

## Der feinere Bau der Kleinhirnrinde bei Menschen und Tieren.

Von Prof. H. Obersteiner (Wien).

Der graue Rindenbelag des Kleinhirns zeigt in der ganzen Wirbeltierreihe eine auffallende Uebereinstimmung der feinem Struktur, vielleicht mit einziger Ausnahme des *Amphioxus lanceolatus*, bei welchem ein dem Cerebellum homologes Organ nicht nachweisbar ist. Es ist daher auch begreiflich, dass der Versuch von Miklucho-Maklay<sup>1)</sup>, aus genetischen Gründen dem bei den Fischen bisher als Kleinhirn aufgefassten Hirnteil seine Bedeutung als Hinterhirn zu rauben, fast auf keiner Seite Anklang finden konnte.

Auffallend mag es erscheinen, dass seit einer längern Reihe von Jahren unsere Kenntniss von dem histologischen Baue der Kleinhirnrinde nur wenig gefördert wurde. Vielleicht liegt der Grund für diese unleugbare Tatsache darin, dass es dem Zusammenwirken zahlreicher Forscher bald gelungen war, die Strukturverhältnisse dieses Organs bis zu einem befriedigenden Punkte klarzulegen, dass aber andererseits darüber hinaus sich Schwierigkeiten entgegenstellten, welche auch die neuesten Fortschritte der mikroskopischen Technik nicht zu überwinden vermögen.

Ich will nun versuchen, in kurzem ein genaues und vollständiges Bild von dem Bau der Kleinhirnrinde, zunächst derjenigen des Menschen, zu entwerfen, und dabei außer den bisher veröffentlichten neuern Arbeiten auch meine eigenen Beobachtungen der letzten Zeit berücksichtigen.

Die Grenze zwischen Kleinhirnmark und Rinde ist nirgends eine ganz scharfe; vollkommen verwischt erscheint sie im Innern der Läppchen, deutlicher ist sie in der Tiefe der Furchen. Ueberall im Kleinhirnmark finden sich nämlich zwischen den Nervenfasern zerstreut, oder auch reihenförmig angeordnet, kleine rundliche Gebilde von  $6\ \mu$ — $7\ \mu$  Durchmesser, welche nach außen zu immer dichter sich aneinander drängen, und dadurch die innerste Schichte der Kleinhirnrinde (rostbraune Körnerschichte) bilden. — Die histologische Bedeutung dieser Körner ist noch nicht ergründet. An Zupfpräparaten lassen viele von ihnen ein spärliches Protoplasma erkennen, welches in 2—3 sehr feine Fortsätze ausgezogen ist. Mit Karmin färben sich die Körner selbst intensiv, ebenso mit Hämatoxylin und Purpurin; durch dieses letztere Verhalten unterscheiden sie sich von den Ganglienzellen, denn die Kerne der unzweifelhaft nervösen Zellen in der Kleinhirnrinde färben sich beispielsweise mit Hämatoxylin nur leicht blaugrau. Ihr histologischer Bau, sowie ihr Verhalten gegen die genannten Farbstoffe macht es unmöglich, sie unbedingt den Ganglienzellen gleichzustellen. Da sie aber andererseits auch nicht vollkommen bindegewebigen Elementen gleichen und auch eine derartige Anhäufung

1) Beiträge zur vergleichenden Neurologie der Wirbeltiere. Leipzig 1870.

von Bindegewebszellen an dieser Stelle physiologisch und morphologisch nicht gut verständlich ist, so entspricht es vielleicht am besten den Tatsachen, wenn man die Körner der Kleinhirnrinde (und wol auch teilweise die Körner der Retina) als dem Nervensystem adjungierte Elemente auffasst, die aber keineswegs mit typischen Ganglienzellen identifiziert werden dürfen. Ich habe<sup>1)</sup> zwar selbst die Ansicht ausgesprochen, dass es zweierlei Arten von Körnern gebe, einmal solche, welche mit Nervenfasern in Verbindung stehen (also nervöse) und ferner fortsatzlose (bindegewebige), eine Anschauung, welche auch Henle noch in seinem Lehrbuch der Neurologie (2. Aufl.) vertritt; und obwol nun auch Denissenko<sup>2)</sup> durch Doppelfärbung mit Hämatoxylin und Eosin dazu gelangt sein will, zweierlei „Körner“ zu unterscheiden<sup>3)</sup>, muss ich doch gegenwärtig die Meinung von zwei verschiedenen Arten von Körnern als nicht genügend begründet ansehen. Es macht den Eindruck, als wolle man an dieser Zweiteilung festhalten, um sich so über die schwierige Frage hinwegzuhelfen, ob nämlich diese Gebilde dem Nervensystem oder dem Bindegewebe zuzuweisen seien. Unzweifelhafte Ganglienzellen (in der Regel pigmenthaltend) von spindelförmiger rundlicher Form bis 0,3 mm im Durchmesser mit 2—4 Fortsätzen kann man, allerdings meist nur sehr sparsam zerstreut, in der Körnerschicht antreffen. Die Häufigkeit dieser Ganglienzellen wechselt übrigens bei verschiedenen Individuen und auch bei verschiedenen Tieren sehr.

