

XXII.

Aus dem Laboratorium der psychiatrischen und Nervenklinik der Königl. Charité (Prof. Jolly).

Der Zellenbau der Grosshirnrinde des Affen *Macacus Cynomolgus.*

Von

Dr. Max Schlapp (New-York),
Vol.-Assistent der Klinik.

(Hierzu Tafel XV. und XVI.)



Geht man die Untersuchungen, welche über den Zellenbau der Grosshirnrinde bei den niederen Thieren veröffentlicht worden sind, durch, so findet man nirgends, dass dieselben in dem Maasse Fortschritte gemacht haben, wie diejenigen, welche den Faserverlauf bei den niederen Thieren zum Gegenstande haben.

Aus Untersuchungen letzterer Art ergab sich, dass es viel leichter sei, ein Verständniss für den complicirten Bau des Faserverlaufs beim Menschen und beim höheren Thiere zu erlangen, wenn man zuerst den einfacheren Faserverlauf bei den niederen Thieren feststellt und diesen als Grundlage für die weiteren Forschungen bei höheren Thierarten benutzt; ebenso muss es sich auch bei dem Zellenbau der Grosshirnrinde verhalten, da die Fasern ja nur die Impulsträger der Zellen darstellen.

Je weiter in der Thierreihe das Reflexwesen zurücktritt, die sogenannte Psyche dagegen in den Vordergrund tritt, desto mehr finden wir die höheren Centren des Nervensystems entwickelt, hauptsächlich das Cerebrum. Da die psychische Entwicklung des Thieres eine morphologische Entwicklung des Nervensystems, hauptsächlich des Cerebrums, voraussetzt, so fragt es sich, bis zu welchem Grade man diese morphologischen Entwickelungsstufen erkennen kann; die Beantwortung dieser Frage wollen wir zum Gegenstand unserer Betrachtungen machen.

Die Vernachlässigung, welche das Studium des Zellenbaus der Grosshirnrinde bei niederen Thieren gegenüber dem des Faserverlaufs erfahren hat, kann darauf zurückgeführt werden, dass man bis vor Kurzem noch keine Methode besass, durch die man im Stande gewesen wäre, in völlig sicherer und zuverlässiger Weise die Nervenzellen der Grosshirnrinde in allen ihren Entwickelungsstufen deutlich darzustellen. Leider wurden aber auch diejenigen Methoden, welche uns zu Gebote standen, niemals herangezogen, wenn es galt, ausgedehnte systematische Untersuchungen darüber anzustellen, wie sich der Zellenbau der Grosshirnrinde in den verschiedenen Stufen der phylogenetischen Entwicklung darstellt.

Ich will es nun zu meiner Aufgabe machen, hierüber Untersuchungen anzustellen, um darzulegen, bis zu welchem Grade es möglich ist, die phylogenetischen Entwickelungsunterschiede in dem Zellenbau der Grosshirnrinde festzustellen. Doch sehe ich mich aus äusseren Gründen genötigt, vorläufig meine Betrachtungen auf den Zellenbau beim Macacus Cynomolgus zu beschränken.

Da meine Versuche, brauchbare, ganze, horizontale oder sagittale Schnitte vom Gehirne herzustellen, längere Zeit erfolglos blieben, so glaube ich, dass es Interesse erregen dürfte, wenn ich hier einige Worte über die Herstellung voraussende.

Frische Gehirne wurden 3 bis 4 Stunden post mortem, in manchen Fällen, so bei dem des Menschen, 12 bis 24 Stunden, in 96 proc. Alkohol gelegt, dessen Quantum etwa dem Fünffachen von dem Volumen jener gleich kam. Nach 24 Stunden erneuerte ich den Alkohol, dann nach 48 Stunden, bis ich so den Alkohol 5- bis 6mal erneuert hatte. In dem zuletzt verwendeten Alkohol blieben die Gehirne etwa eine Woche, dann, nachdem ich sie nochmals in absoluten Alkohol gelegt hatte, liess ich sie in demselben zwei Wochen; endlich legte ich sie, ihrer Grösse entsprechend, für längere oder kürzere Zeit in ein Gemisch von gleichen Theilen Alkohol und Aether, z. B. ein Gehirn von der Grösse eines Katzengehirns, wurde etwa 4 bis 5 Tage darin bewahrt; nun kam es in eine wasserdünne Lösung von Celloidin, worin es etwa 2 Wochen verblieb, dann in eine dickere sirupartige Lösung, worin es wieder ebenfalls 2 Wochen blieb; hierauf kam das Gehirn in die letzte dicke Lösung, worin ich es langsam eintrocknen liess. Versuchte ich diese Procedur schneller durchzuführen, so drang das Celloidin nicht vollständig durch, und ich bekam unter diesen Umständen niemals dünne Schnitte. Die Gehirnsubstanz zerbröckelte und zerriss. Auch passirte es mir oft, wenn die Gehirne nicht vollständig entwässert waren, dass das Celloidin nicht zu einer festen Masse eintrocknete, sondern sich trübte und in eine gallertige Materie umwandelt. Nachdem das Celloidin vollständig hart geworden ist, kommen die Stücke mit dem Gehirne in eine Lösung von 60 proc. Alkohol, worin sie aufbewahrt werden. Ich

möchte aber hier betonen, dass man das Celloidin niemals schnell eintrocknen lassen darf, sonst bilden sich Blasen in demselben, welche die Ursache sind, dass später das Schneiden sehr schwierig ist. Auch verzicht sich das Gehirn bei zu schnellem Eintrocknen, was bei langsamem Eintrocknen nicht der Fall ist oder wenigstens in sehr geringfügiger Weise geschieht. Dieser Methode mangelt es noch sehr an Vollkommenheit: das Celloidin ist unzuverlässig und deshalb wird die Untersuchung manchmal recht kostspielig, aber bis wir eine bessere Methode für die Einbettung von grösseren Stücken haben, müssen wir uns schon mit dieser begnügen. Um nun diese grossen Stücke an ein Mikrotom anbringen zu können (ich benutzte ein grosses Schanze-), liess ich mir einige, etwa $1/2$ Ctm. dicke Platten aus vulkanisirtem Gummi machen, die etwas grösser waren, als die Stücke zum Schneiden. Auf solche Platten klebte ich die Gehirne mit Celloidin in der üblichen Weise, dann befestigte ich an der unteren Seite der Platte mit geschmolzenem Paraffin ein kleineres, aber dickeres Stück vulkanisirten Gummi, welches in die Klemme des Mikrotoms hinein passte.

Auf die Art kann man grössere Gehirne zum Schneiden anbringen. Die Schnitte habe ich in Zwischenräumen von $1/2$ — 1 — 2 Mm. gemacht. Bei Gehirnen von der Grösse des *Pteropus* wurden die Schnitte jede $1/2$ Mm., beim Affen etc. jede 1 Mm., hingegen beim Pferde und grösseren Gehirnen jede 2 Mm. durch das Gehirn gemacht, frontal wie horizontal. Die Schnitte kamen dann in eine Lösung von Methylenblau nach Nissl, oder Thionin. Zellen, die mit Methylenblau gefärbt wurden, zeigten nach meiner Erfahrung die Structur des Zellleibes deutlicher, aber verblassten schneller, als die mit Thionin gefärbten. Die Färbeflüssigkeit erwärmt ich nur bis zur Dampfabgabe, liess die Schnitte aber etwa 5 Minuten in dieser warmen Lösung ruhen, darauf kamen sie in die Anilin-Alkohollösung (1 : 10), bis sich die weisse Substanz deutlich von der grauen differenzirt hatte. Nun brachte ich die Schnitte auf den Objectträger und entfernte das Celloidin mit Aetheralkohollösung, entwässerte mit absolutem Alkohol, klärte mit *Oleum Origani* (welches wasserhell sein soll), entfernte dasselbe so vollständig wie möglich mit Fliesspapier, dann bettete ich in Canadabalsam ein. Die Schnitte, von denen das Celloidin entfernt wurde, gaben klarere Bilder, als diejenigen, in welchen sich das Celloidin noch befand.

Bevor ich mich jedoch zum Gegenstande dieser meiner Abhandlung selbst wende, sei es mir noch gestattet, in einigen Worten die mir zum grössten Theil hierfür zu Gebote stehende Literatur zu besprechen.

