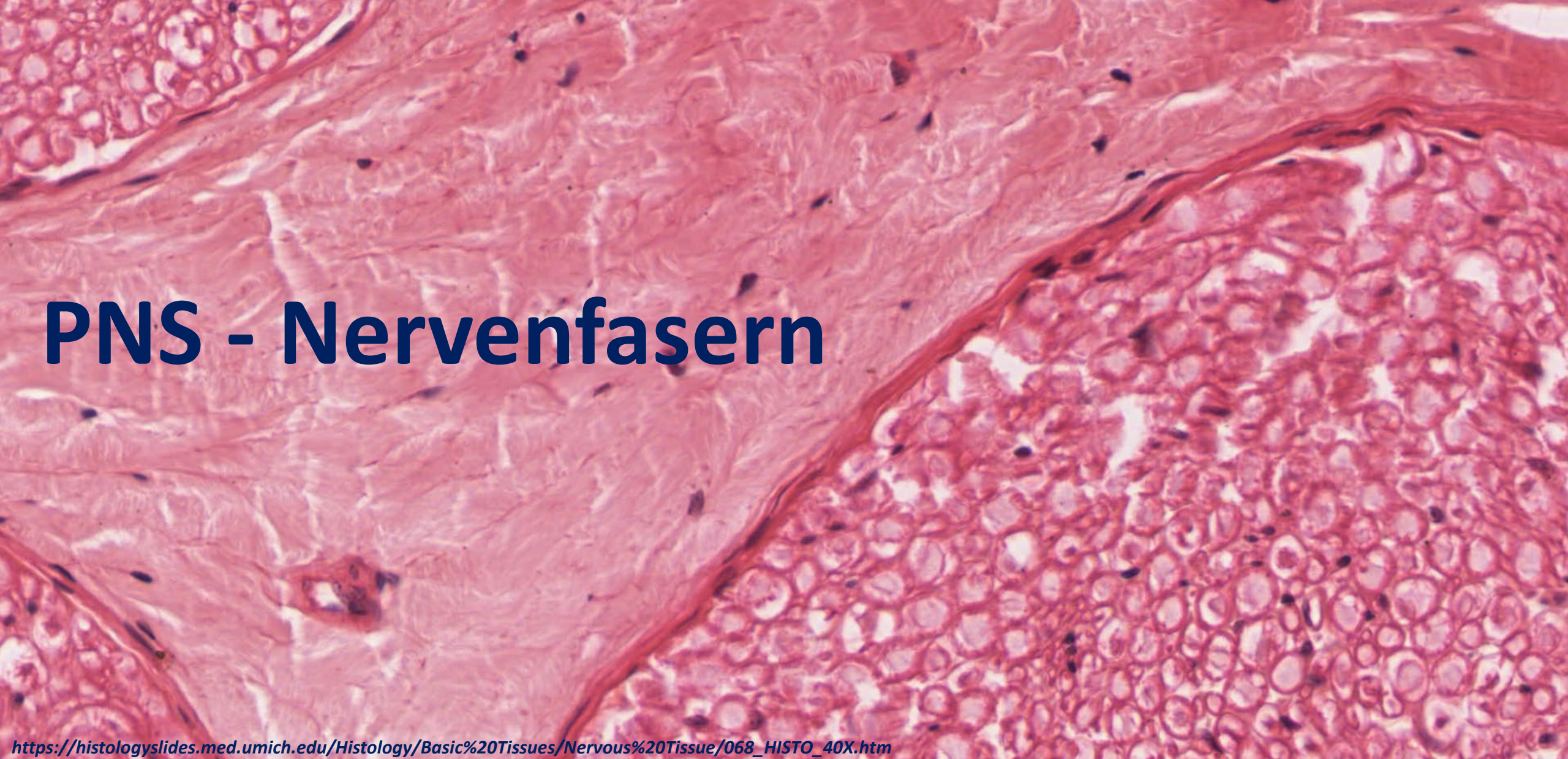


Peripheres Nervensystem (PNS)

Peripheres Nervensystem

- **Nervenfasern**
- **Glia**
- **Nervenzellen**
- **Ganglien**



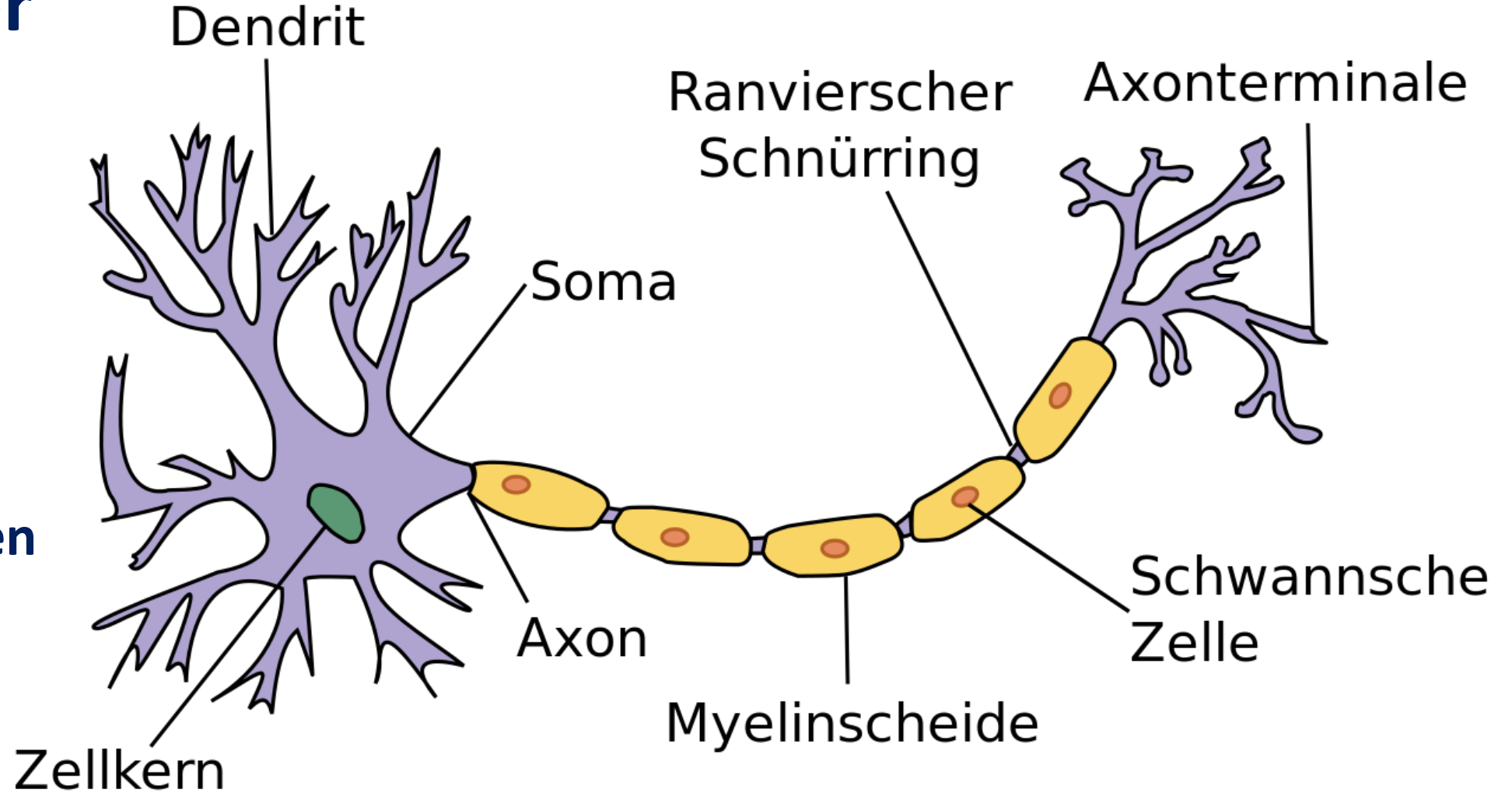
A histological slide of peripheral nerve tissue (PNS) stained with hematoxylin and eosin (H&E). The image shows a cross-section of a nerve bundle. On the right side, there is a dense collection of nerve fibers, each surrounded by a clear, circular space representing the myelin sheath. These fibers are separated by a thin layer of connective tissue. On the left side, there is a more loosely organized area with fewer nerve fibers and more prominent connective tissue. The overall color is a mix of pink (eosin) and purple (hematoxylin).