Die markhaltigen Nervenfasern der zentralen Marksubstanz geben, sobald sie in die dichtern Lagen der Körner eingedrungen sind, ihre mehr oder minder parallele Verlaufsrichtung auf und bilden ein zierliches Maschenwerk, das die ganze Breite der Körnerschicht durchzieht und nach Behandlung mit Palladiumchlorid und Goldsalzen gut gesehen werden kann. Außerdem ist der Raum zwischen den in Gruppen angeordneten Körnern neben wenig Neuroglia vorzüglich durch ein dichtes Netzwerk feiner verfilzter Fasern ausgefüllt, welche nachweislich aus unzweifelhaften Bindegewebsfibrillen, vielleicht auch marklosen Nervenfasern und aus den Fortsätzen der Körner bestehen. Die nun nach außen folgende Schicht der Kleinhirnrinde ist hauptsächlich charakterisiert durch eigentümliche große Nervenzellen, welche in einfacher Reihe angeordnet die Körnerschicht einsäumen. Diese zweite mittlere Rindenschicht wird daher auch am besten als großzellige Schicht bezeichnet.

1) Beiträge zur Kenntniss vom feinem Bau der Kleinhirnrinde. Sitzungsber. d. k. Akademie d. Wiss. zu Wien 1869.

2) Zur Frage über den Bau der Kleinhirnrinde bei verschiedenen Klassen von Wirbeltieren. Arch. f. mikr. Anatomie. XIV. Bd.

3) Fortsatzlose „Hämatoxylinzellen“, deren Bedeutung ihm unklar ist, and etwas kleinere, gruppenweise gelagerte „Eosinzellen“ (sie färben sich nämlich mit Eosin) mit zahlreichen Fortsätzen, die er als entschieden nervös ansieht.

Die erwähnten Nervenzellen, welche nach ihrem Entdecker ganz allgemein Purkinje'sche Zellen genannt werden, haben eine rundliche etwas flachgedrückte Form wie eine Linse oder ein Kürbiskern.

Der Querdurchmesser dieser Zellen beträgt circa 0,03 mm, der Längsdurchmesser 0,038 mm; doch wird diese Dimension, da zwischen der Zelle und dem gleich zu erwähnenden peripheren Fortsatz sich keine strenge Grenze ziehen lässt, gewöhnlich etwas größer angegeben. Die Dicke schwankt zwischen 0,025—0,03 mm.

Die Purkinje'schen Zellen haben einen rundlichen großen Kern (0,016 mm) mit deutlichem Kernkörperchen; Kern und Kernkörperchen aber besitzen beide entschieden keine Fortsätze, wie sie Denissenko zu sehen meinte. Eine äußerst zarte Zellmembran, welche auch noch auf die Fortsätze der Zelle übergeht, ist vielleicht noch nicht ganz sicher nachgewiesen, doch ist ihr Vorhandensein zum mindesten sehr wahrscheinlich. Der Zellkörper zeigt eine deutliche faserige Streifung, welche den Kern schlingenförmig umzieht und sich gegen den peripheren Fortsatz wendet. Es mag hervorgehoben werden, dass diese Zellen zum Unterschiede von so vielen andern großen Nervenzellen (Großhirnrinde, Rückenmark, Thalamus opticus u. s. w.) kein oder höchstens nur ungemein wenig Pigmentkörnchen enthalten, ein Umstand, der doch wol auch nicht ohne physiologische Bedeutung sein kann. An dem stets abgerundeten, der Körnerschicht zugewendeten Pole der Zelle entspringt mit breiter Basis und rasch sich verjüngend der sogenannte zentrale Fortsatz (ganz selten sind deren zwei vorhanden), der infolge seiner Zartheit bald unter den Körnern verschwindet. Nur an besonders glücklichen Präparaten oder nach der Färbung mit Sublimat gelingt es, ihn weiter in die Tiefe zu verfolgen. Auch an Zupfpräparaten reißt er infolge seiner Zartheit leicht ab. Deshalb sind auch die Meinungen über sein weiteres Schicksal sehr verschieden. Koschewnikoff<sup>1)</sup>, Schwalbe<sup>2)</sup> sowie Henle (l. c.) lassen den Fortsatz ungeteilt in den Axenzylinder einer markhaltigen Nervenfasern übergehen und Denissenko behauptet sogar (entgegen allen andern Beobachtern), dass dieser Fortsatz — auch Axenzylinderfortsatz genannt — gleich bei seinem Austritt aus der Zelle mit Mark umgeben sei. Teilungen dieses Fortsatzes wurden nur selten beschrieben. In der letzten Zeit ist es hauptsächlich Polgi<sup>3)</sup>, welcher zahlreiche Zweige von dem zentralen Fortsatz abgehen lässt. Er sagt, dass diese Seitenästchen sehr fein seien und eine gewisse Tendenz zeigen, sich gegen die Oberfläche des Kleinhirns zurück zu wenden; der eigentliche Axenzylinderfortsatz behalte dabei — im Gegensatze