Schon im Jahre 1839 wurden die ersten Abhandlungen über den Bau der Grosshirnrinde veröffentlicht, und zwar die von Gennari, welcher die Rinde in zwei Schichten theilte. Auch Vicq d'Azyr behandelte die Schichtung in der Rinde. Genauer wurde dieser Gegenstand jedoch erst von Baillarger erörtert: er erkannte und beschrieb sechs

Schichten der Hirnrinde, die er als weiss und grau abwechselnd von aussen nach innen zu darstellte; bei durchfallendem Lichte erschienen die grauen Schichten etwas durchsichtiger als die weissen. Etwas später erklärte sich Kölliker für einen dreischichtigen Bau; die innere Schicht zeige ein gelbrothes Colorit, die mittlere erscheine grau, die äussere weiss. Diese Untersuchungen waren hauptsächlich makroskopischer Natur und ohne Anwendung von färbenden Substanzen ausgeführt wurden, deshalb bedeutete es einen erheblichen Fortschritt, als Berlin auf Grund des Gerlach'schen Verfahrens Untersuchungen über die Hirnrinde anstellte. Er liess Stücke von der Rinde in einer Chromsalzlösung hart werden und färbte sie mit Carmin; dieses gab ihm, wie aus seinem Berichte hervorgeht, recht brauchbare Bilder, und er erklärte sich in Folge dessen für die Annahme von sechs Schichten, von innen nach aussen zu gezählt, wie folgt:

1. „Die Zellen sind fast alle von mittlerem Kaliber, ihre Gestalt ist spindelförmig und pyramidenförmig.
2. In der zweiten Schicht findet sich wiederum das Nervengerüste mit den Körnern. Nervenzellen scheinen in geringerer Menge vorhanden zu sein: die grossen haben hier das Uebergewicht über die mittleren; die Stellung ist regelmässig; eine Aufhäufung horizontaler Fasern bemerkte ich nicht.
3. Die dritte Schicht verhält sich ganz ähnlich, wie die erste: Viele Zellen mittlerer Grösse, besonders spindelförmige, auch viele pyramidenförmige in regelmässiger Stellung.
4. Die vierte Schicht ähnelt wieder der zweiten; weniger, meist grosse, regelmässig gelagerte Zellen.
5. Die fünfte ist ganz charakteristisch, sie zeigt eine auffallende Masse von Zellen: diese sind alle von mittlerer Grösse, manchmal unregelmässig gestaltet, erinnern aber alle an die Pyramidenform. Die beschriebenen Zellen der fünften Schicht hören wie abgeschnitten auf“.

Die sechste Schicht beschreibt er als eine „zellenarme“ Schicht.

Diese Darstellung von Berlin ist nicht zu übergehen, und ich glaube, dass sie dem ersehnten Ziele näher gekommen ist, als manche andere Untersuchung, die auf seine folgte. Doch war er sicherlich der Meinung, dass dieser Typus dem Bau der ganzen Rinde entspräche, und ohne Zweifel hat er nur aus der Parietalgegend die Rinde untersucht, da seine Beschreibung genau dem Typus des Parietallappens entspricht.

Auch Arndt war der Meinung, dass sich die Rinde überall gleich verhalte, wie ich aus seiner im Jahre 1867 erschienenen Publication entnehme. Er sagt:

„Wenden wir uns jetzt zurück und werfen einen Blick auf das Ganze, so ergiebt sich, dass die Hirnrinde durchweg ein und dieselbe gleichförmige Structur zeigt, indem sich überall fünf, resp. sechs Schichten unterscheiden lassen. Der Unterschied derselben wird durch den Reichthum und die Natur der nervösen, besonders der zelligen Elemente bedingt. Nur in den beiden ersten Schichten sind die Zellen nicht nervöser Art.“

Arndt theilt die Tangentialfaserschicht in zwei Schichten und bezüglich der 1. und 2. Schicht Berlin's meint er, dass man dieselben nach Belieben als eine oder zwei Schichten ansehen könne, da eine distinete Trennung nicht bestehet und deswegen einen fünf- resp. sechsschichtigen Typus aufstellen könnte. Jedoch bei niederen Thieren, hauptsächlich beim Schafe, welches er genauer untersuchte, behauptete er, wie Stephanie dieses beim Hundehirn fand, einen dreischichtigen Typus wahrzunehmen; bei Maus und Kaninchen beschrieb Boll einen vierischichtigen Typus.

Bald darauf folgten die bahnbrechenden Arbeiten von Betz, Meynert, Lewis und anderen.

Betz beschrieb zum ersten Mal die grossen Pyramidenzellen in der vorderen Centralwindung und in dem von ihm benannten Lobulus paracentralis beim Menschen, Affen und Hunde und hob ihr eigenthümliches Verhalten in Gruppen in der vierten Schicht hervor. Meynert beschrieb einen Theil der Rinde, die sich in der Gegend um die F. calcarina befindet, und die durch ihre eigenthümlichen Körnerschichten charakteristisch ist. Betz, Meynert sowohl wie Lewis theilten die Rinde in Folge ihrer Untersuchungen in zwei Regionen ein: eine motorische und eine sensible; die erste befände sich nach Betz bei Mensch und Affe vor der F. centralis, die letztere hinter der F. centralis. Lewis ging einen Schritt weiter und behauptete, dass die motorische Region durch einen fünfschichtigen Typus charakterisiert sei, während die sensible Region einen sechsschichtigen Typus zeige. Bei Carnivoren waren, nach Lewis, die grossen Pyramidenzellengruppen beschränkt auf eine bestimmte Region, nämlich auf den Sulcus cruciatus, während beim Menschen und Affen diese Region ausgedehnter im Zusammenhang mit einer grossen verschiedentlichen Entwickelungscomplexität erscheint. Endlich behauptete er, dass die Riesenpyramidenzellen oder, wie er sie nennt, „Ganglionic cells“ beim Schwein und Schaf einen Eindruck hervorbringen, welcher von demjenigen, den die analogen Zellen bei höheren Säugethieren gewähren, sehr verschieden ist, die dafür aber in ihrer Erscheinung den grossen Pyramidenzellen der dritten Schicht beim Menschen und Affen sehr ähnlich sind. Er beschreibt auch eine besondere Gattung von Zellen, die er „Globose cells“ nennt; leider hat er aber keine Abbildungen von denselben beigefügt.

Er fand diese Zelle beim Schwein in der zweiten, beim Affen in der zweiten und dritten Schicht, während er dieselbe niemals im Gehirn des Menschen ausser bei Idioten und Imbecillen antraf. Er schreibt darüber folgendermassen:

„It has been already mentioned when referring to the nerve cells of the second layer of the Pig, that peculiar globose elements occur here, with few processus, and no angular projections as in the angular cells, which enter into the constitution of the fourth layer. These cells which are more numerous in some regions, than in others, are peculiar in that they resemble none of the usual elements described as forming the various layers of cortex. They look like small pyramidal cells, whose angles have been rounded off by the uniform swelling of the cell, and in most of these cells the apex process can alone be seen. It is interesting to note, that these cells are found in the third and second layers of the cortex in the ape, and that I have never recognized them in any human brain, except in the brain of Idiots and Imbeciles, where they appear in abundance.

The most characteristic feature presented in the cortex of Idiot, which I have had the opportunity of examining, has been the presence of these peculiar elements, which to a great extent take the place of the ordinary pyramidal cell, of the second and third layer. Their essential character consisting in their swollen, globose contour and great paucity of branches“.

Bis auf Nissl's bahnbrechende Methode hin hat man sich hauptsächlich nur mit den Contouren der Zelle, der Verschiedenheit in der Zahl der Dendriten der Zellenlagerung etc. beschäftigt. Erst sie hat uns eine nähere Erkenntniss des inneren Zellkörpers ermöglicht und veranlasste viele Forscher, sich der Sache eingehender zu widmen; es ist begreiflich, dass auch hier, wie überall, Meinungsdifferenzen entstanden sind, die noch bis auf den heutigen Tag andauern.

Vor etwa zwei Jahren erschien Hammaberg's bedeutende Arbeit, welche sehr ausführlich den Bau der menschlichen Grosshirnrinde beschreibt und vergleichende Beobachtungen bringt, die der Verfasser zwischen normalen Gehirnen und denen von verschiedenen Imbecillen und Idioten anstellte. Bei dieser Arbeit wandte Hammaberg scheinbar ausschliesslich die methylenblaue Färbung an, und deshalb ist es auffallend, dass derselbe nirgends den tinctoriellen Unterschied der verschiedenen Zellen angibt, und gerade dieses müsste als ein unterscheidendes Merkmal festgehalten werden.

