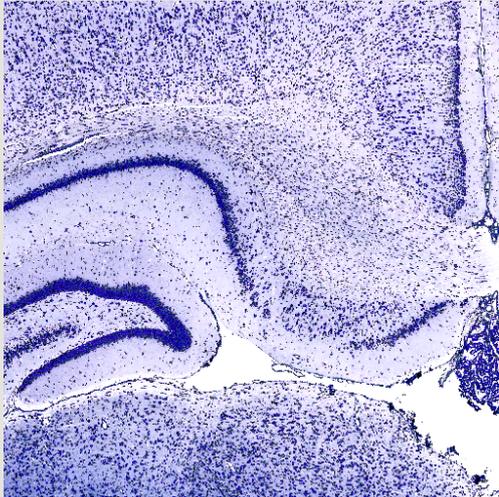




Unterrichtsmodul: „Cortex – Zellen und Schichten“

Name: _____

Datum: _____



Forschungsauftrag

Bei der Anwendung **BrainObserve** handelt es sich um ein Bildbetrachtungsprogramm, über das du virtuelle Präparate (eingescannte Originalpräparate) jederzeit betrachten kannst. Die computergestützte Technik der sogenannten „**virtuellen Mikroskopie**“ ermöglicht dir eine aktive Auseinandersetzung mit neurobiologischen Präparaten.

In diesem Modul erfährst du, wie **das Nervengewebe eines Säugerhirns** organisiert ist. Dazu differenzierst du im Bereich der Großhirnrinde (Cortex) unterschiedliche **Zelltypen, Packungsdichten und Schichten**.

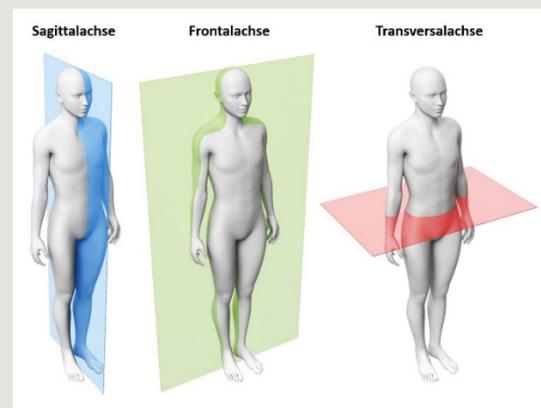


ScreenShot-Funktion

Mit dem Snipping-Tool, das auf allen Windows Rechnern zu finden ist, kannst du von einem selbst auswählbaren Bereich des Bildschirms einen ScreenShot anfertigen. Achte darauf, dass du alles erfasst, was du abbilden möchtest. Speichere deinen ScreenShot am besten im Ordner „Dokumente“ ab, da die Einfüge-Option des PDF-Programms standardmäßig auf diesen Ordner zugreift. Wenn du in diesem Arbeitskript einen ScreenShot einfügen sollst, klicke auf das ScreenShot-Symbol im Kasten und wähle im folgenden Menü dein angefertigtes Bild aus den Dateien aus. Das Bild wird dann automatisch eingefügt und skaliert.

Hirnschnitte und Schnittebenen

Für die **histologische Untersuchung von Gehirnen**, werden diese mit einem speziellen Gerät, dem Mikrotom, sehr dünn geschnitten. Dazu müssen die Präparate zunächst sehr **aufwändig aufbereitet und fixiert** werden. Weiterhin werden sie **mit unterschiedlichen Methoden angefärbt**, um je nach Untersuchungsbedarf die gewünschten Strukturen sichtbar zu machen. Je nach Orientierung der Schnitte (**Schnittebene**), werden verschiedene **Körperachsen** definiert. Die Abbildung zeigt die drei Hauptachsen eines Körpers, die zur Bestimmung der Schnittebene angewendet werden.



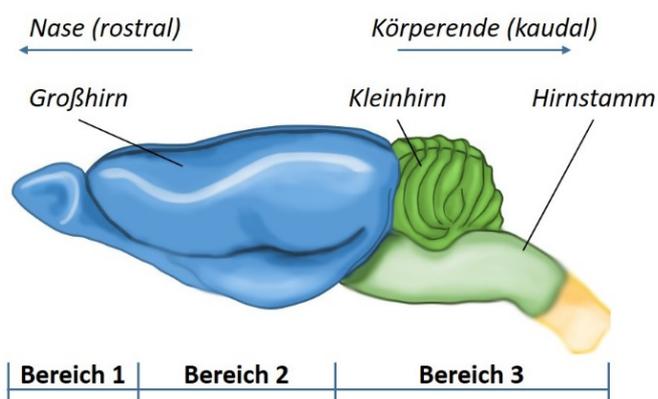


Experiment 1: Einordnung des mikroskopischen Präparats

Versuchsprotokoll

- I. Starte die Anwendung BrainObserve, sofern du sie noch nicht geöffnet hast. Du öffnest die Anwendung über den Button „Experiment starten“ auf der Modulseite.
- II. Öffne das Präparat „Cerebrum“.
- III. Betrachte dieses und nutze dazu auch die Zoom-Funktion.
- IV. Bearbeite die folgenden Aufgaben.