1) Arch. f. mikr. Anat. V. Bd.

2) Lehrb. d. Neurologie 1881.

3) Archiv. ital. p. l. malatt. nerv. 1874 und Rivista speriment. di freniatria 1882 u. 1883. Der Schluss dieser Arbeit ist bisher noch nicht erschienen.

zu wiederholten dichotomischen Teilungen anderer Fortsätze — seine Selbständigkeit bei und lasse sich unmittelbar ohne Abnahme seiner Dicke bis in die Marksubstanz hinein verfolgen. — Gerlach ließ die Teilungsäste des zentralen Fortsatzes mit den Körnern der Körnerschicht in Verbindung treten, und auch Owsjannikoff<sup>1)</sup> sah mitunter Teilungen und die Fäserchen, in welche er zerfiel, mit Körnern zusammenhängen. Aehnliches beschreibt Teleneff<sup>2)</sup> vom Kleinhirn des Petromyzon. — Die letztgenannten Autoren weichen hauptsächlich darin von Polgi ab, dass sie den Axenzylinderfortsatz in Teiläste zerfallen lassen, während der italienische Forscher neben den Seitenästen das intakte Erhaltenbleiben der Individualität des eigentlichen Fortsatzes bis zu seinem Uebergang in die markhaltige Faser besonders hervorhebt.

Es ist demnach bisher nur festgestellt, dass die Purkinje'schen Zellen durch ihren zentralen Fortsatz mit den Markfasern zusammenhängen; in welcher Weise dies geschieht, ob auch die Körner der Körnerschicht dabei eine Rolle spielen, ist mit Sicherheit gegenwärtig noch nicht zu beantworten. An dem gegen die Oberfläche des Kleinhirns gerichteten Pole der Purkinje'schen Zellen entspringt der dicke peripherische Fortsatz, welcher aber bereits vollständig in die nächst äußere, die molekulare Schicht gehört und daher auch dort besprochen werden soll.

Die Körner der Körnerschicht reichen noch teilweise in die großzellige Schicht hinein. Die äußersten dieser Körner, die sogar noch in der molekularen Schicht vorgefunden werden, sind merklich größer, als die in der Tiefe der Kleinhirnrinde befindlichen. Ein nicht unbedeutlicher Zug markhaltiger Fasern streicht, die Körnerschicht gleichsam einhüllend, neben den Purkinje'schen Zellen vorbei und um sie herum, parallel zur Rindenoberfläche und zur Längsrichtung der Gyri. Zwischen diesen Nervenfasern sieht man, teilweise die gleiche Verlaufsrichtung einhaltend, ziemlich viele Bindegewebsfasern; andere Bindegewebsfasern umstricken die Purkinje'schen Zellen, wie dies von Stefani und Weiss<sup>3)</sup> auch am Kleinhirn der Taube gesehen wurde.

Im ganzen ist das Gewebe der großzelligen Schicht ein sehr lockeres, sodass Schnitte durch die Kleinhirnrinde hier am leichtesten auseinanderfallen und auch kleinere Blutergüsse sich gerade hier gerne in die Fläche ausbreiten.

Es ist bekannt, dass die Purkinje'schen Zellen in der Tiefe der Furchen weit auseinander stehen, während sie jeder Konvexität der

1) Die Rinde des Großhirns beim Delphin. Mem. de l'Ac. de Petersbourg 1879.