Hammaberg wie Lewis stellt auch zwei Typen in der Hirnrinde fest: einen motorischen und einen sensitiven. In dem motorischen Typus fehlt die von ihm als vierte bezeichnete Schicht, die Körnerschicht, und an ihre Stelle treten die grossen motorischen Zellen, während der sensitive Typus dadurch charakterisiert ist, dass die vierte oder Körner-

schicht vollständig ausgebildet ist, und zwischen derselben und der fünften Schicht eine deutlich wahrnehmbare Schicht von grossen Pyramidenzellen sich befindet. Weiter sagt er:

„Da aber die Rinde, wie später gezeigt werden soll, bei näherer Betrachtung in verschiedenen Gebieten innerhalb ihrer beiden Regionen sich als verschieden zusammengesetzt erweist, entweder so, dass sich Abweichungen in Zusammensetzung oder Gehalt an Zellen in den verschiedenen Schichten, oder auch in der Anordnung, Form und Grösse der Zellen untereinander vorfinden, muss man die Aufstellung eines gemeinsamen Typus dahingestellt sein lassen, und die verschiedenen von einander abweichenden Rindengebiete müssen gesondert für sich beschrieben werden, wenn es sich darum handelt, eine vollständige und genauere Darstellung des Baues der Hirnrinde zu liefern“.

Nissl hat zuerst sehr ausführliche Untersuchungen über die feinere Structur des Zellleibes veröffentlicht. Er fand, dass das Chromatin in verschiedenen Zellen verschiedene Structuren annahm, was ihn veranlasste, die Zellen des Centralnervensystems zu klassificiren und entsprechend der verschiedentlichen Structur ihres Zellenleibes mit bestimmten Namen zu belegen. Ich gebe im Folgenden seine Eintheilung:

- a) Cytochromen-Nervenzellen (Körnchenzellen). Der Zellleib ist nur andeutungsweise vorhanden. Der gefärbte Kern erreicht die Grösse von gewöhnlichen Leukocytenkernen.
- b) Karyochromen-Nervenzellen (Kernzellen). Der Zellleib ist andeutungsweise vorhanden. Der gefärbte Kern zeigt die Grösse des Nervenzellenkerns, ist in jedem Falle grösser als die Kerne der Glia.
- c. Somatochromen-Nervenzellen (Zellleibzellen). Wir theilen die hierher gehörigen Zellen in vier Hauptgruppen:
 1. Die Gruppe der Arkyochromen-Nervenzellen. Der gefärbte Zellbestandtheil ist in Form eines Netzes gestaltet.
 2. Die Gruppe der Stichochromen-Nervenzellen. Der gefärbte Zellbestandtheil ist in Form gleichgerichteter Streifen geordnet.
 3. Die Gruppe der Arkyostichochromen-Nervenzellen.
 4. Die Gruppe der Gryochromen-Nervenzellen. Der gefärbte Zellbestandtheil aus kleinen Körnchen. Bei jedem einzelnen Zellentypus kommt noch in Betracht, ob die einzelnen zum Typus gehörigen Individuen apygnomorph, parapygnomorph, pygnomorph oder gar chromophil sind.

Ob Nissl berechtigt ist, diese Eintheilung zu machen, und ob er dieselbe aufrecht erhalten kann, wollen wir der Zeit überlassen.

Doch giebt er selbst an, dass er diese Eintheilung nicht als erschöpfend betrachtet, und dass es auch möglich sei, eine vollständigere zu liefern: nichts desto weniger müssen wir dieselbe berücksichtigen,

sie bildet den Ausgangspunkt einer wissenschaftlichen Forschung. Ob die hierbei eingeschlagene Richtung zum Ziele führen kann, das zu zeigen, wird die Aufgabe der späteren Untersuchungen sein.

Die in letzterer Zeit vielfach erörterte Frage ist nun die: Sind die sogenannten Nissl'schen Körperchen (oder das Chromatin des Zellenleibes) morphologische Eigenschaften des Zellenleibes, oder sind sie durch den Tod resp. durch Reagenzien gefällte Substanzen, oder aber sind es vielleicht Granula, die in irgend einer Weise in Zusammenhang mit dem Chemismus der Zelle stehen? Eine Einigung der Gelehrten ist darüber noch nicht erzielt. Nissl behauptet, dass das Chromatin eine morphologische Eigenschaft der Zelle sei.

Held behauptet dagegen, dass diese Nissl-Körper durch das fixirende Mittel gefällte Stoffe vorstellen. Er beobachtete überlebende Nervenzellen eines Frosches (Rückenmark) in normaler Kochsalzlösung unter starker Vergrösserung, fand aber die Nissl-Körper nicht. Sobald er jedoch fixirende Mittel unter das Deckgläschen eindringen liess, bemerkte er, dass diese Körper dann allmälig sichtbar wurden. Er nimmt deswegen an, dass diese Körper gefällte Substanzen sind, spricht ihnen aber deswegen ihre wichtigen Eigenschaften nicht ab. — Rosin behauptet, dass die Granula, wie er sie nennt, in irgend einer Weise mit dem Chemismus der Zellen in Zusammenhang stehen. Welche von diesen Ansichten nun die richtigere ist, wird die Zeit lehren. Jetzt fragt es sich nur, welches von beiden wichtiger ist, das Chromatin oder die nicht färbbare Grundsubstanz. Der Vorrang dürfte der letzteren gebühren. Doch weiss man, dass das Chromatin in verschiedenen Zellen sich verschieden verhält, und dass es sich auch in denselben Zellen bei verschiedenem Zustande verschieden verhält. Auch behauptet man annehmen zu können, dass sich das Chromatin entsprechend verändert, sobald die Zelle in einen krankhaften Zustand gerath. Es scheint, als ob das Chromatin einer aufgespeicherten Energie entspräche, und dass bei der Thätigkeit der Zelle dieses Chromatin aufgebraucht wird, und ich glaube auf Grund von Untersuchungen mehrerer Präparate sagen zu können, dass die Nervenzellen im jugendlichen Individuum, ehe sie in functionellen Anspruch genommen werden, nicht so viel Chromatin enthalten, wie es später der Fall ist.

Es wurden mehrere Experimente gemacht, um zu erkennen, in wiefern sich eine Nervenzelle während ihrer Thätigkeit von dem Zustande unterscheidet, in welchem sie sich bei völliger Ruhe befindet; zuerst von Hodge, dann von Vas und Mann, die verschiedene Resultate erzielten. Ich erlaube mir, an dieser Stelle eines von Mann's Experimenten anzuführen:

„In four dogs which were allowed to run about for twelve hours with one eye covered up, while the other eye was exposed, and the brains and retinae of which were fixed by injecting a solution of Sublimate from the Aorta. I noticed in the retina kept in darkness, that the nuclei of the rods are very rich in Chromatin Segments, being globular spherical externally and faceted when in contact with one another, while in the exposed eye the Chromatin Segments are greatly shrunken and quite stellate. The nuclei of the ganglion cells of the dark retina are smaller than those in the exposed one, and in the latter the nuclear hyaloplasm is no longer stained with methyl blue. In the nuclei of the external geniculate bodies the corpora quadrigemina and occipital lobes corresponding to the dark eye the ganglion cells are much richer in Chromatin and the nuclei smaller than in those cells in connection with the exposed eye.

Another point worth mentioning is that: The cell Chromatin to disappear last lies in many cases at that pole of the nucleus pointing towards the molecular layer, and there forms a distinct cap or pyramid. The reason for this being that the bundles of nerve fibrils coming from the basal processes and the axis cylinder process have to sweep past the nucleus, that they converge only a considerable distance above the nucleus and this leave immediately above the nucleus an area free of fibrils, which is made use of for the disposition of food in form of Chromatin material. My investigation has shown:

1. That during rest several Chromatin Materials are stored up in the nerve cells, and that these materials are used up by it during the performance of its function.
2. That activity is accompanied by an increase in size of the cells, the nuclei, and the nucleus, of sympathetic ordinary motor and sensible ganglion cells.
3. That fatigue of the nerve cells is accompanied by shrivelling of the nucleus and probably also of the cells, and by formation of a diffuse chromatin material in the nucleus“.