PNS - Nervenfasern

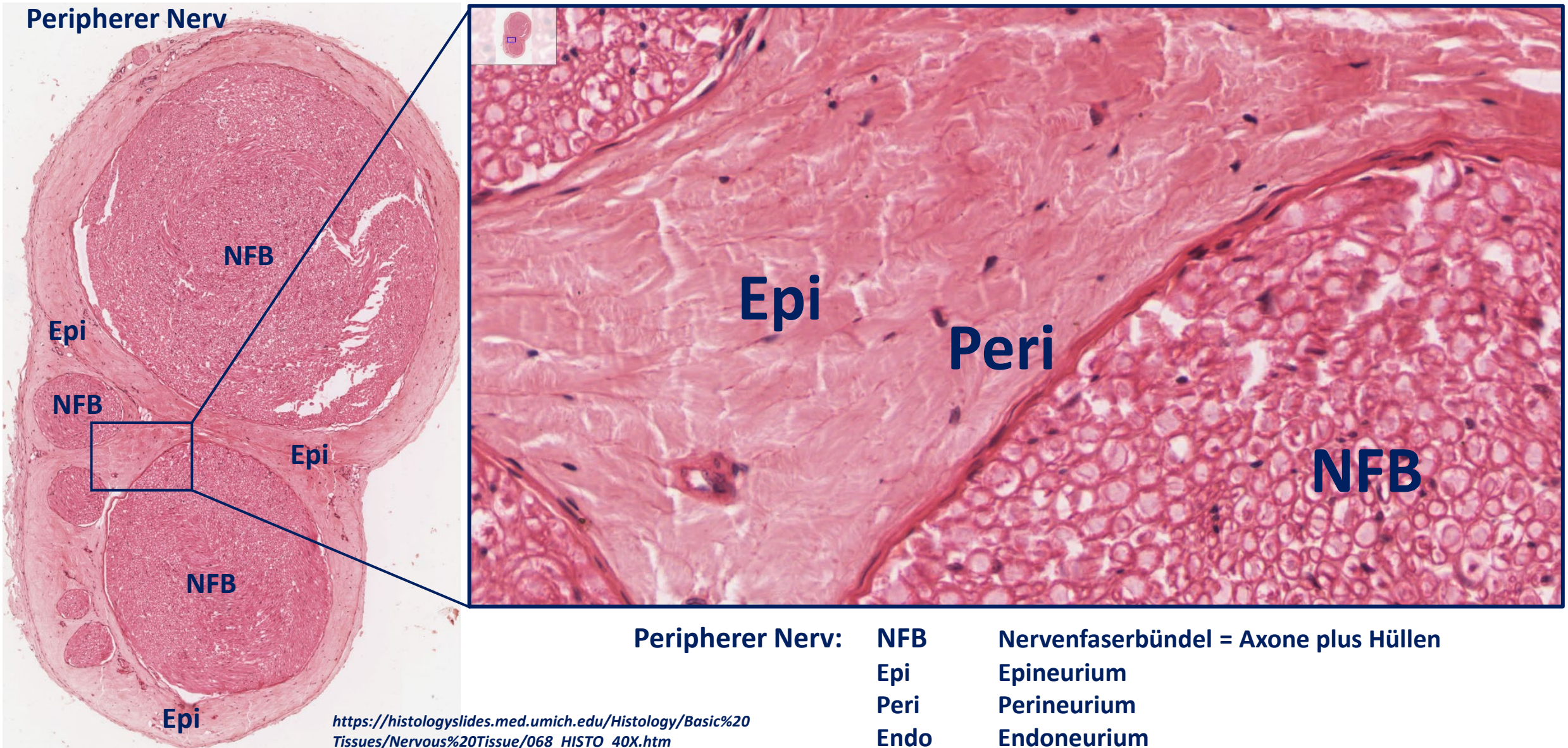
https://histologyslides.med.umich.edu/Histology/Basic%20Tissues/Nervous%20Tissue/068_HISTO_40X.htm