2) Histologische Untersuchung des kleinen Gehirns der Neunauge, Petromyzon fluviatilis — Melanges biol. X. 1879.

3) Ricerche anatomiche interno al arvelletto di colombi. Ferrara 1877.

Rinde entsprechend dicht aneinander gedrängt angetroffen werden. Die Breite der Körnerschicht steht in geradem Verhältniss zur Anzahl der großen Nervenzellen.

Es liegt nun die Versuchung nahe, dieses wechselnde Verhalten mit der Entwicklung der Furchen und Mündungen des Kleinhirns in Zusammenhang zu bringen; doch gelingt es nicht, einen derartigen Zusammenhang aufzufinden. Es ergibt sich vielmehr nur, dass die Anzahl der Purkinje'schen Zellen unmittelbar abhängig ist von der Ausdehnung der wirklichen Kleinhirnoberfläche, sodass jede dieser Zellen gewissermaßen einen gleich großen Abschnitt der freien Rindenoberfläche zu versorgen hat. Da die Oberfläche über der Konvexität größer, in den Konkavitäten aber gering ist, so ergibt sich daraus der verschiedene Reichtum an Purkinje'schen Zellen. — Die Breite der Körnerschicht, also die Quantität der Körner, richtet sich dann wieder, wie bereits erwähnt wurde, nach der Anzahl der großen Nervenzellen, mit denen sie demnach sicher in einem, wenn auch noch nicht aufgeklärten, funktionellen Zusammenhang stehen.

In der äußersten Schicht, welche die Kleinhirnrinde an allen Stellen in gleichmäßiger Dicke (0,38 mm) überzieht (molekulare, graue Schicht), fallen zuerst die peripheren Fortsätze (Protoplasmafortsätze) der Purkinje'schen Zellen auf. Von dem peripherwärts gewendeten Pole der Zelle geht ein dicker Hauptstamm ab, meist ziemlich gerade gegen die Oberfläche hin gerichtet, bald aber in zwei ansehnliche Hauptäste mit horizontaler Verlaufsrichtung sich teilend. Von diesen Hauptästen gehen wieder ziemlich starke Zweige unter rechtem Winkel gegen die Oberfläche hin ab. Es ergibt sich daraus, dass alle dickern Aeste der Fortsätze mit Ausnahme der feinsten Endverzweigungen entweder parallel zur Rindenoberfläche oder (in den beiden mittleren Vierteln der molekularen Schicht fast ausschließlich) senkrecht gegen dieselbe verlaufen.

Abgesehen davon, dass auch schon von den dickern Aesten feinste Fortsätze abgehen, lösen sich jene schließlich in ein Netzwerk äußerst zarter Fasern auf, das bis an die freie Oberfläche der Kleinhirnrinde reicht und am besten nach der von Polgi vorgeschlagenen Färbungsmethode mit Sublimat in seiner wunderbaren Reichhaltigkeit gesehen werden kann. Schneidet man das Kleinhirn senkrecht zur Oberfläche, jedoch in der Verlaufsrichtung seiner Windungszüge, so sieht man aber ein anderes Bild, als das eben beschriebene, welches man bei der üblichen Schnittrichtung (senkrecht zur Richtung der Windungszüge) erhält. Es fehlt dann völlig die Ausbreitung der peripheren Fortsätze nach der Seite hin. Es wird nur ein Segment der molekularen Schicht, nicht breiter als der Dickendurchmesser der Zelle, von den Aesten dieses Fortsatzes erfüllt. Es geht also daraus hervor, dass die peripheren Fortsätze der Purkinje'schen Zellen sich nur in zwei Dimensionen, ganz so wie der Stamm und die Zweige des

Treillageobstes, verästeln. Auch dieser Umstand dürfte nicht ohne physiologische Bedeutung sein. Aus der Körnerschicht und der großzelligen Schicht steigen markhaltige Fasern in die molekulare Schicht entweder direkt gegen die Oberfläche oder in verschieden wechselnder Richtung auf, doch lassen sie sich nur in der innern Hälfte dieser Schicht (durch Goldfärbung) darstellen.

Verschiedene zellige Elemente finden sich in der molekularen Schicht zerstreut, und zwar 1. jene bereits erwähnten größern Körner (nur in den tiefsten Lagen) 2. kleinere anscheinend freie Kerne 3. Bindegewebszellen 4. kleine Zellen, welche aller Wahrscheinlichkeit nach als Ganglienzellen aufzufassen sind.