Wenn diese Veränderungen in Wirklichkeit so sind, wie Mann's Beschreibung und die von ihm beigefügten Abbildungen sie darstellen, was Nissl jedoch, der diese Präparate selber sah, nicht zugeben will, so würden sie einen grossen Fortschritt in den experimentellen Untersuchungen behufs genauerer Localisirung der verschiedenen Functionen, um dieselben an bestimmte Gruppen von Zellen zu binden, bedeuten. Man findet, dass in verschiedenen Gegenden der Rinde sich immer Zellen befinden, die sich durch ihre tiefere Färbung von den anderen Zellen unterscheiden, und zwar liegen diese Zellen hauptsächlich in der 4. Schicht der motorischen Region und in der 3. und 5. Schicht der sensiblen Region. Ausser den grossen Pyramidenzellen gibt es noch kleinere schlanke Pyramidenzellen, die sich durch ihre tiefe Färbung auszeichnen; diese kleinen Pyramidenzellen befinden sich in einem sol-

chen chromophilen Zustände, dass es selten gelingt, den Kern deutlich von dem Körper der Zelle zu unterscheiden, theilweise auch deswegen, weil der Zellenkörper sehr klein ist, manchmal nur einen dünnen Saum um den Kern bildet. An diesen Pyramidenzellen ist der Hauptfortsatz, welcher nach der Peripherie zu strahlt, sehr tief gefärbt, und es gelingt oft, ihn so weit zu verfolgen, bis er sich in kleine Aestchen auflöst.

Wir sahen, dass bis jetzt die Grosshirnrinde beim Menschen sowohl wie bei niederen Thierarten in zwei Typen eingetheilt wurde: in einen motorischen und in einen sensiblen. Bei denjenigen von mir bis jetzt untersuchten Thieren, die niedriger als der Affe stehen, und die schon deutlich die Riesenpyramidenzellen ausgebildet zeigen, scheint dieses der Fall zu sein, aber beim Affen treten ganz plötzlich, jedoch deutlich wahrnehmbar, drei scharf von einander getrennte Rindentypen hervor, so dass bei diesen die Eintheilung in zwei Typen nicht wohl beibehalten werden kann. Ich will damit jedoch nicht gesagt haben, dass man diese Rindentypen im Affengehirn ihrer Function nach in die Kategorie der motorischen und sensiblen Rinden etwa nicht einreihen dürfe, sondern behaupte nur, dass man beim Affen die Rinde, ihrer Structur nach, nicht in zwei Typen eintheilen kann.

Der erste dieser drei Typen liegt in demjenigen Theil der Rinde, welcher sich vor der Centralfurche befindet, und den ich mit 1 auf Figur 1 bezeichne. Diesen Typus kann man wieder in zwei Regionen

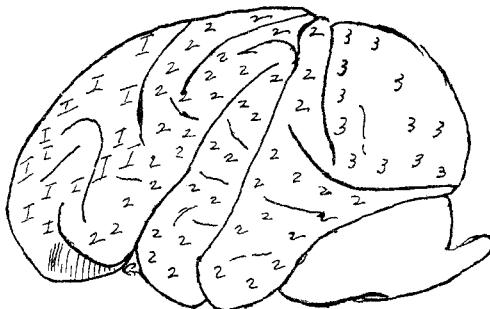


Fig. 1. Seitenansicht der Stirnrinde von Macacus. 1 = Erster Typus,
2 = zweiter Typus, 3 = dritter Typus.

eintheilen: erstens diejenige, in welcher sich die Riesenpyramidenzellen befinden, in der vorderen Centralwindung, nämlich bis zum ventralen Ende der Centralfurche und theilweise im Gyrus frontalis superior an

der oberen und lateralen Fläche, und vor der *Fissura cruciata* an der medialen Fläche. Zweitens: Ventralwärts von dem unteren Ende der Centralfurche und nach dem vorderen Pol des Gehirns zu verschwinden die Riesenpyramidenzellen, aber wir finden immer noch einen fünfschichtigen Typus. Noch weiter ventralwärts verliert sich dieser und geht allmälig in den zweiten über.

Der zweite oder 7schichtige Typus befindet sich in derjenigen Rinde, welche hinter dem ersten Typus und theilweise ventral von demselben liegt. Er würde also dem Parietal- und Temporallappen und einem kleinen Gebiete, das vor dem unteren Gebiete der Sylvischen Furche liegt, entsprechen. Dieser Typus zeigt auch örtliche Differenzen in seinem Bau. Vor der Sylvischen Furche, und hauptsächlich um die Interparietaffurche herum, ist die Körnerschicht weniger bemerkbar, aber desto deutlicher ausgeprägt sind die zwei pygnomorphen Pyramidenzellenschichten, eine auf jeder Seite der Körnerschicht. Im Temporallappen oder im ganzen Gebiete hinter der Sylvischen Furche wächst die Körnerschicht erheblich, dagegen nehmen die zwei pygnomorphen Pyramidenzellenschichten, hauptsächlich die innerste, ab. Im ventralen Rindengebiet des Gehirns verwischt sich dieser Typus etwas.

Der dritte oder achtsschichtige Typus lässt sich am genauesten begrenzen. Er befindet sich in dem Rindengebiet, welches sich so charakteristisch beim Affen zeigt; dasselbe ist nämlich fast ganz glatt oder furchenlos und liegt hinter der Affenspalte. Ventral wird es durch eine horizontal verlaufende Furche begrenzt, die beim Gehirn des Menschen nicht mit Sicherheit erkennbar ist. Man könnte diesen Theil der Affenrinde mit dem Cuneus der Menschenrinde als analog betrachten.

Erster Typus.

Derselbe entspricht nur einem sehr kleinen Theil der Grosshirnrinde, welchen ich auf Fig. I. mit 1 bezeichnet habe. Es ist schwer, eine bestimmte Grenze ventral vom unteren Ende der Centralfurche nach hinten festzustellen, da sich beide Typen im ventralen Theil des Gehirns etwas vermischen.

Beim ersten Typus kann man im Allgemeinen fünf Schichten unterscheiden, welche Lewis als charakteristisch für die motorische Region angab.

Wir haben also:

1. Tangentialfaserschicht.
2. Schicht der kleinen polymorphen Zellen (Saumschicht).
3. Schicht der kleinen Pyramidenzellen, mit kleinen ovalen und runden Zellen dazwischen. Die Mehrzahl der Zellen befindet sich im parapygnomorphen Zustande.
4. Schicht der grossen und Riesenpyramidenzellen oder motorischen Zellen, die sich im pygnomorphen Zustande befinden. Unter diesen

pygnomorphen Pyramidenzellen befinden sich auch parapygnomorphe Pyramidenzellen. Die Riesenpyramidenzellen fehlen in der zweiten Region des ersten Typus.

5. Schicht der polymorphen oder Spindelzellen.

An Zahl stimmen diese Schichten mit denjenigen der Lewis'schen Eintheilung überein, doch muss ich noch mehr unter die vierte Schicht rechnen, als wie ich es von Lewis und Hammarberg geschehen finde. Lewis sowohl wie Hammarberg zählen die grossen pygnomorphen Pyramidenzellen, die unmittelbar nach aussen zu — von den Riesenpyramidenzellen aus gerechnet — liegen, zu der 3. Schicht, wozu man meiner Meinung nach nicht berechtigt ist, da erstens diese grossen Pyramidenzellen sich viel intensiver mit Methylenblau oder Thionin färben lassen als die Pyramidenzellen der 3. Schicht; dass diese Färbung nicht allein von der Grösse abhängig sei, erkennt man daraus, dass die Pyramidenzellen sich in der 3. Schicht befinden, die ebenso gross, aber nicht so intensiv gefärbt sind; zweitens kann man in der Gegend dieses fünfschichtigen Typus, wo sich die Riesenzellen nicht mehr vorfinden, nichtsdestoweniger die 4. von der 3. Schicht durch ihren pygnomorphen Zustand unterscheiden.