1. Bei dem Cerebrum-Präparat in BrainObserve handelt es sich um einen Schnitt des Rattenhirns. Die untenstehende Abbildung zeigt dir eine schematische Darstellung des Rattenhirns von der Seite. Bestimme anhand der Abbildung die Schnittebene und den Bereich, in dem das Präparat geschnitten wurde. Nimm dir 💡 „Hirnschnitte und Schnittebenen“ zur Hilfe.



Es handelt sich um eine Schnittebene auf der:

- Sagittalachse
- Frontalachse
- Transversalachse

In Bereich: 1 2 3

2. Ermittle den Bereich des Cortex im Cerebrum-Präparat und benenne diesen mit der Abschnittsmarkierung ↖. Fertige anschließend davon einen ScreenShot an (siehe 📷 „ScreenShot-Funktion“) und füge diesen hier ein.



ScreenShot hier einfügen!



Experiment 2: Zelltypen des Nervengewebes

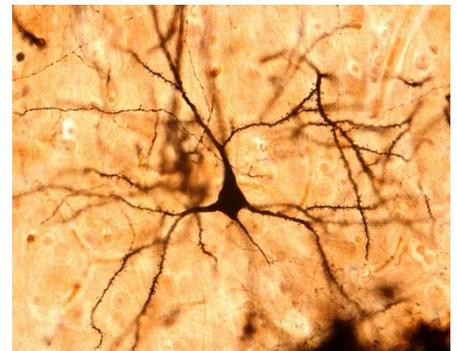
Versuchsbeschreibung

In Experiment 1 hast du bestimmt, welche Hirnregion in diesem Modul im Fokus steht. In Experiment 2 setzt du dich mit verschiedenen Typen von Nervenzellen auseinander, die charakteristisch in kortikalen Strukturen von Säugerhirnen vorliegen. Bei der Differenzierung der Zelltypen arbeitest du mit zwei verschiedenen histologischen Färbemethoden.

3. Betrachte die Abbildungen der Golgi-Färbungen (im Skript) und lies die darunter stehenden Zellbeschreibungen. Ordne die Beschreibungen den Abbildungen zu, indem du den entsprechenden Buchstaben in das jeweilige Kästchen einträgst. Nimm dir 💡 „Golgi Färbung“ (nächste Seite) zur Hilfe.







A) Purkinjezelle: Bei den Purkinjezellen handelt es sich um die größten Nervenzellen der Kleinhirnrinde (Soma ~ 60 µm). Sie zeichnen sich durch charakteristische multipolare Nervenzellen mit einem außergewöhnlich komplexen, fächerartigen und stark verdornen (Spines) Dendritenbaum aus. Dieser steht über synaptische Kontakte vorwiegend mit Parallelfasern von Körnerzellen in Verbindung.

B) Pyramidenzelle: Namensgebend ist die pyramidenartige Form des Somas, das einen Durchmesser von bis zu 30 µm haben kann. Pyramidenzellen liegen in der Großhirnrinde und besitzen einen Dendriten, welcher der Zellspitze entspringt (apikal) sowie mehrere Dendriten, die aus der Basis des Zellkörpers hervorgehen (basal). Die Dendriten sind ebenfalls dornbesetzt (Spines). Das Axon entspringt auch an der Basis und führt meist senkrecht nach unten. Da die Myelinscheiden nicht von der Golgi-Färbung eingefärbt werden, ist das Axon im Vergleich zu den Dendriten sehr dünn.

C) Körnerzelle: Der Begriff „Körnerzelle“ ist ein Überbegriff eines morphologischen Typus kleiner Nervenzellen mit kugelförmigen Somata (rund 10 µm). Häufig werden diese auch als granuläre Zellen bezeichnet. Von den Somata gehen meist drei bis fünf Dendriten und ein verhältnismäßig kurzes Axon aus. Körnerzellen kommen sowohl in der Großhirn- als auch der Kleinhirnrinde sehr zahlreich vor.