Nervenfaser

- Axon
- Schwann-Zellen



Peripherer Nerv



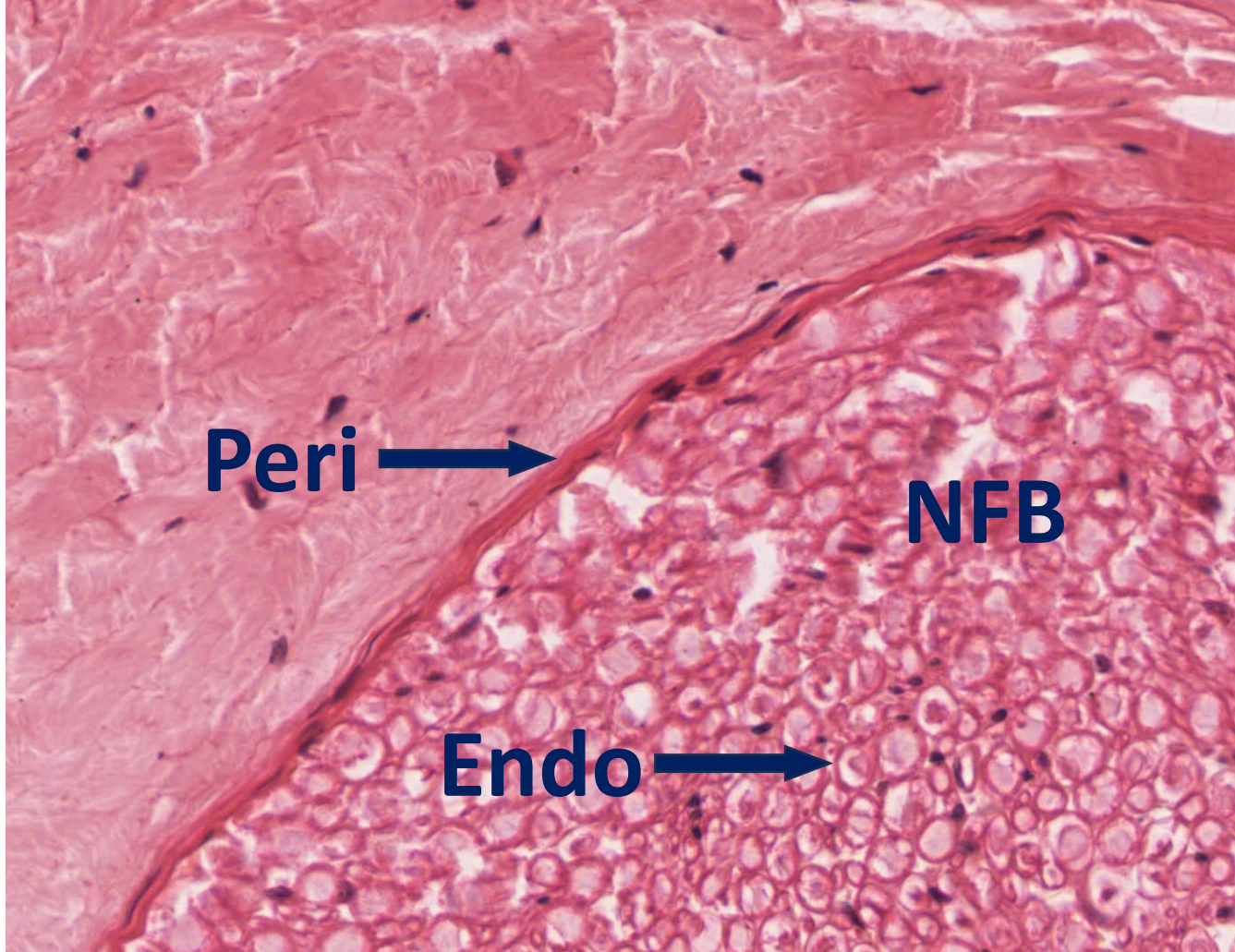
https://histologyslides.med.umich.edu/Histology/Basic%20Tissues/Nervous%20Tissue/068_HISTO_40X.htm

Peripherer Nerv:

NFB
Epi
Peri
Endo

Nervenfaserbündel = Axone plus Hüllen
Epineurium
Perineurium
Endoneurium

Peripherer Nerv



https://histologyslides.med.umich.edu/Histology/Basic%20Tissues/Nervous%20Tissue/068_HISTO_40X.htm

Perineurium

- 3 – 15 Lagen von flachen Epithelzellen
- eingebettet in kollagenes und elastisches Bindegewebe
- bildet Diffusionsbarriere (Perineuralscheide)

Endoneurium

- unmittelbar an Schwann-Zellen angelagert
- retikuläres Bindegewebe
- Fibroblasten

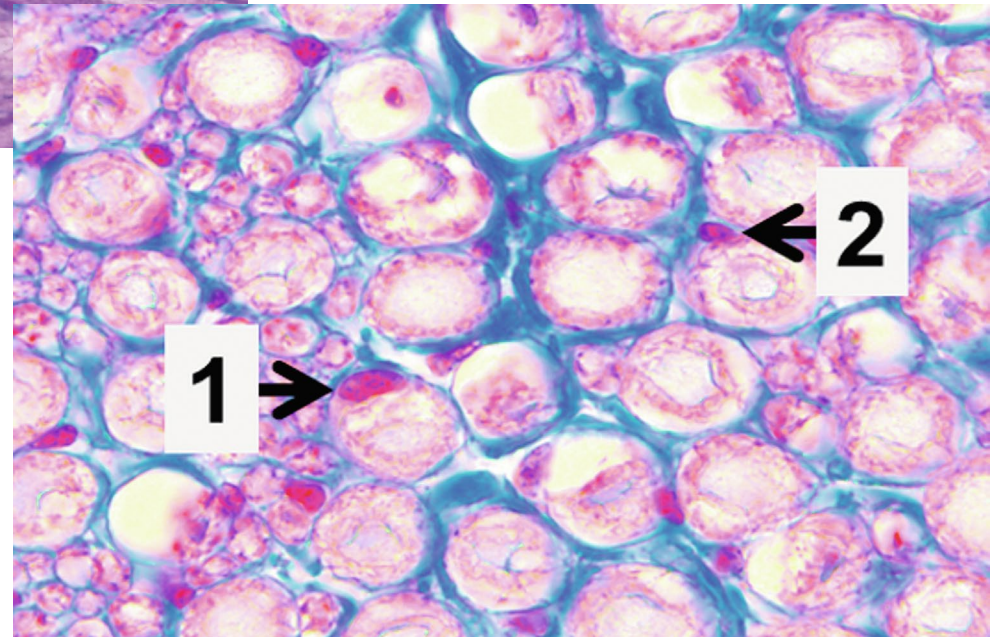
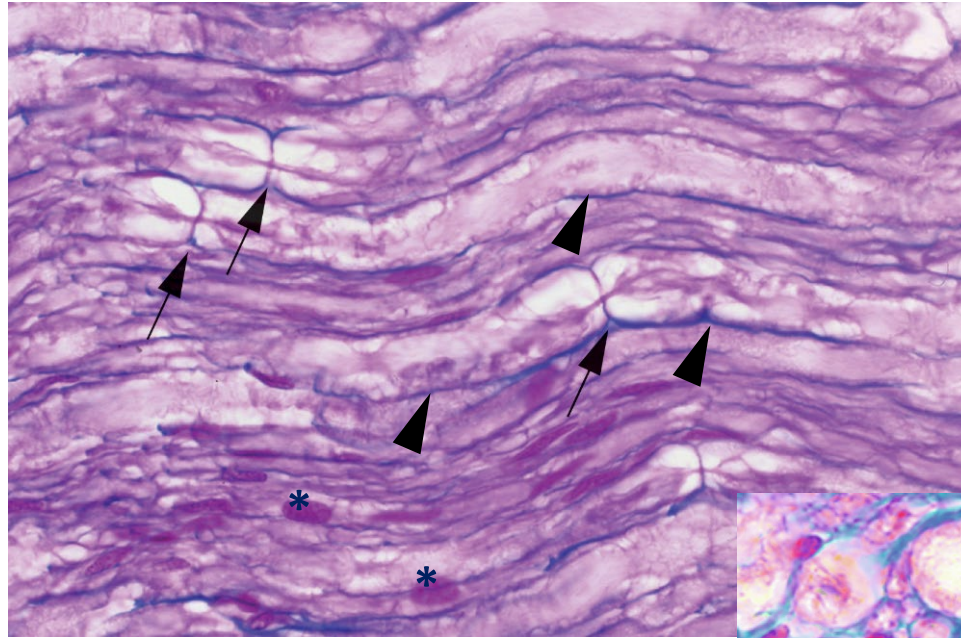
Endoneurium (▶)