1. Tangentialfaserschicht, welche auf der Kuppe 0,140 Mm. und in einer Furche 0,200 Mm. beträgt, erschien als ein helles Band, worin man spärlich hier und da Zellen wahrnahm. Unter diesen befinden sich drei Arten, die man mit Zeiss epoch. 3 Mm. Immersion wie folgt erkennt:

a) Eine irreguläre, länglich geformte Zelle, die sich im pygnoomorphen Zustande befindet, nur ein Kernkörperchen besitzt und $6-9 \times 3-5 \mu$ misst. Bisweilen nimmt man einen Brockenzellleib wahr; dagegen bemerkt man stets, freilich nur in sehr undeutlichem Maasse, ein Gewirr von kleinen Fäserchen, die von diesem Kern ausgehen. Diese Kerne befinden sich hauptsächlich in der äusseren Hälfte der ersten Schicht und sind die sogenannten Deiters'schen Zellen.

b) Die zweite Gattung ist ein $3-6 \mu$ grosser kugelrunder Kern, der sich sowohl im parapygnomorphen als auch im pygnomorphen Zustand befindet. Die parapygnomorphen Körner sind grösser als die pygnomorphen und zeigen deutlich ausser dem excentrisch liegenden Kernkörperchen eine Anzahl kleinerer, minder intensiv gefärbter Körperchen, die scheinbar durch feine Fäden verbunden sind und dadurch der Kernsubstanz ein wabenähnliches Aussehen verleihen: schon Ramon y Cayal und Andere haben dieses evident bewiesen.

c) Die dritte Art ist nun die, welche am genauesten erkannt werden kann: es ist ein runder, auch manchmal ovaler parapygnomorph gefärbter Kern, der die Grösse von $5-8 \mu$ zeigt. Das Kernkörperchen liegt in der Regel etwas excentrisch, und ausser diesem befinden sich daselbst noch 3-7 kleinere und weniger intensiv gefärbte Körperchen, die durch dünne Fäden, ebenso wie bei dem oben beschriebenen Kerne, verbunden sind. Es ist deutlich erkennbar, dass der Kern einen spärlichen Zellleib besitzt. An der nach aussen zu gerichteten Seite des Kerns befindet sich nur ein dünner Saum von Zellleibsubstanz, während an der nach innen zu gerichteten Seite der Zell-

leib sich vergrössert und wie eine Kappe auf der inneren Seite des Kernes sitzt. Auch sieht man, dass sich dieser innere Theil des Zellleibes manchmal von dem Kern ablöst und dann wie ein halbmondförmiger Körper ein Stückchen abseits liegt.

Was den Charakter dieser drei Sorten von Zellen anbelangt, so handelt es sich wahrscheinlich bei der ersten Art um Deiters-Zellen, bei der zweiten und dritten um Gliakerne.

2. Die äussere polymorphe Zellen- oder Saumschicht ist eigentlich die erste Nervenzellschicht; hier sind die Zellen sehr verschieden hinsichtlich ihrer Form sowohl wie auch in Bezug auf die Grösse. Die kleinsten sind die Kernzellen ohne Leibsubstanz, die hier wie auch in der ersten Schicht und sonstwo vorhanden sind; dann sieht man ovale, spindelförmige, pyramidenartige, mit einem Wort polymorphe Zellen. Die grösseren pyramidenförmigen Zellen haben $12-24 \mu \times 6-12 \mu$, während die ovalförmigen im Durchschnitt $15 \mu \times 9 \mu$ betragen. Es ist schwierig zu sagen, welche Zellenform in dieser Schicht an Zahl überwiegt, da man nur mit Schwierigkeit die Form der Zellen feststellen kann, doch scheint es, als ob an der äusseren Grenze der Schicht die ovalen und runden Zellen, an der inneren Grenze dagegen, dem Uebergang zur dritten Schicht, welcher oft undeutlich hervortritt, die Pyramidenzellen überwiegen. Auch hier sowohl wie in der dritten Schicht zeigte sich das eigenthümliche Verhalten des Chromatins in einigen Zellen, welches sich wie eine Kappe an der inneren Seite des Kerns anhäuft.

3. Die parapygnomorphe Pyramidenzellenschicht, welche durchschnittlich auf der Windungskuppe $0,40-0,45$ Mm. beträgt und in einer Furche etwas breiter, etwa $0,55$ Mm. ist, erscheint heller als die zweite Schicht, weil die Zellen in der zweiten Schicht enger zusammengedrängt liegen, wie die der dritten. Man findet in der letzteren hauptsächlich parapygnomorphe Pyramidenzellen, die einen Durchmesser von $2\frac{1}{2} \times 6$ bis zu $24 \times 3 \mu$ aufweisen. Auch kommen parapygnomorphe ovale Zellen vor, etwa in einer Grösse von von $9-7 \mu$, sowohl wie die Gliakerne, die, wie ich schon erwähnt habe, sich überall unter den anderen Zellen befinden. Die Ursache des parapygnomorphen Zustandes bei den Zellen der dritten Schicht lässt sich dadurch erklären, dass die Fäden des Chromatin-Netzwerkes feiner sind, als wie bei den pygnomorphen Zellen und daher ihre Zwischenräume oder Maschen grösser. Auch findet man in diesen Zellen die Chromatinschollen, aber nicht in der Grösse und Anzahl, wie bei pygnomorphen Zellen, und hauptsächlich nicht wie bei den Riesenpyramidenzellen.

4. Die pygnomorphe Pyramidenzellenschicht hat $0,400$ bis $0,550$ Mm. im Durchmesser. Die äussere Hälfte besteht aus den grossen, schlanken, pygnomorphen Pyramidenzellen, welche $10-14 \times 20-28 \mu$ betragen, die als Theil der dritten Schicht von Lewis und Hammarberg angesehen wurden, welche ich aber wegen ihres pygnomorphen Zustandes von der dritten trenne und zu der vierten Schicht rechne. In der inneren Hälfte der vierten Schicht findet man die Riesenpyramidenzellen, die von verschiedener Grösse sind. $40 \times 60 \mu$, $30 \times 40 \mu$, und auch nicht immer die Pyramidenform, sondern auch irregu-

läre Gestalten aufweisen, welche durch die grosse Anzahl von Dendriten verursacht werden. Die grössten dieser Riesenpyramidenzellen befinden sich in der Rinde, am weitesten dorsal in der Centralwindung, welcher Region das Beincentrum entspricht. Die kleinsten dieser Zellen befinden sich im ventralen Ende der Centralwindung und etwas nach vorne zu. Diese Gegend würde dem Centrum für die Kopfmuskulatur entsprechen.

5. Die innere polymorphe Zellschicht ist im Vergleich zu der entsprechenden bei den anderen Typen sehr breit, aber die Zellen sind nicht so dicht aneinander gedrängt, wie anderswo, was sich auch von der ganzen Rinde hier sagen lässt. Die Breite der 5. Schicht beträgt durchschnittlich 0,55 Mm. auf einer Windung, während am unteren Ende einer Furche sie sich bis zu 0,25 Mm. zusammendrängt. Die Zellen sind irregulär, was ihre Gestalt anbetrifft, und zeigen im Ganzen ein verwirrtes Bild. Während die Hauptfortsätze der Zellen der anderen Schichten immer nach der Peripherie zu gerichtet sind, was dem ganzen Bilde ein mehr oder weniger regelmässiges Aussehen verleiht, sind alle Fortsätze der Zellen der fünften Schicht durcheinander gelangt und deshalb, im Zusammenhang mit deren irregulärer Form, erhält das Bild ein verwirrtes Aussehen. Die Zellen weisen alle Grössen auf, $4 \times 6 \mu$, $9 \times 12 \mu$, $12 \times 15 \mu$ (mit Kern $8 \times 19 \mu$) und manche sogar $18 \times 21 \mu$.

Zweiter Typus.

Der Uebergang zum zweiten Typus vollzieht sich in der Weise, dass die vierte Schicht oder die Schicht der pygynomorphen Riesenzellen und grossen Pyramidenzellen sich in zwei Schichten theilt, und zwischen diese sich eine ganz neu auftretende Körnerschicht drängt. Diesen Uebergang kann man am besten bei einem horizontalen Schnitt der ganzen Hemisphäre erkennen, deutlich ist er nur in der dorsalen Hälfte des Gehirns bemerkbar. Wir sehen also, dass aus dem fünfschichtigen Typus ein neuer entstanden ist, und zwar verhält es sich damit folgendermassen: Man sieht, dass die ganze Rinde sich verschmälert hat, in dem ersten Typus ist dieselbe etwa 2,50 Mm. bis 2,75 Mm. breit, während sie sich in dem zweiten bis zu etwa 1,30 Mm. verschmälert hat; die Folge davon ist, dass die Zellen in all den Schichten des zweiten Typus viel dichter zusammenliegen, als wie in denjenigen des ersten Typus.