Golgi-Färbung

Die Golgi-Imprägnation gehört zu den Silberfärbungen und basiert auf einer **Bindung von Silberionen** an Biomoleküle mit entsprechenden Bindungseigenschaften. Nach mehrtägiger Fixierung der Hirnschnitte in einem Gemisch aus Kaliumdichromat und Osmiumsäure führt dies zu der typischen schwarzbraunen „**Versilberung**“ von **Nervenzellen und Gliazellen inklusive der Dendriten und Axone**. Daher können durch die Golgi-Imprägnation auch **synaptische Verbindungen** erkannt werden. Da die Methode nur **einzelne Zellen** anfärbt, können diese im Gewebe gut differenziert und untersucht werden. Warum nur einzelne Zellen isoliert gefärbt werden und die meisten anderen überhaupt nicht, ist bis heute nicht vollständig geklärt.

4. Übertrage deine Erkenntnisse aus Aufgabe 3 auf das Cerebrum-Präparat in BrainObserve. Bei diesem handelt es sich um eine Nissl-Färbung (siehe  „Nissl-Färbung“). Markiere und benenne beispielhaft sowohl eine Pyramidenzelle als auch eine Körnerzelle im Bereich des Cortex. Beachte dabei, dass sich die Nissl-Färbung anders ausprägt, als die Golgi-Färbung. Füge jeweils einen ScreenShot der beiden Nervenzelltypen hier ein.



ScreenShot hier
einfügen!



ScreenShot hier
einfügen!

Nissl-Färbung

Bei der Nissl-Färbung handelt es sich um eine **klassische Übersichtsfärbung** für das Nervengewebe, welche sich häufig exemplarisch für histologische Färbemethoden in Schulbüchern findet. Dabei kommen basische Farbstoffe wie Kresylviolett, Toluidinblau oder Thionin zum Einsatz. Die Farbstoffe binden an basophile (basenliebende) Verbindungen wie RNA und DNA und **färben** daher die **Zellkerne und Ribosomen blau-violett** an. So werden bei der Nissl-Färbung insbesondere die **Zellkörper hervorgehoben**, sodass deren Verteilung im Nervengewebe untersucht werden kann. Das Besondere an der Färbung ist die zusätzliche selektive Darstellung des endoplasmatischen Retikulums (ER), die durch die Ribosomen des ERs entsteht. Die daraus resultierenden charakteristisch gefärbten Zellorganellen bezeichnet man als **Nissl-Schollen**.



Experiment 3: Zellquantifizierung

Versuchsbeschreibung

In Experiment 3 setzt du dich mit der Packungsdichte der Nervenzellen in verschiedenen Arealen des Cortex auseinander und vergleichst diese miteinander.

Versuchsprotokoll

- I. Aktiviere die Rasterfunktion .
- II. Ermittle ein Areal im Cortex, in welchem eine besonders hohe Packungsdichte an Zellen vorliegt und eines mit einer relativ geringen. Die Packungsdichte gibt an, wie viele Soma (Zellkörper) in einem definierten Bereich liegen und soll hier unabhängig vom Zelltyp betrachtet werden. Besonders gut kann dies beispielsweise in Bereich A3 gelingen.
- III. Nutze das Messviereck  und ziehe in den von dir gewählten Arealen jeweils ein Rechteck von rund 150 µm x 150 µm auf.
- IV. Bearbeite im Anschluss die folgenden Aufgaben.

5. **Quantifiziere die Anzahl der Zellen in den markierten Arealen. Die auf einer Begrenzungslinie liegenden Zellen werden mitgezählt.**

Hohe Packungsdichte: _____ Zellkörper/150 µm x 150 µm

Geringe Packungsdichte: _____ Zellkörper/150 µm x 150 µm

6. **Füge jeweils einen ScreenShot der aufgezogenen Messvierecke hier ein.**



ScreenShot hier einfügen!



ScreenShot hier einfügen!

7. **Beschreibe beide Areale vergleichend. Gehe dabei auch auf die Unterschiede der Zelltypen ein.**



Experiment 4: Organisation des Cortex

Versuchsbeschreibung

In Experiment 4 setzt du dich mit der Organisation des Cortex in unterschiedliche Schichten auseinander. Die einzelnen Schichten lassen sich aufgrund spezifischer Charakteristika differenzieren. Insgesamt gibt es sechs Schichten, die von außen nach innen mit römischen Ziffern von I bis VI nummeriert werden. Die untenstehende schematische Darstellung zeigt dir diese sechs Schichten anhand einer Nissl-Färbung.