Ranvier-Schnürringe

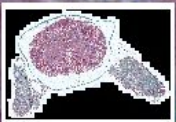


(1) Schwann-Zellkern

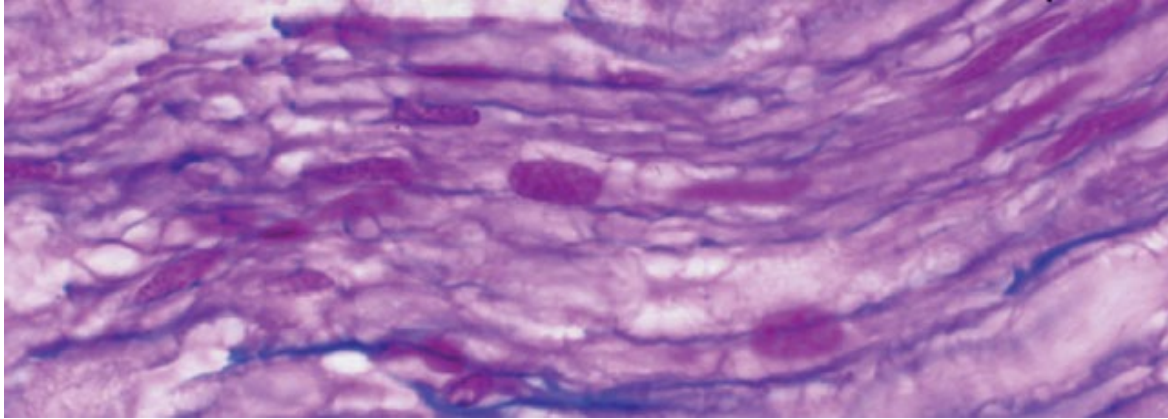
(2) Fibrozytenkern



PNS - Glia

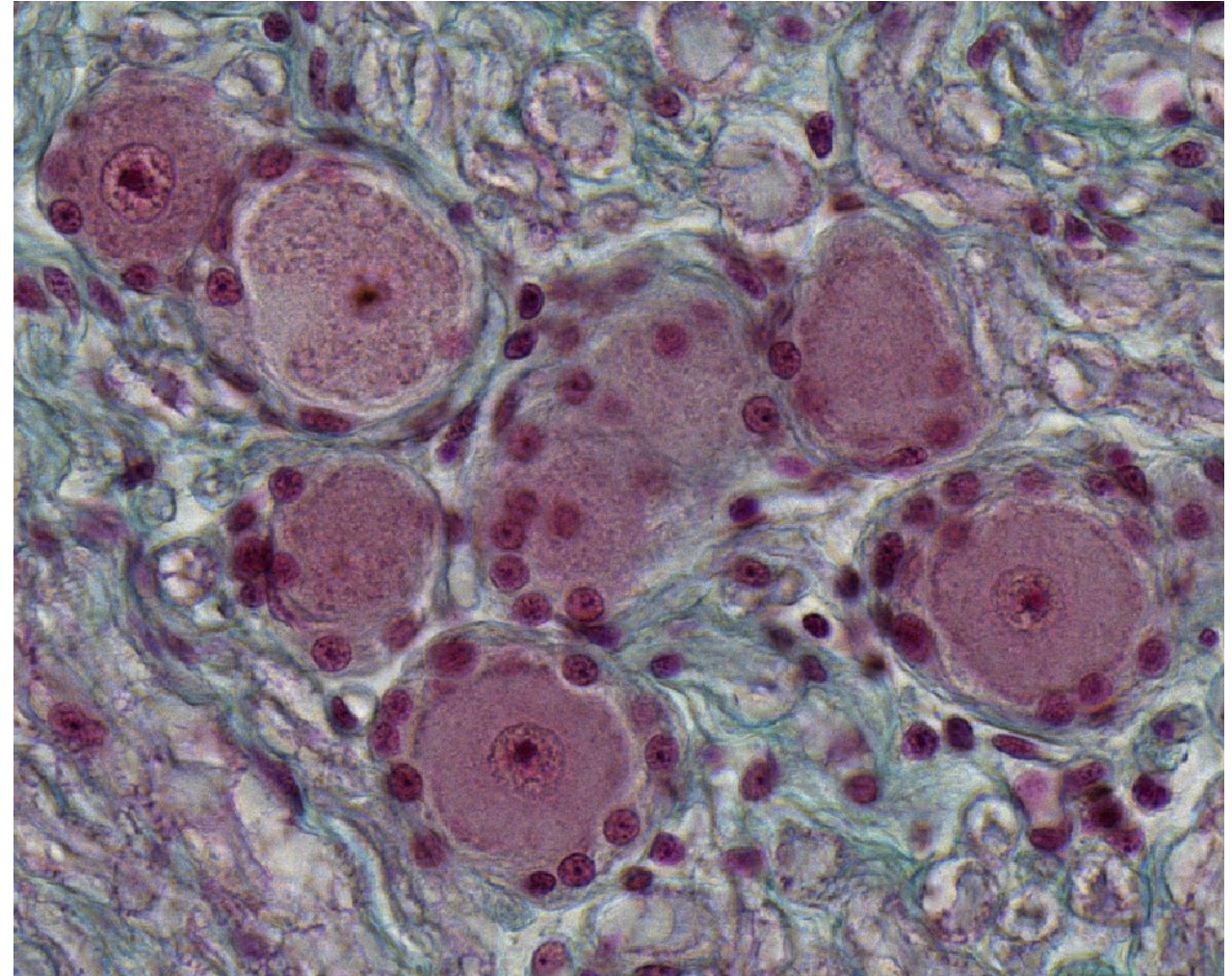


PNS Glia



Schwann- Zellen → Nervenfasern

Mantelzellen (Satellitenzellen)
→ Ganglien



Schwann- Zellen

- **myelinisiertes Axon (1)**
(schnelle Erregungsleitung)
 - **nicht-myelinisiertes Axon (2)**
(langsamere Erregungsleitung)
- (3) Schwann-Zelle
(4) Fibroblast
(5) Kollagenfibrillen des Endoneuriums
(6) Perineurium