1. Die Tangentialfaserschicht ist in dem II. Typus viel schmäler als in dem ersten, und betrachtet man die Uebergangsstelle, so kann man recht deutlich erkennen, wie sich diese Verschmälerung einstellt. Im ersten Typus beträgt dieselb durchschnittlich 0,20 Mm., im zweiten etwa 0,12 Mm. auf einer Windung, in Furchen ist sie breiter. Im zelligen Bau scheinen sie sich gleich zu sein.

2. Die äussere polymorphe Zellen- oder Saumschicht kommt hier schärfer zum Vorschein.

3. Die parapygynomorphe Zellschicht hat sich verschmälert, doch lässt sich das Maass dieser Verschmälerung nicht genau bestimmen, da es schwierig ist, die Grenze zwischen der dritten und vierten Schicht festzustellen.

Die merkwürdigen Zellen, welche Lewis als „Globose cells“ beschrieben hat, finden sich hauptsächlich in der dritten Schicht, hie und da auch in der zweiten, in der vierten dagegen nur äusserst selten. Diese Zellen kommen in der Affenrinde sehr vereinzelt vor ausser an der Stelle, die gerade durch die Menge der daselbst aufgehäuften Zellen charakteristisch erscheint. Ich meine diejenige Rinde, welche beim Menschen der Insel entspricht. In dieser Gegend verlieren die Pyramidenzellen der 4. und 6. Schicht ihren pygnomorphen Charakter und befinden sich im parapygnomorphen Zustande; in der 2., 3. und vereinzelt auch in der 4. Schicht finden sich diese runden, geblättert aussehenden Zellen; dieselben betragen $18-28 \times 15-21 \mu$. Die Kerne, wie auch die Kernkörperchen zeigen dieselbe Färbung als sonst wo, aber der Zellleib ist unvollkommen gefärbt in der Weise, dass sich um den Kern ein farbenfreier Ring befindet; um diesen farblosen Raum liegt das körnerartige Chromatin, welches die äussere Contour des Zellleibes darstellt. Dieselben Zellen fand ich im Gehirne eines 9 Monate post partum zählenden Kindes so ausgebrettet, dass ich mich in Folge dessen dazu berechtigt fühle, diese als unentwickelte Pyramidenzellen anzusehen. Dass ich sie in grosser Anzahl nur in der Gegend der Insel im Affengehirne fand, ist allerdings auch etwas auffallend.

4. Die pygnomorphe Pyramidenzellenschicht entspricht der äusseren Hälfte der 4. oder pygnomorphen Pyramidenzellenschicht des 1. Typus. Die Zellen verhalten sich den entsprechenden Zellen des ersten Typus ziemlich gleich, bis sie den Occipitallappen oder den 3. Typus erreichen, wo sie eine Veränderung erleiden.

5. Die Körnerschicht ist hier ein neu auftretender Factor und verleiht diesem Typus sein charakteristisches Gepräge. Es ist Hammarberg's vierte Schicht in dem sensitiven Typus, von anderen Autoren als Körnerschicht bezeichnet. Die Zellen dieser Schicht sind hauptsächlich rund und oval und die Kerne messen durchschnittlich $6 \times 6-6 \times 7 \mu$. Den Zellleib kann man schwerlich mitmessen, da er irregulär und zerbröckelt erscheint und manchmal nur einen Saum darstellt. Es gelingt einem, zwei, drei, oft auch vier Dendriten zu erkennen, doch kann man sich hierauf nicht verlassen, da der Zellleib sehr unvollkommen gefärbt ist, und deswegen muss man annehmen, dass sich die Dendriten ebenso oder noch mehr in unsichtbarem Zustande befinden.

6. Die pygnomorphe Pyramidenzellenschicht entspricht der inneren Hälfte der 4. oder pygnomorphen Pyramidenzellenschicht des ersten Typus. Hier sind die Pyramidenzellen nicht so gross wie beim ersten Typus, sind aber nichtsdestoweniger die grössten Zellen des zweiten Typus. Auch hier sind sie in Gruppen arrangirt. Die grössten dieser Zellen betragen $50 \times 20 \mu$, während die kleineren $20 \times 12 \mu$ messen. Man findet diese Zellen am zahlreichsten und auch am grössten in dem vorderen Theil der Parietalfurche, im hinteren Abhang der hinteren Centralwindung. Von hier aus nach hinten zu nehmen sie an Zahl sowohl, wie an Grösse ab, bis man den Uebergang von dem 2. zum 3. Typus erreicht hat, wo sie gänzlich verschwinden.

7. Die innere polymorphe Zellenschicht. Dieselbe entspricht der fünften Schicht des ersten Typus, doch ist sie hier etwas schärfter markirt. Ihre Breite

ist durchschnittlich 0,20 Mm. Sonst verhält sie sich der schon beschriebenen fünften Schicht des ersten Typus gleich.

Dritter Typus.

Wir kommen jetzt zum dritten Typus, dem am meisten charakteristischen von allen drei Typen. Die ganze Breite ist etwas breiter als die unmittelbar angrenzende des zweiten Typus, sie misst 1,68 Mm. und besteht fast durchweg aus runden und polymorphen Zellen, die den Charakter der Körnerzellen des zweiten Typus haben, jedoch einen grösseren und vollkommeneren Zellleib besitzen. Dieser Zellleib befindet sich im apygnomorphen Zustande. Hätten wir nicht einen dünn gefärbten Saum am äusseren Rande des Zellleibes, so wäre es überhaupt unmöglich, von einem solchen Leibe zu reden. Da sich dieses Randchromatin in demjenigen Zellenfortsatz, welcher sich nach dem inneren Theil der Rinde zu befindet, antrifft, so kann man denselben auf eine kurze Strecke hindurch deutlich erkennen. Die Grösse dieser Zellen, den Zellleib inclusive ist $12 \times 9 \mu$ bis $9 \times 9 \mu$, der Kern durchschnittlich 6μ . Auch bemerkt man, dass sich auffallend wenig Pyramidenzellen hier befinden, ich möchte sagen, fast gar keine, sondern nur eigenthümlich irreguläre Zellen, die wahrscheinlich eine Abart der Pyramidenzellen bedeuten; die grösste dieser Zellen befinden sich in der innersten oder Spindelzellenschicht und werden als „Solitärzellen“ bezeichnet. Sie haben durchschnittlich eine Grösse von etwa $21 \times 27 \mu$ und befinden sich gewöhnlich im pygnomorphen Zustande. Das Chromatin zeigt ein Netz und körnerartige Structur.

Betrachten wir die Uebergangsstelle von dem zweiten zum dritten Typus, so werden wir das folgende Bild zu erkennen vermögen.

Die Tangentialfaserschicht verschmälert sich in dem dritten Typus bis zu 0,10 Mm., verhält sich aber der Structur nach ebenso wie in dem zweiten Typus.

Die äussere polymorphe Zellenschicht verhält sich etwa wie die zweite des II. Typus, ausser den kleinen Pyramidenzellen, die hier scheinbar weniger vorhanden sind; es ist schwierig (mitunter fast unmöglich), die zweite Schicht von den Zellen, welche die Fortsetzung der 3. Schicht des zweiten Typus darstellen, zu differenziren, weil die Fortsetzung der 3. Schicht in dem 3. Typus keine Pyramidenzellen, wie in dem zweiten Typus, oder nur sehr wenige enthält, dafür nur die irregulären Zellen, doch sind diese Zellen etwas grösser und nicht so eng zusammengedrängt wie in der zweiten Schicht, was die Differenzirung berechtigt.

In dem zweiten Typus würde jetzt die Schicht der pygnomorphen Pyramidenzellen folgen; diese Schicht fällt aber in dem dritten Typus ganz fort und es folgt jetzt unmittelbar diejenige, welche der Körnerschicht des II. Typus entspricht. Diese Schicht würde die 4. im 3. Typus sein; die Zellen erscheinen hier ebenso, wie die Körnerzellen in der dritten Schicht, nur liegen die Zellen hier dichter zusammen, als in jener, und man sieht hier und da die irregulären Zellen. Alle diese vier Schichten finden sich in dem zweiten Typus.