8. Lies die Beschreibungen zu den sechs kortikalen Schichten und ordne diese der jeweiligen römischen Ziffer zu, indem du die Ziffer neben die passende Beschreibung einträgst.



The image shows a vertical section of the cerebral cortex stained with Nissl. The layers are labeled with Roman numerals I to VI on the left. Layer I is the most superficial, followed by II, III, IV, V, and VI at the bottom. The staining highlights the nuclei of neurons and other cells in different layers.

- Innere Körnerschicht, *Lamina granularis interna***
→ Diese Schicht wird von vielen Körnerzellen und wenigen kleinen Zellkörpern der Pyramidenzellen gebildet.
- Äußere Pyramidenschicht, *Lamina pyramidalis externa***
→ Es handelt sich um eine dicke Schicht mit vielen mittelgroßen Pyramidenzellen.
- Molekulare oder plexiforme Schicht, *Stratum moleculare***
→ Diese Schicht ist größtenteils frei von Nervenzellen und besteht vor allem aus Dendriten der Zellen anderer Schichten.
- Äußere Körnerschicht, *Lamina granularis externa***
→ Diese Schicht besteht aus dicht gelagerten Körnerzellen.
- Innere Pyramidenschicht, *Lamina pyramidalis interna***
→ In dieser Schicht liegen besonders große Pyramidenzellen (Riesenpyramidenzellen).
- Polymorphe Schicht, *Lamina multiformis***
→ In dieser Schicht lassen sich viele verschiedene Zelltypen mit unterschiedlicher Größe und Gestalt erkennen.



Versuchsprotokoll

- I. Aktiviere die Rasterfunktion # für das Präparat „Cerebrum“ und betrachte den Bereich A3 (nutze die Zoom-Funktion).
- II. Bearbeite anschließend die folgenden Aufgaben.

9. Ermittle die sechs Schichten des Cortex in Bereich A3 und markiere diese einzeln mit der Abschnittsmarkierung ↖. Benenne die Markierungen von außen nach innen mit den römischen Ziffern I bis VI. Nimm dir dazu die schematische Darstellung von Aufgabe 8 zur Hilfe. Füge anschließend einen ScreenShot der markierten und nummerierten Cortex-Schichten hier ein.



ScreenShot hier einfügen!

Versuchsprotokoll

- I. Öffne das Präparat „Cerebrum“ zusätzlich im Splitscreen und betrachte den Bereich B1-B2 (nutze die Zoom-Funktion).
- II. Bearbeite anschließend die folgende Aufgabe.

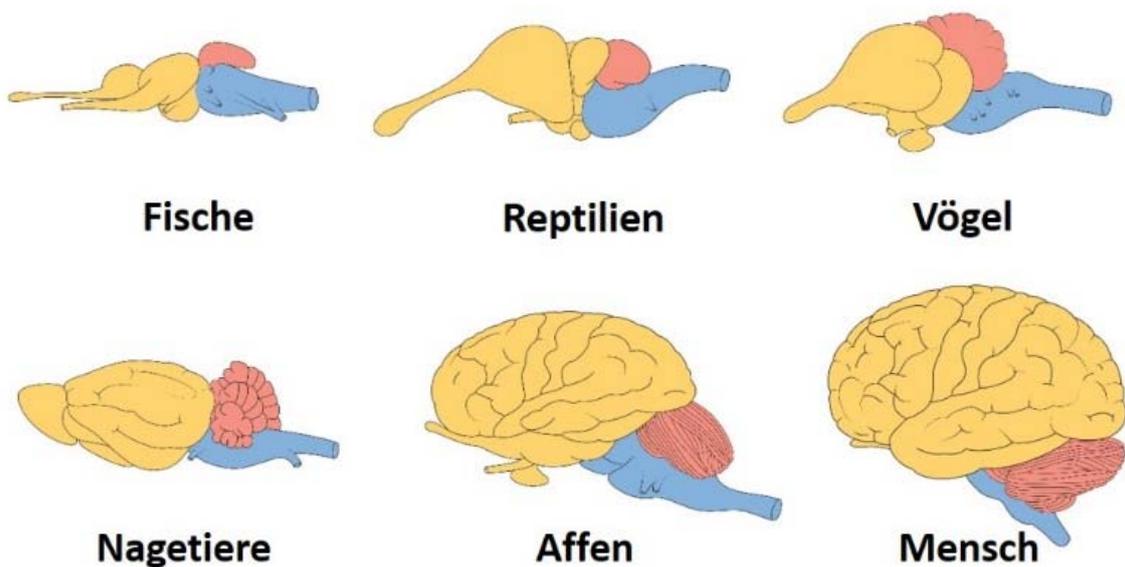
10. Vergleiche deine Ergebnisse zu Bereich A3 mit Bereich B1-B2 und beschreibe die Unterschiede mit Fokus auf die Packungsdichte der Zellen sowie die Organisation der Schichten.