Schwann- Zellen

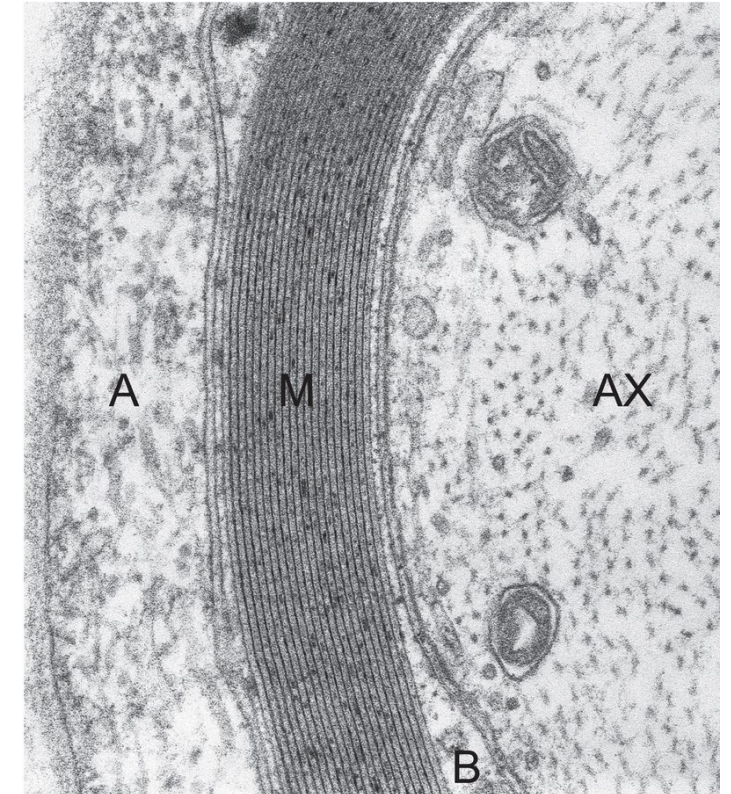
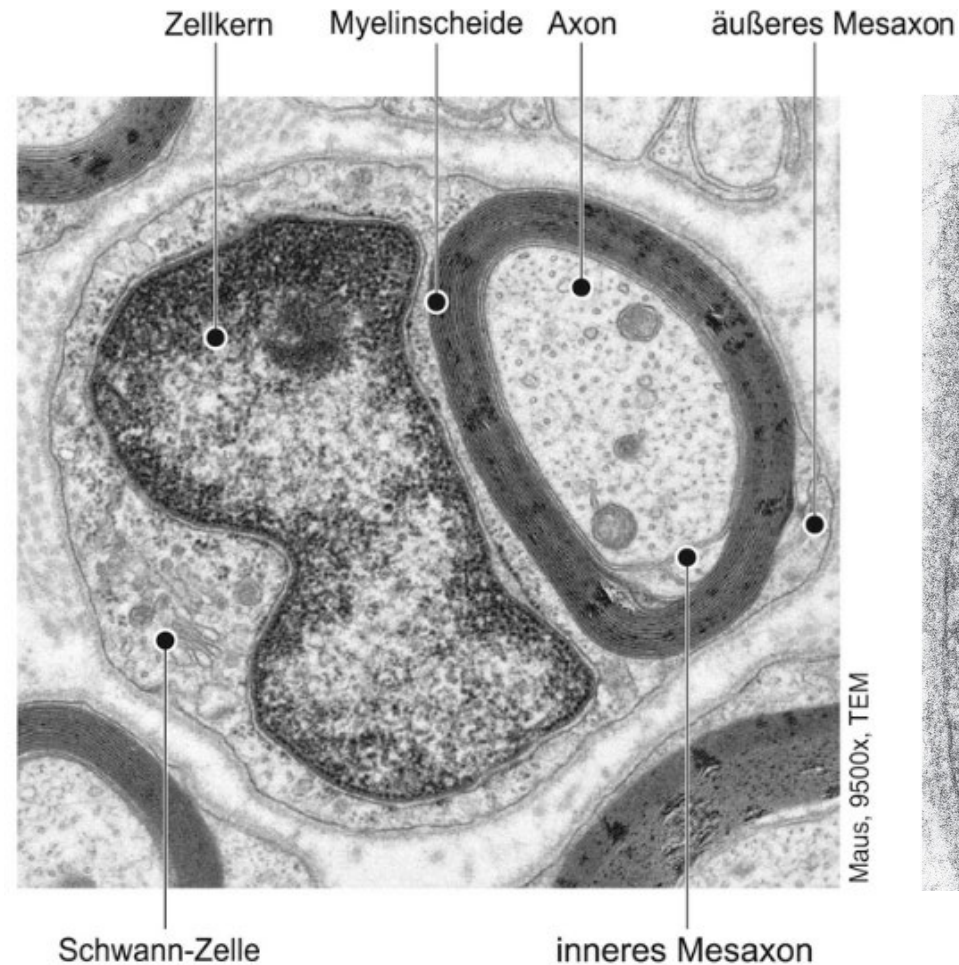
- myelinisierte Axone