Nun folgen drei Schichten, die sich folgendermassen bilden: Ehe man die Uebergangsstelle von dem 2. zu dem 3. Typus erreicht, verschwinden die pygnomorphen Zellen der 6. Schicht und es bleibt ein heller Streifen übrig. An der Uebergangsstelle erweitert sich dieser helle Streifen von 0,20 Mm. im 2. Typus bis zu 0,40 Mm. im 3 Typus, und eine Körnerschicht tritt plötzlich in der Mitte dieses Streifens auf und verläuft durch den ganzen Typus.

Nun stehen wir vor der merkwürdigen Thatsache, dass die pygnomorphen Pyramidenzellen der 4. Schicht des zweiten Typus durch die darunter liegende Körnerschicht ziehen, um in den unter der 4. Schicht in dem 3. Typus liegenden hellen Streifen überzugehen, welchen man jetzt als die 5. Schicht des 3. Typus ansehen kann. Diese Zellen behalten nicht ihre Pyramidenform, sondern nehmen die irreguläre an; auch verhalten sich die Dendriten bei diesen Zellen anders, als wie bei den Pyramidenzellen. Man sieht, dass bei den Pyramidenzellen immer ein Hauptfortsatz ist, der weit von der Zelle ausstrahlt und sich allmälig zertheilt. Auch die kleinen Dendriten theilen sich allmälig, während sich bei diesen irregulären Zellen die Dendriten kurz nach dem Austritt von der Zelle dichotomisch theilen.

Diese Zellen messen durchschnittlich $15 \times 18 \mu$ und das Chromatin des Zellleibes zeigt deutlich eine netzartige Structur.

In der grössten von diesen Zellen gewahrt man auch Chromatinschollen, wie in den motorischen Zellen, nur sind dieselben etwas kleiner.

Es folgt die neu entstandene Körnerschicht, die nur die typischen runden Körnerzellen zeigt, doch sieht man bei den meisten dieser Zellen nur Fetzen des Zellleibchromatins und keinen ganz geformten Zellleib.

Auf diese sechste oder Körnerschicht folgt der innere helle Streifen oder die 7. Schicht, welche Körner und kleine irreguläre Zellen zeigt, die sehr vereinzelt und zerstreut erscheinen, weshalb diese Schicht so hell ist.

Schliesslich haben wir die letzte polymorphe Zellen- oder 8. Schicht, in der man noch ausser den polymorphen Zellen die grössten Solitärzellen antrifft, ebenfalls ein Charakteristicum für diesen Typus.

Es hat sich also aus diesen Untersuchungen ergeben, dass die Rinde des Affen ihrem Zellenbau nach sich deutlich in drei Haupttypen eintheilen lässt. Nun fragt es sich, ob es möglich ist, diese drei Typen in der Rinde des menschlichen Gehirns aufzufinden. Dieses scheint, so weit ich die Sache bis jetzt übersehen kann, der Fall zu sein. Aus meinen Untersuchungen hierüber, die allerdings noch nicht ganz abgeschlossen sind, dass man beim Menschen den fünfschichtigen Typus vor der Centralwindung und den siebenschichtigen Typus hinter derselben vorfindet. Die genauere Begrenzung dieser Typen werde ich hoffentlich sehr bald geben können. In Bezug des dritten Typus kann ich zur Zeit keine bestimmten Angaben machen. Ob sich dieser beim Menschen so scharf und deutlich von dem zweiten Typus abgrenzen lässt, wie es

der Fall beim Affen ist, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen, aber ich glaube sagen zu können, dass sich dieser Typus nicht wie beim Affen auf der äusseren Fläche der Hemisphäre befindet, sondern auf der medialen Fläche um die Fissura Calcarina herum.

Es ist von grosser Bedeutung, dass endlich mal eine Uebereinstimmung betreffs der Hirnrinde unter den Forschern stattfindet. Die Schichten der Rinde treten unzweifelhaft durch Anwendung der Nissl'schen Methode von all den Methoden, die wir bis jetzt kennen, am deutlichsten hervor. Nach den Ergebnissen dieser Methode kann ich der Ansicht, welche Monakow in seinem neuen grossen Werke „Gehirnpathologie“ über die „Schichtungen der Hirnrinde“ ausspricht, nicht beipflichten. Er sagt u. a.: „Die Gliederung in Schichten zeigt in manchen Rindenregionen gewisse Verschiedenheiten, doch bleibt der Grundtypus fast überall gewahrt“ (Seite 115). Weiter sagt er: „Neuerdings scheint die von Ramon y Cajal aufgestellte und alle individuellen Zellenbildungen berücksichtigende Gliederung der Rinde in vier Schichten sich allgemein einbürgern zu wollen. Diese Eintheilung soll auch hier Aufnahme finden, zumal sie mit den Resultaten der experimentell-anatomischen Forschung grösstenteils in schönem Einklang sich befindet und durch diese in interessanter Weise ergänzt wird“.

Ich glaube, Hammaberg hat mit Recht hervorgehoben, dass es unmöglich sei, einen Grundtypus für die ganze Hirnrinde anzunehmen, sondern dass jeder Typus allein für sich berücksichtigt werden müsse. Auch glaube ich mit voller Berechtigung sagen zu können, dass die Annahme von einem vierschichtigen Typus in der Region der vorderen Centralwindung nicht richtig ist, nach der Nissl'schen Färbung. Es mag wohl sein, dass man nach der Golgi-Methode zu der Annahme von vier Schichten verleitet wird, aber diese Methode bringt nicht wie die Nissl'sche Methode die Verschiedenheiten zu Tage, die in den verschiedenen Zellen vorhanden sind, und die nach meiner Meinung genügen, um die von mir oben angegebene Eintheilung anzunehmen.

In der menschlichen Rinde traten die Schichtungen nicht so deutlich hervor, wie in der Affenrinde, weil in der letzteren die Zellen scheinbar dichter zusammenliegen, als wie in der menschlichen Rinde, und deswegen treten die Schichtungen in der Affenrinde deutlicher zu Tage. Sieht man aber die zwei Rinden neben einander an, so kann man mit voller Sicherheit die Analogie der verschiedenen Schichten erkennen.

Ich fühle mich nicht dazu berechtigt, auf Grund dieser oder auch anderer von mir gemachten Beobachtungen absolute Thesen aufzustellen, da dieselben bis jetzt noch nicht hierfür umfangreich genug sind, doch

möchte ich noch einmal einen kurzen Rückblick auf diese Beobachtungen werfen und im Anschluss daran einige Erwägungen knüpfen, die mich unwillkürlich beschäftigen.

Diese Ideen, oder besser gesagt Hypothesen, will ich Niemandem aufdrängen und ich behaupte auch nicht, dass ich an denselben festhalten werde, jedoch erscheinen sie mir im Augenblick als nicht unberechtigt.

Die Untersuchungen, hauptsächlich diejenigen, welche von Hodge, Vas und Mann angestellt worden sind, zeigten uns, dass Nervenzellen in der Ruhe sich anders verhalten, als wie in Thätigkeit befindliche, und dieser Unterschied giebt sich, wenigstens theilweise, durch das verschiedentliche Verhalten des Zellleibchromatins zu erkennen. Es scheint, als ob dieses Chromatin bei der Thätigkeit der Zelle in irgend einer Weise verbraucht wird, dass es sich jedoch schnell wieder regenerirt, während die Zelle sich in Ruhe befindet.

Im Einklang mit diesen Beobachtungen steht auch die merkwürdige Beobachtung, die ich an den Rindenzellen eines 9 Monate post partum zählenden menschlichen Gehirns machte, bei dem sich die Zellen alle in einem chromatinarmen Zustande zeigten, ein Anzeichen dafür, dass sich die Zellen noch nicht in vollkommener Thätigkeit befanden. Weiter habe ich das Verhalten der Zellen im chromatinarmen Zustande in derjenigen Rindengegend beim Affen gefunden, welche wir als noch unentwickelt ansehen müssen, nämlich in der Gegend der Insel.