Zusammenfassung

11. Kreuze anhand deiner Ergebnisse der Experimente an, welche der folgenden Aussagen zutreffen.

- Der Cortex ist in strukturell unterschiedliche Schichten organisiert.
- In einer kortikalen Schicht liegt immer nur ein Zelltyp vor.
- Im Cortex liegen unterschiedliche Nervenzelltypen vor.
- Die Ausprägung der einzelnen kortikalen Schichten ist über den gesamten Cortex hinweg konstant.
- Die Packungsdichte der Zellen ist in allen Bereichen der Großhirnrinde konstant.



Schematische Darstellung beispielhafter Gehirne unterschiedlicher Wirbeltierklassen (Fische, Reptilien, Vögel) sowie Säugetierordnungen (Nagetiere, Affen, Mensch).



Expertenaufgabe: Die Schichten des Cerebellum

Versuchsprotokoll

- I. Öffne das Präparat „Cerebellum“ im Splitscreen.
- II. Betrachte dieses und nutze dazu auch die Zoom-Funktion.
- III. Aktiviere das Raster #, sofern es inaktiv ist.
- IV. Lies  „Crossmon-Färbung und Cerebellum“.
- V. Bearbeite die nachstehenden Aufgaben.

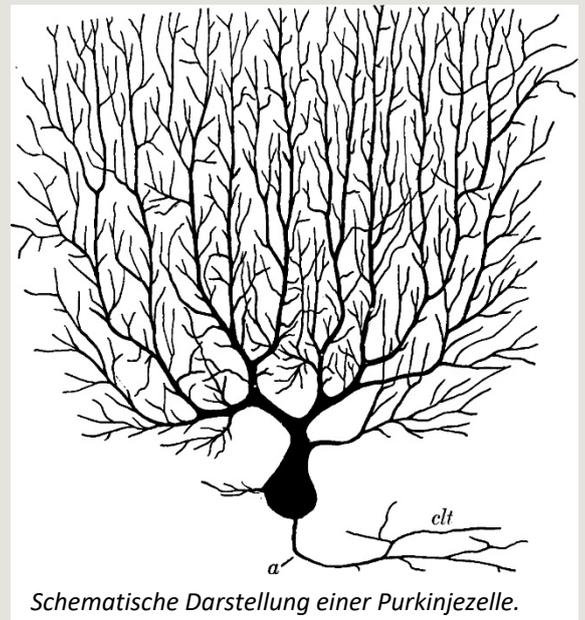
Crossmon-Färbung und Cerebellum (Kleinhirn)

Bei dem vorliegenden Präparat handelt es sich um einen Ausschnitt des **Kleinhirns eines Orang-Utans**. Als histologische Methode ist hier die Crossmon-Färbung eingesetzt worden. Dabei handelt es sich um eine **Trichromfärbung** mit drei Farbstoffen, die zu folgendem Farbergebnis führt:

Cytoplasma	=	rot
Zellkerne	=	braun/schwarz
Kollagen/Bindegewebe	=	blau/grün

Im Gegensatz zur Großhirnrinde, ist die Kleinhirnrinde in **drei** Schichten organisiert:

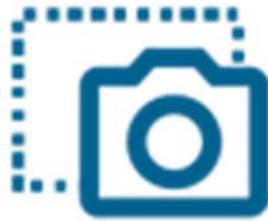
- I. Molekularschicht, Stratum molekulare**
→ Faserreiche, aber zellarme Schicht.
- II. Purkinje-Zellschicht, Stratum purkinjense**
→ Einzellige Lage aus den Soma der Purkinjezellen. Die Dendritenbäume der Zellen ziehen in die Molekularschicht und die Axone in Richtung Körnerzellschicht.
- III. Körnerzellschicht, Stratum granulare**
→ Zellreiche Schicht aus zahlreichen Körnerzellen.



Schematische Darstellung einer Purkinjezelle.



12. a) Ermittle im Rasterfeld C6 die drei Schichten der Kleinhirnrinde und markiere diese einzeln mit dem Abschnittswerkzeug . Benenne die Schichten von außen nach innen mit den römischen Ziffern I-III.
- b) Markiere zudem explizit das Soma einer Purkinjezelle.
- c) Fertige einen ScreenShot deiner Ergebnisse an und füge diesen hier ein.



ScreenShot hier einfügen!