Eine der wichtigsten, aber bisher auch noch am wenigsten aufgeklärten Fragen auf dem uns beschäftigenden Gebiet betrifft das Endschicksal der feinsten aus den Purkinje'schen Zellen stammenden peripheren Fäserchen.

Vollkommen unbestimmt spricht sich Henle aus, wenn er sagt, dass die feinsten Endzweige zur Oberfläche aufsteigen und sich in ihrer Nähe verlieren. Auch Rindfleisch<sup>1)</sup> lässt sie schließlich in die feinkörnige Grundsubstanz auslaufen.

Bellonei<sup>2)</sup> unterscheidet überhaupt zwei Sorten von Nervenzellen im Zentralorgan. Die ersten färben sich unter der Einwirkung von Ueberosmiumsäure dunkel und dienen nur als Durchgangsstationen für die nervösen Bahnen (z. B. die Purkinje'schen Zellen); in die andere Klasse gehören Nervenzellen, welche mit dem genannten Reagens hell bleiben, und diese seien als eigentliche Endorgane aufzufassen. Bellonei findet nun zahlreiche derartige „Endzellen“ in der molekularen Schicht und zwar vorzüglich in der Nähe der Oberfläche. Zu diesen Zellen stehen die letzten Ausläufer der Purkinje'schen Zellen — wenn sie sich auch nicht direkt mit ihnen verbinden — in inniger Beziehung. In ähnlicher Weise gibt Denissenko (l. c.) an, dass namentlich an der Oberfläche der Kleinhirnrinde zahlreiche sehr kleine Zellen vorhanden seien, an welche die fraglichen Aeste herantreten und sie schlingenförmig umgeben. — Dagegen muss eingewendet werden, dass die Anzahl dieser Zellen viel zu gering ist, um für alle Endäste auszureichen; andererseits ist eine Verbindung vieler dieser Fasern mit den in der molekularen Schicht zerstreuten Nervenzellen — wie ich dieselbe (l. c.) auch beschrieben habe — nicht abzuweisen.

Kölliker nahm an, dass diese feinsten Endverzweigungen in knopförmige Endigungen übergehen und Owsjannikoff glaubt auch, dass sie als feine, kaum messbare Härchen entweder einzeln oder

1) Zur Kenntniss der Nervenendigung. Arch. f. mikr. Anat. VIII. B.

2) Ricerche comparative sulla struttura dei centri nervosi dei Vertebrati. Atti dei Lincei 1880.

auch in kleine Bündel geordnet frei an der Oberfläche endigen. Es lässt sich in der Tat nicht leugnen, dass man Bilder erhalten kann, welche auch sehr zu gunsten dieser Anschauung sprechen.

Ein Teil der Endverzweigungen biegt allerdings an der Oberfläche wieder nach innen um (Hadlich, Obersteiner); es ist möglich, dass sie sich dann in den tiefern Schichten zu Axenzylindern sammeln und vielleicht dadurch zur Bildung der oben erwähnten markhaltigen Nervenfasern in der molekularen Schicht Veranlassung geben, oder marklos bleibend zu dem Nervenetz der Körnerschicht treten. — Diese Anschauung, welcher ich selbst (l. c.) beigeppflichtet habe, darf aber immerhin nur als Hypothese aufgefasst werden, welche der Verlegenheit, eine physiologisch passende Endigungsweise für diese Fortsätze herauszufinden ihre Entstehung verdankt und auf keine ganz sichere Beobachtung begründet ist.

Ich muss noch bemerken, dass größere Anastomosen zwischen den Purkinje'schen Zellen vollkommen fehlen und dass auch die feinsten Fortsätze sich nicht mit andern vereinigen, dass also eigentlich ein Nervenfasernetz im strengen Sinn des Worts in der molekularen Schicht nicht vorhanden ist.

Besondere Erwähnung verdient das Verhalten des Bindegewebes in der molekularen Schicht.