(A) außen gelegene Zytoplasmaschicht der Schwann-Zelle

(B) innen gelegene Zytoplasmaschicht der Schwann-Zelle

(M) Myelinscheide

(AX) Axon



Schwann- Zellen

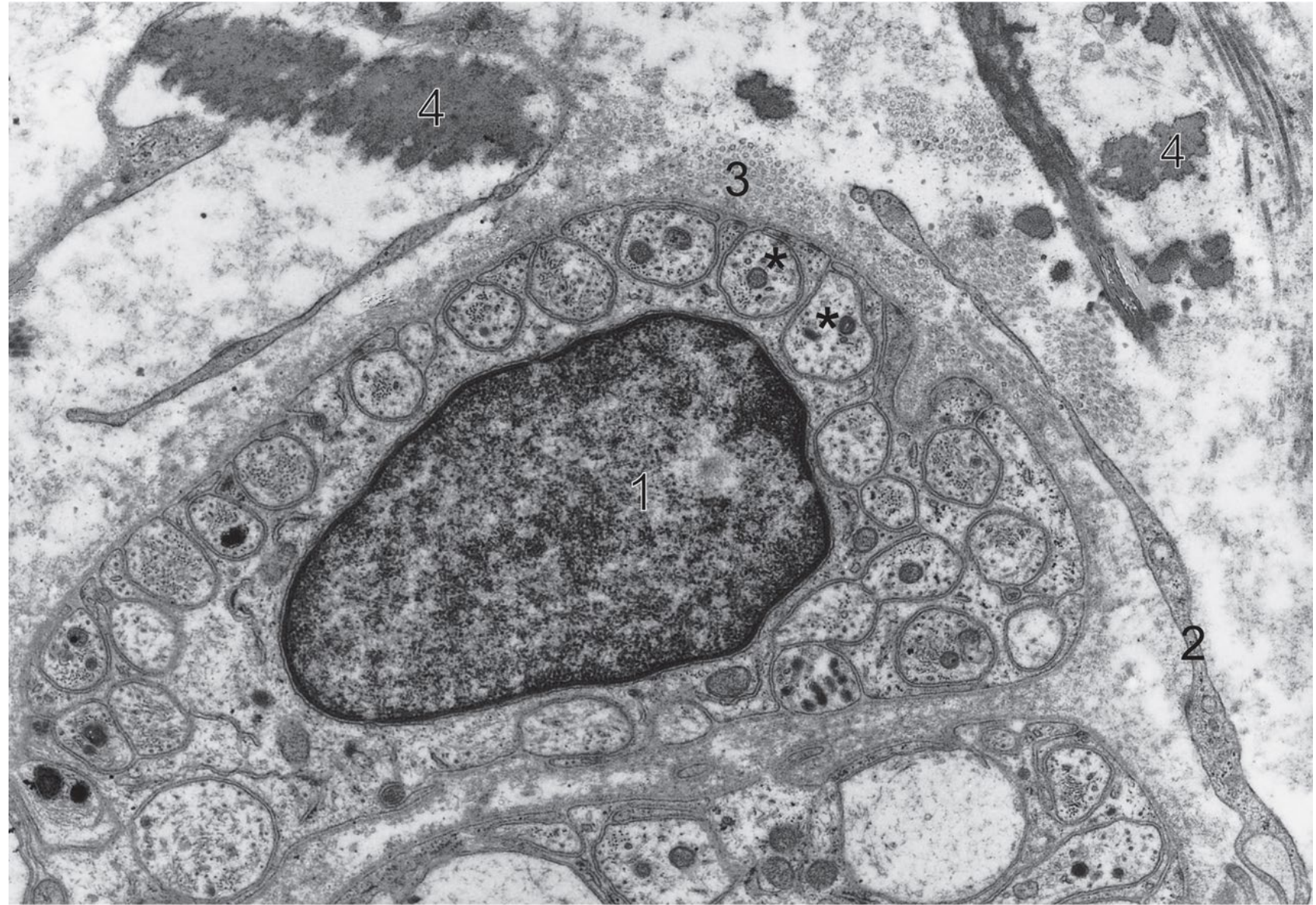
- nicht-myelinisierte Axone (*)

(1) Schwann-Zellkern

(2) Fibroblast

(3) Kollagenfibrillen
des Endoneuriums

(4) elastische Fasern
(Bindegewebe)



Typ-A-Fasern

ausgeprägte Markscheide

Durchmesser

3–20 μm

Erregungsleitungsgeschwindigkeit 15–80 m/s

die meisten Nervenfasern

Typ-B-Fasern

dünne Myelinscheide

Durchmesser

2–3 μm

Erregungsleitungsgeschwindigkeit 2–10 m/s

präganglionäre autonome Nerven, Afferenzen aus den Eingeweiden

Typ-C-Fasern

marklos

Durchmesser

0,5–1,5 μm

Erregungsleitungsgeschwindigkeit 0,25–1,5 m/s

postganglionäre autonome Nerven, einige Hautafferenzen

PNS Nervenzellen und Ganglien

PNS – Nervenzelltypen

- **multipolar**

- **pseudo-unipolar**

- **Motoneurone**

(Zellkörper: ZNS)

- **autonome Ganglien**

→ Sympathikus/Parasymp.