Zwischen der eigentlichen gefäßreichen Pia mater und der Kleinhirnrinde hat zuerst Bergmann<sup>1)</sup> eine zarte Membran beschrieben, von welcher mit trichterförmiger Basis Bindegewebsfasern senkrecht abgehen und in die Kleinhirnrinde treten (Radiärfasern). Dieselben sind wegen ihrer Zartheit an gewöhnlichen Schnittpräparaten nicht weit in die Kleinhirnrinde hinein zu verfolgen; ich habe aber am Kleinhirn der Neugeborenen sowie an einem Fall von partieller Kleinhirnatrophie<sup>2)</sup> nachgewiesen, dass diese Radiärfasern untereinander parallel, ungeteilt und gestreckt die molekulare Schicht bis in die großzellige Schicht hinein durchsetzen. In den tiefern Lagen der molekularen Schicht finden sich auch noch Bindegewebsfasern, welche senkrecht auf die Radiärfasern, also parallel der Rindenoberfläche, verlaufen. An diesen verschiedenen genannten Bindegewebsfasern kann man nicht selten auch die einzelnen Kerne beobachten.

Jener unbedeutende Raum, welcher in der molekularen Schicht noch zwischen den beschriebenen Elementen und den Blutgefäßen übrig bleibt, wird durch eine fein granulierte Zwischensubstanz, die Neuroglia, ausgefüllt.

Wie bereits anfangs erwähnt wurde, ist das Kleinhirn bei allen Wirbeltieren nach demselben übereinstimmenden Typus gebaut, und Denissenko befindet sich im Irrtum, wenn er bei verschiedenen

1) Zeitschr. f. rat. Medic. VIII. Bd. N. F.

2) Allg. Zeitschrift für Psychiatrie 27. Bd.

Tierklassen die Anordnung der drei Schichten in mannigfacher Weise wechseln lässt.

Nachstehende Tabelle enthält einige vergleichend anatomische Maßangaben in Millimetern (durehweg im Mittel).

	Breite der molekularen Schicht	GrößterDurchmesser der Purkinje'schen Zellen	Kern der Purkinje'schen Zellen	Körner der Körnerschicht
Mensch	0,38	0,038	0,015	0,007
Cercopithecus	0,25	0,028	0,012	0,007
Pferd	0,58	0,042	0,015	0,008
Eisbär	0,50	0,035	0,014	0,008
Hund	0,34	0,045	0,018	0,006
Fledermaus	0,14	0,018	0,01	0,004
Ratte	0,20	0,025	0,012	0,005
Huhn	0,34	0,028	0,012	0,004
Testudo graeca	0,44	0,020	0,008	0,007
Karpfen	9,35	0,020	0,009	0,003
Gadus callarias	0,72	0,030	0,012	0,004

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass wenigstens innerhalb der Säugetierreihe eine Beziehung zwischen der Größe des Tiers und der Größe der zelligen Elemente in der Kleinhirnrinde erkennbar ist; in gleicher Weise verhält sich auch die Breite der molekularen Schicht. Die Breite der Körnerschicht ist zu wechselnd, um ebenfalls in Rechnung gezogen zu werden.

Von diesen Größenunterschieden abgesehen, verhält sich die Kleinhirnrinde bei allen Säugetieren nahezu gleich, doch ist die Reichhaltigkeit der Verästelungen, welche die Purkinje'schen Zellen aufweisen, nirgends so ungemein, als beim Menschen; besonders auffallend wird dies bei den kleinen Säugern, namentlich bei den Nagern. Auch wird das Bindegewebe in der Kleinhirnrinde bei vielen Säugetieren im Vergleich mit dem Menschen derber. Infolge des letztern Umstands kann man z. B. bei der Katze die Basalmembran mit den Radiärfasern meist recht gut sehen und letztere ein beträchtliches Stück in die molekulare Schicht hinein verfolgen.

Auch noch bei den Vögeln schließt sich die Kleinhirnrinde in ihrem Bau eng an die der Säugetiere an. Tenchini und Staurenghi<sup>1)</sup> geben an, dass beim Adler die großzellige Schicht besonders mächtig entwickelt sei. Erst in den andern Tierklassen treffen wir auch beträchtlichere Verschiedenheiten. Bei den Reptilien, Amphibien und Fischen ist die großzellige Schicht meist beträchtlich verbreitert, was hauptsächlich durch zahlreiche der Oberfläche parallele Markfasern verursacht wird. Infolge dieses Umstands geschieht es dann, dass die Purkinje'schen Zellen nicht mehr in einer einzigen Reihe, sondern mehrfach über einander angeordnet sind. Ferner weisen die genannten Zellen bei den drei niedern Wirbeltierklassen nicht

1) Contributo alla anatomia del cervelletto umano. Pavia 1881.



mehr immer jene charakteristische rundliche Form auf; ihre Gestalt ist vielmehr oft eine mannigfach schwankende spindelförmige, dreieckige u. s. w. Die peripheren Fortsätze der Purkinje'schen Zellen sind bei diesen Tieren in ganz anderer Weise verästelt, als dies bei Säugern und Vögeln der Fall ist; sie verlaufen, nachdem sie sich nur wenigmal geteilt haben, ganz direkt gegen die Oberfläche des Kleinhirns und geben dabei nur ganz feine Seitenästchen ab, die sich aber nicht weit verfolgen lassen. Auch wird das Zwischengewebe nahe der Oberfläche so zart und locker, dass hier die Kleinhirnrinde häufig einem zarten Spitzengewebe gleicht. Denissenko nimmt gerade hier jene erwähnten Kerne und Zellen an, die aber späterhin nicht bestätigt wurden.

Eine weitere Eigentümlichkeit vieler niederer Wirbeltiere besteht darin, dass die zentrale Marksubstanz auf ein Minimum reduziert erscheint, oder stellenweise dadurch, dass die markhaltigen Nervenfasern alle in der Körnerschicht liegen, gänzlich zu fehlen scheint.

Es lässt sich eben am Kleinhirn ein für das Nervensystem im allgemeinen gültiges Gesetz klar nachweisen:

Gleichartige homologe Nervenzellen erhalten in der Regel umsomehr Fortsätze und diese wieder um so zahlreichere Verästelungen, je höher wir in der Tierreihe hinaufsteigen.

Da wir ja bei höhern Tieren eine reichere und mannigfachere Entfaltung der Leistung des Zentralnervensystems voraussetzen müssen, so wird auch eine entsprechende mannigfaltigere Verbindung der nervösen Elemente und der einzelnen Abteilungen des Gesamtorgans untereinander notwendig werden.

Und wie bei höhern Tieren die Anzahl der zu einer Zelle gehörigen letzten Verästelungen wächst, so nimmt auch die Anzahl der Markfasern, die sich aus diesem Netzwerk sammeln, zu und zwar hauptsächlich zu gunsten jener Faserbündel, welche bestimmt sind, näher oder ferner gelegene Teile der grauen Substanz mit einander zu verbinden. Ein sehr auffallendes und leicht zu demonstrierendes Beispiel dafür gibt das corpus callosum ab.

Als letzter Schluss ergibt sich endlich aus dem Gesagten eine Tatsache, die anatomisch nicht schwer nachzuweisen ist, und zu welcher Danilewsky<sup>1)</sup> auf ganz anderm Wege und nur für Mensch und Hund gekommen ist — dass nämlich das Verhältniss der weißen Substanz des Gehirns zu der grauen sich bei niedern Tieren immer mehr zu ungunsten der erstern ändert.

Da nun die Zellen der grauen Substanz die eigentlichen Träger

1) Die quantitativen Bestimmungen der grauen und weißen Substanz im Gehirn. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1880.

der höhern zerebralen Leistungen sind, dürfte man vielleicht a priori erwarten, bei geistig höher stehenden Tieren die graue Substanz relativ mächtiger entwickelt zu finden; allein die höhere Leistung des Gehirns wird eben — wie dies Danilewsky auch schon angedeutet hat — zum nicht geringen Teil durch die innige funktionelle Verknüpfung möglichst vieler zerebraler Zentren untereinander erreicht.

Die histologische Entwicklung der Kleinhirnrinde ist ziemlich genau studirt. Beim Menschen besteht das Kleinhirn ursprünglich hauptsächlich aus einer Menge runder Körner (Gliakörner), in denen etwa um die Mitte des Embryonallebens ein der Oberfläche paralleles Band, welches von ihr aber noch durch die äußere Körnerschicht getrennt ist, sich abhebt. Dieses Band ist der Beginn der molekularen Schicht und hat in seinem Aussehen bereits große Aehnlichkeit mit der molekularen Schicht des Erwachsenen. Gleichzeitig, oder auch schon etwas früher, dringt der spätere Markkern des Kleinhirns, vorderhand selbstverständlich nur aus marklosen Fasern gebildet, gegen die Oberfläche vor. Am Ende des sechsten Monats lassen sich mitunter, aber keineswegs immer, die ersten Anfänge der Purkinje'schen Zellen an der innern Grenze der molekularen Schicht erkennen; beim Neugeborenen pflegen sie meist sehr deutlich sichtbar zu sein, doch sind ihre peripheren Fortsätze noch immer wenig verästelt.