→ enterische Ganglien

Spinalganglien

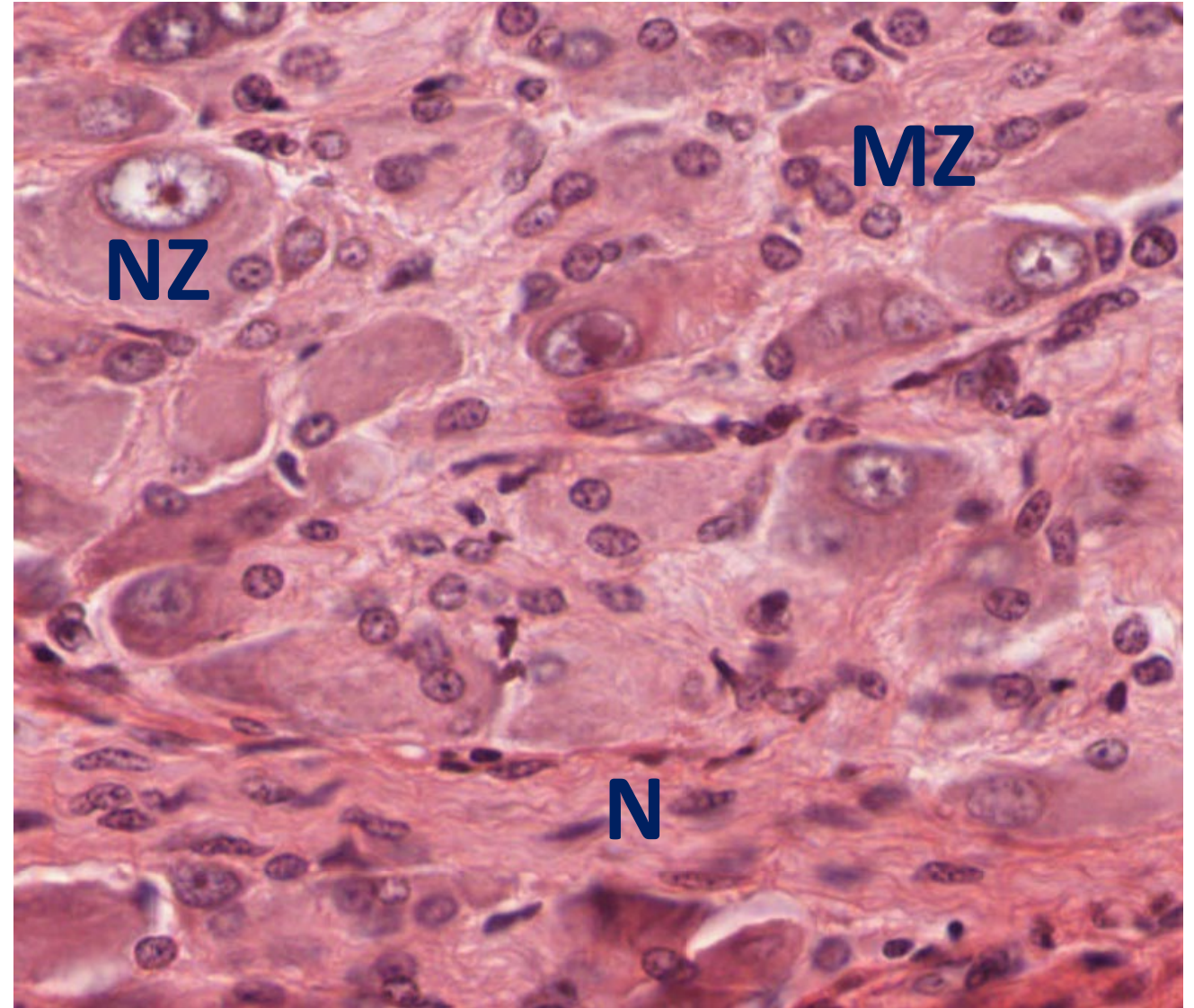
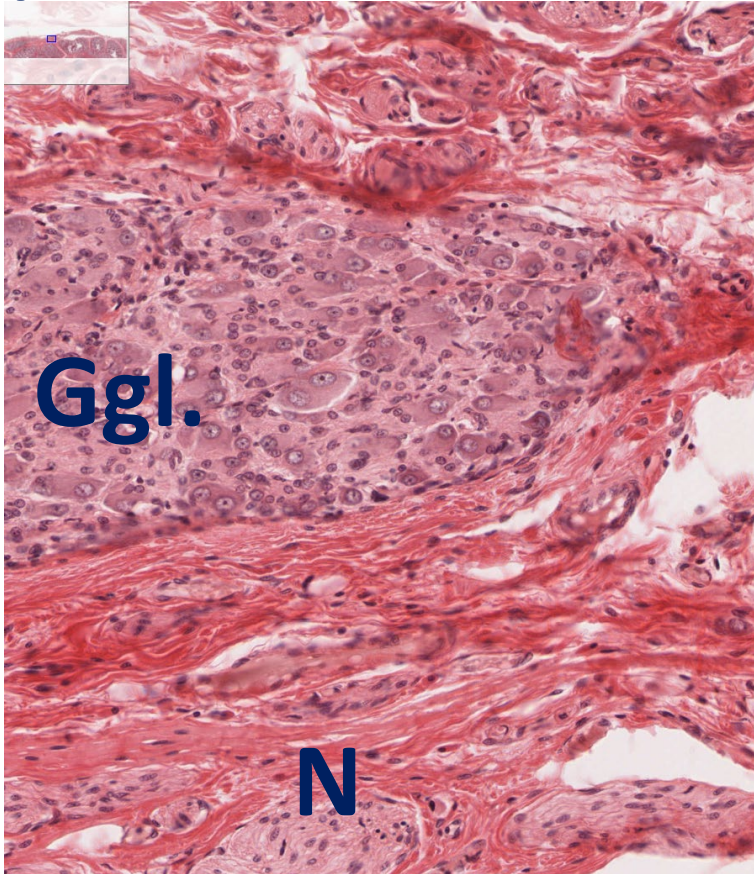
autonome Ganglien

→ Parasympathikus

Samenbläschen

Ganglion (Ggl.)
Nerv (N)

Nervenzelle (NZ)
Mantelzelle (MZ)



https://histologyslides.med.umich.edu/Histology/Basic%20Tissues/Nervous%20Tissue/075_HISTO_40X.htm