Während die Breite der molekularen Schicht langsam zunimmt, bleibt die der äußern Körnerschicht bis zur Geburt ziemlich gleich, um erst dann abzunehmen und in einer wechselnden Entwicklungsperiode gänzlich zu verschwinden.

Beim Neugeborenen lässt sich die äußere Körnerschicht in zwei ziemlich gleich breite parallele Schichten zerlegen; die oberflächlichen Körner werden größtenteils zum Aufbau der Basalmembran verwendet, während die tiefer liegenden später nach und nach in die molekulare Schicht hineinrücken.

Die nachfolgende Tabelle gibt einige hierher gehörige Maße in Millimetern.

	Breite der äußern Kör- nerschichte	Breite der molekularen Schicht	Längsdurch- messer der Park. Zellen	Kern der Purkinje'- schen Zellen	Körner der Körner- schichte
Menschl.					
Embr. 5 Mon.	0,03	0,04	—	—	0,0055
„ 7 Mon.	0,028	0,05	—	—	0,006
Neugeb.	0,03	0,07	0,023	0,011	0,006
Rindseibr.					
25 cm lang	0,026	0,025	—	—	0,004
Neugeborner Hund	0,025	0,12	0,032	0,012	0,006
Neugebornes Meer- schweinchen	0,02	0,16	0,028	0,013	0,005

Es ist auch erwähnenswert, dass die Nervenzellen des corpus rhomboideum cerebelli zu denen gehören, welche ihre Ausbildung am frühesten erreichen. Bereits gegen Ende des sechsten Embryonalmonats sind sie in auffallend vorgeschrittener Entwicklung erkennbar, ein Umstand, welcher für die Erklärung ihrer funktionellen Bedeutung bisher noch keine Verwertung gefunden hat.

Schließlich sei noch hingewiesen auf kleine graue Herde, welche man bei sehr sorgfältiger Untersuchung in vielen Kleinhirnen mitten in der Marksubstanz antreffen kann. Dieselben bleiben meist sehr klein, von kaum sichtbarer Größe bis zur Größe eines Hirsekorns, erreichen aber unter Umständen einen Längsdurchmesser von 1 cm.

Sie enthalten regellos gelagerte keulenförmige Ganglienzellen, die den Purkinje'schen Zellen sehr ähnlich sind; ferner Körner gleich denen der Körnerschicht und ein dichtes Kapillarnetz. Auf diese kleinen unterständigen Heterotopien grauer Substanz hat Pfl eger<sup>1)</sup> bereits aufmerksam gemacht.

---

## Die physiologischen Grundsätze für die normgemäße Beköstigung des Erwachsenen.

Eine gedrängte Uebersicht über die wichtigsten physiologischen Untersuchungen und Erfahrungen, welche geeignet sind, die Ansprüche an die normale Beköstigung des Erwachsenen zu begründen, dürfte zur allgemeinen Orientirung auf diesem wichtigen Gebiete unsern Lesern willkommen sein. Vielleicht ergibt sich eine spätere Gelegenheit, einzelne Punkte, welche in den folgenden Zeilen nur angedeutet oder kurz behandelt werden konnten, ausführlicher zu erörtern.

Mit C. Voit, auf dessen in der „Zeitschrift für Biologie“ veröffentlichte Arbeiten hier ganz besonders verwiesen werden muss, fordern wir von der normgemäßen Beköstigung, dass sie im stande sei, den menschlichen Organismus trotz der mit dem Leben verknüpften beständigen Umsetzungen auf seinem stofflichen Bestande zu erhalten oder in den für bestimmte Lebensverhältnisse geeigneten stofflichen Zustand zu versetzen. Eine derartige Kost nennen wir eine Nahrung. Eine Substanz, welche den Verlust eines zur jeweiligen Zusammensetzung des Organismus gehörigen Stoffes ersetzt oder verhütet, ist ein Nahrungsstoff, z. B. Zucker oder Fett. Ein Nahrungsmittel ist ein aus mehreren Nahrungsstoffen bestehendes Gemenge, wie Fleisch oder Milch. Damit ein solches Gemenge eine Nahrung sei, ist zunächst also vorauszusetzen, dass es die einzelnen erforderlichen Nahrungsstoffe in hinreichenden Mengen und in richtiger Mischung enthalte. Die wichtigsten Kategorien der Nahrungsstoffe sind Ei-

---

1) Centrbl. f. d. med. Wiss. 1880.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1883-1884

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Obersteiner Heinrich

Artikel/Article: [Der feinere Bau der Kleinhirnrinde bei Menschen und Tieren. 145-155](#)