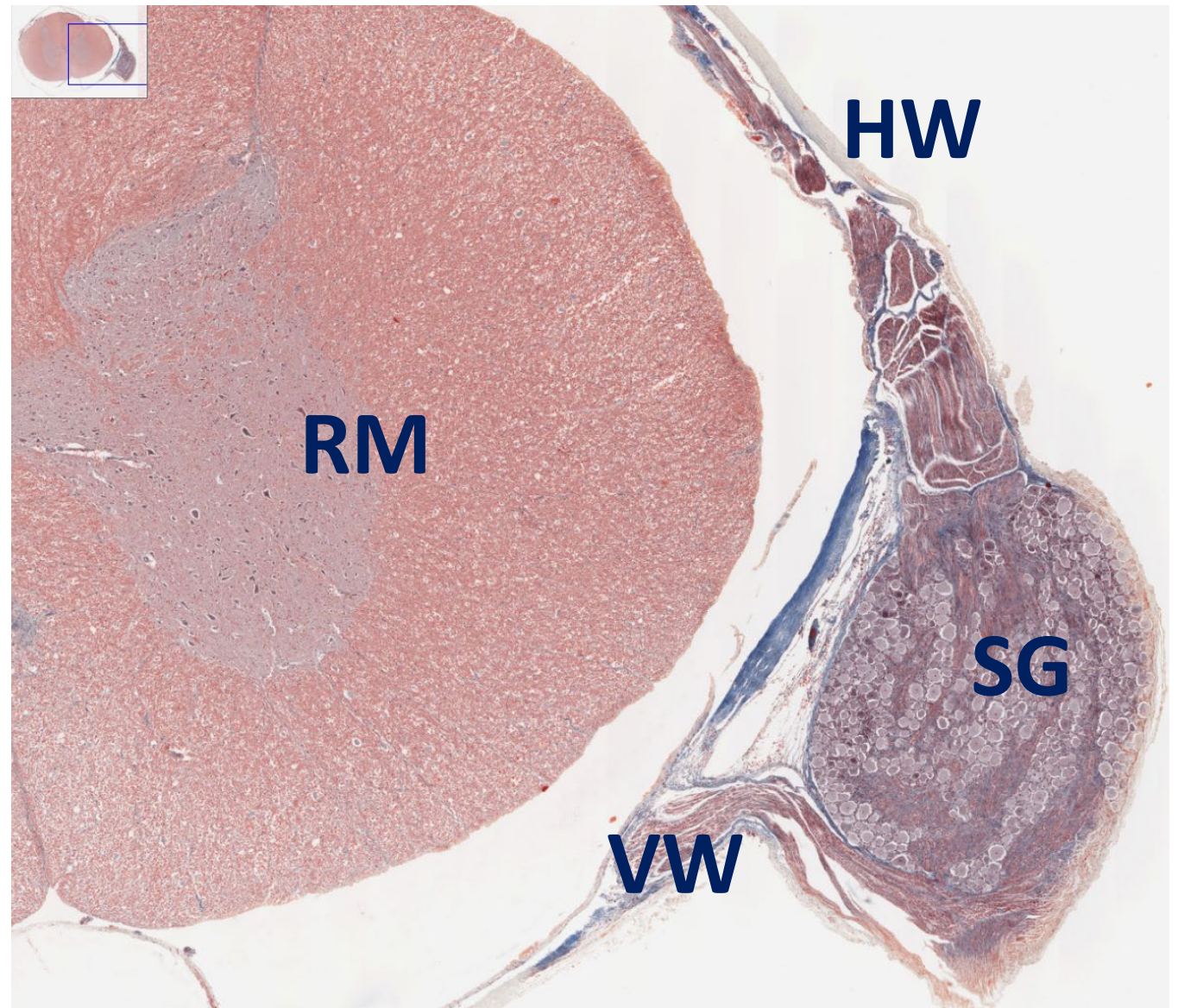
Spinalganglien

(SG) Spinalganglion

(RM) Rückenmark

(VW) Vorderwurzel

(HW) Hinterwurzel



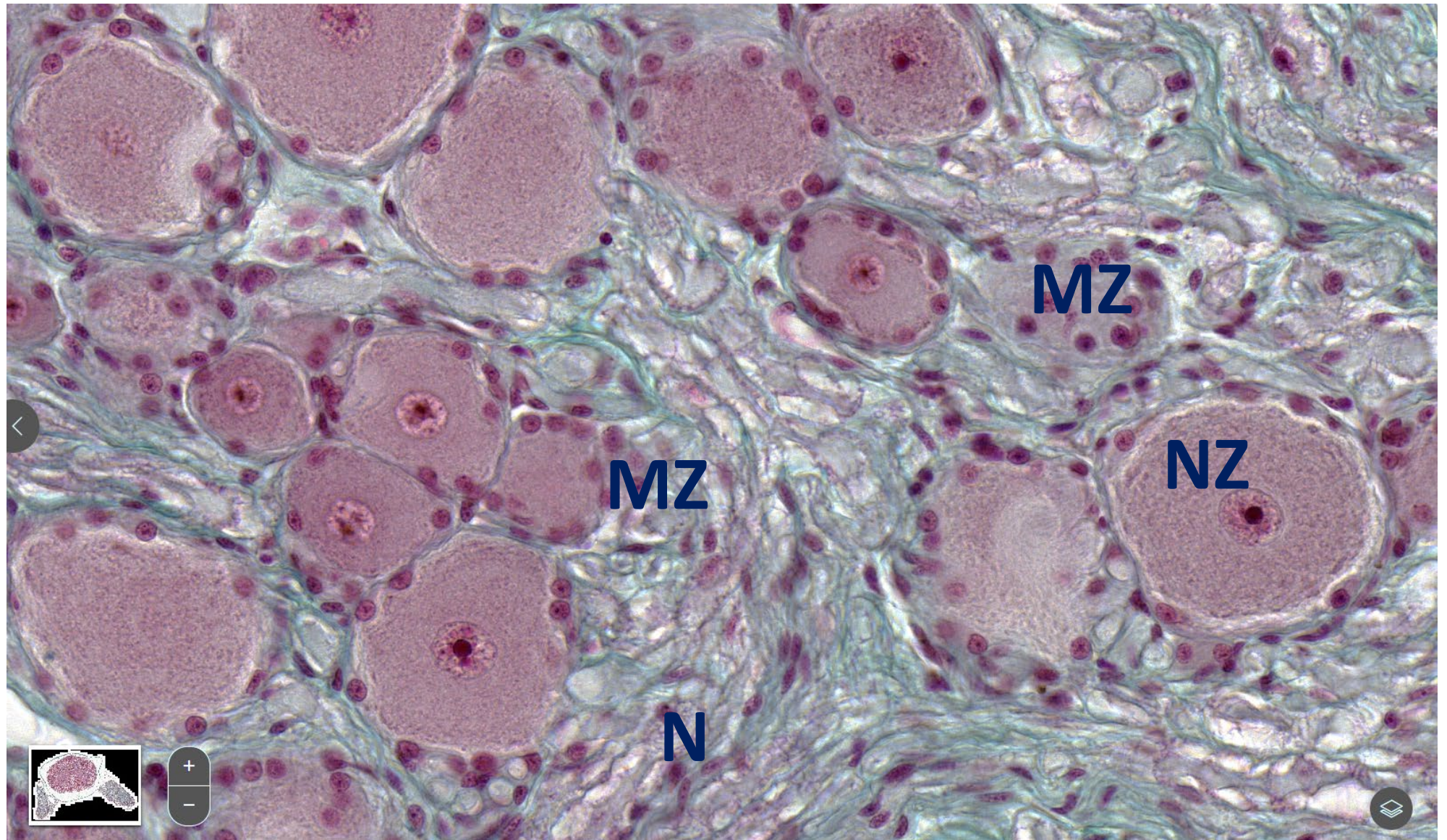
https://histologyslides.med.umich.edu/Histology/Basic%20Tissues/Nervous%20Tissue/075_HISTO_40X.htm

Spinal-Ganglion

Nerv (N)

Nervenzelle (NZ)

Mantelzelle (MZ)



<https://myimi.uni-ulm.de/microscope/exploration/gVfPhl1H>

Quellen:

Garzorz-Stark Natalie, 7 - Aufbau des peripheren Nervensystems, BASICS Neuroanatomie (3. Auflage), edited by Garzorz-Stark Natalie, 2024, Pages 16-17, ISBN 978-3-437-41129-8, <http://dx.doi.org/10.1016/B978-3-437-41129-8.00007-2>.
(<https://www.clinicalkey.com/student/content/book/3-s2.0-B9783437411298000072>)

Welsch Ulrich, Lehrbuch Das, Kapitel 3 - Gewebe, Histologie - Lehrbuch und Atlas (6. Auflage), edited by Welsch Ulrich, Lehrbuch, 2022, Pages 97-225, ISBN 978-3-437-44427-2, <http://dx.doi.org/10.1016/B978-3-437-44427-2.00003-1>
(<https://www.clinicalkey.com/student/content/book/3-s2.0-B9783437444272000031>)

Wennemuth Gunther, 6 - Nervengewebe und Sinnesorgane, Taschenbuch Histologie (2. Auflage), edited by Wennemuth Gunther, 2017, Pages 104-151, ISBN 978-3-437-41978-2, <http://dx.doi.org/10.1016/B978-3-437-41978-2.00006-6>.
(<https://www.clinicalkey.com/student/content/book/3-s2.0-B9783437419782000066>)

<https://www.dropbox.com/scl/fi/rmp3uhsoip5rf1jppb7vz/2025-04-07-Michigan-Histology-Laboratory-Manual.pdf?rlkey=dlq4e83maqrtbh3zhogtpyc8&e=4&st=05nivu1z&dl=0>

<https://myimi.uni-ulm.de/microscope/exploration>



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.