Ich glaube nun, wir können infolgedessen mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die Chromatinsubstanz einer Zelle in konstanter Beziehung zu der Energiefähigkeit der betreffenden Zelle steht in der Weise, dass diejenigen Zellen, die die Fähigkeit besitzen, die stärksten Impulse zu empfangen und auch die stärksten Impulse abzugeben, am meisten Chromatinsubstanz in ihrem Zellleib zeigen. Also können wir sagen, die pygnomorphen Zellen sind diejenigen Zellen, welche den stärksten Impulsen, während die parapygnomorphen und apygnomorphen Zellen den schwächsten Impulsen ausgesetzt sind.

Es ist nun mit ziemlicher Sicherheit angenommen worden, dass die Riesenpyramidenzellen in der vorderen Centralwindung den motorischen Zellen entsprechen, die Zellen, welche einen direkten Einfluss auf die Aussenwelt durch das Muskelsystem haben, und Zellen, die unzweifelhaft die Fähigkeit besitzen, starke Impulse abzugeben. Nun befinden sich diese Zellen, in Bestätigung der oben angegebenen Hypothesen, im pygnomorphen Zustande. Wir wollen jetzt einen Schritt weiter gehen und fragen: Giebt es noch andere Zellen, die wahrscheinlich eben denselben starken Impulsen ausgesetzt sind, wie die motorischen Zellen?

Ich glaube, wir können diese Frage mit ja beantworten, und zwar sind es die Zellen in der Rinde, die mit den Sinnesorganen verbunden sind, Zellen, die die sensiblen Impulse von der Haut, der Retina, des Cortischen Organs, der Zungen-Papillen etc. empfangen, kurzgefasst sensible Zellen. Ist dieses der Fall, und ist das vorhergegangene richtig, so müssen wir diese Zellen auch durch ihr pygnomorphes Verhalten erkennen können. Dieses ist, glaube ich, der Fall.

Was mich noch mehr in der Annahme dieser Hypothese bestärkt, ist die auffallende Thatsache, dass sich die Schicht der Projectionszellen der motorischen Region direct an die Schicht der Projectionszellen der dahinter liegenden sensiblen Rinde anschliesst, und dadurch sieht man, dass die pygnomorphen Zellen in der sensiblen Rinde dieselbe Lage einnehmen, den anderen Zellen gegenüber, wie die pygnomorphen Zellen der motorischen Gegend mit Ausnahme von dem Unterschiede, welche die Körnerzellen in der sensiblen Rinde verursachen. Nun müssen wir die Frage stellen: Was sind die Zellen, die noch vorhanden sind und die sich nicht im pygnomorphen Zustande befinden? Da sie sich in einem parapygnomorphen, manche sogar, können wir sagen, in einem apygnomorphen Zustande befinden, so müssen es meiner Meinung nach Zellen sein, die nicht starken Impulsen ausgesetzt sind, und diese können höchst wahrscheinlich nur Associations-Zellen sein.

Wir haben also bis jetzt zwei Sorten Zellen betrachtet, die sich hauptsächlich durch ihre verschiedentliche Färbung unterscheiden, und die sich in allen Rindengegenden vorfinden, die wir als Projectionszellen und Associationszellen ansehen wollen. Ausser diesen Zellen gibt es aber noch eine Sorte von Zellen, die scheinbar eine andere Function besitzen, da sie sich nicht, wie die oben genannten Zellen in allen Rindengegenden vorfinden, sondern nur in den Gegenden der Rinde, welche man als sensible Regionen betrachtet. Diese Zellen sind schon von anderen als Körnerzellen beschrieben worden, hauptsächlich von Meynert und kürzlich von Hammaberg, welcher dieses Auftreten in der sensiblen Rinde beim Menschen hervorgehoben hat. Wir müssen uns also sagen, dass diese Zellen in irgend einer Weise mit einer Function verbunden sind, die nicht in directem Zusammenhang mit der motorischen Function steht, sondern die in Beziehung tritt mit den verschiedenen Sinneseindrücken (Sehen, Hören, Schmecken, Fühlen etc.), die wir von den verschiedenen peripherischen Sinnesorganen empfangen. Nun fragt es sich, was für eine Function kann diese wohl sein? Da die sensible Rinde unsre sehende, unsre hörende, unsre riechende, unsre schmeckende, unsre fühlende, kurz unsre wissende Rinde darstellt, so muss diese Function im Zusammenhange mit unserem Wissen stehen.

Associationszellen sind es wahrscheinlich nicht, da Associationen höchst wahrscheinlich in der motorischen Rinde auch vorkommen, und diese Zellen sind nicht da vorhanden; da aber diejenigen Zellen, welche wir als die Associationszellen in der motorischen Rinde annahmen, sich auch in der sensiblen Rinde vorfinden, so werden dieselben auch in dieser Rinde die Associationszellen darstellen. Nun bleibt uns noch übrig die Function der Aufbewahrung der Sinneseindrücke, Gedächtnisszellen. Was mich zu dieser Annahme führt, ist erstens das gänzliche Fehlen dieser Zellen in der motorischen Rinde und zweitens, was ebenso wichtig ist, das Fehlen dieser Zellen in der Rinde von niederen Thieren, Maus, *Pteropus*, und das nur spärliche Vorhandensein bei etwas höheren Thieren, Katze, Hund, Pferd. Weiter spricht noch dafür das Verhalten dieser Körnerzellen in den verschiedenen Sinnescentren. Diese Körnerzellen sind am wenigsten entwickelt in den Centren, welche nach vorne zu liegen, als Geschmack-, Geruch- und Gefühlszentrum, während sie mehr entwickelt sind in dem Gehörzentrum und am meisten im Gesichtscentrum, wo unzweifelhaft die meisten Gedächtnissbilder vorhanden sind. Diese Körnerzellen befinden sich ebenso wie die Associationszellen im para- und apygnomorphen Zustande, welches wieder bedeutet, dass diese Zellen nicht intensiven Impulsen ausgesetzt sind, was man sich auch als wahrscheinlich vorstellen kann.

Da Meynert die verschiedenen Regionen der Hirnrinde, sensiblen sowohl wie motorischen, mit dem Namen *Projectionsfelder* belegte, so halte ich es für zweckmäßig, die pygnomorphen Zellen, welche die sensiblen sowohl als die motorischen Zellen darstellen, mit dem Namen *Projectionszellen* zu belegen, zur Unterscheidung von denjenigen Zellen, die sich nicht im pygnomorphen Zustande befinden und deswegen wahrscheinlich auch nicht in direkter Verbindung mit der Peripherie stehen.

Die Zellen können wir also folgendermassen localisiren:

I. Typus:

1. Schicht, Fasersystem mit vereinzelten Glia- etc. Zellen.
2. und 3. Schichten, Associationszellen.
4. Schicht, Projectionszellen.
5. Schicht, wahrscheinlich auch Associationszellen.

II. Typus:

1. Schicht, wie I. Typus.
2. und 3. Schichten, wie I. Typus,
4. Schicht, Projectionszellen,
5. Schicht, Körnerzellen (Reproduktionszellen),

6. Schicht, Projectionszellen,
7. Schicht, Associationszellen.

III. Typus:

- 1., 2. und 3. Schichten, wie I. Typus,
4. Schicht, Reproductionszellen,
5. Schicht, Projectionszellen (mit Fasersystem),
6. Schicht, Reproductionszellen,
7. Schicht, Projectionszellen (mit Fasersystem),
8. Schicht, grösste Solitärzellen (Projectionszellen mit Associationszellen).

Ich halte es für meine angenehme Pflicht, an dieser Stelle den Herren Geh. Rath Prof. Dr. Jolly und Prof. Dr. Köppen meinen wärmsten Dank auszusprechen. Herrn Prof. Köppen, welcher mich auf die Bearbeitung dieses Themas hingewiesen hat und mir manchen Wink hat zukommen lassen, sage ich noch meinen besonderen Dank.

L iteratur.

- Arndt, Archiv für mikrosk. Anatomie. 1867. III. 4. S. 441.
 Derselbe, Archiv für mikrosk. Anatomie. 1868. IV. 4. S. 407.
 Derselbe, Archiv für mikrosk. Anatomie. 1869. V. 2. S. 317.
 Baillarger, Annales méd.-psychol. 1855. I. 1—3.
 Derselbe, De l'idiotée. Gaz. des hôp. 1855.
 Derselbe, No. 84. Const. Jahresber. 1855, III. p. S.
 Derselbe, Mém. de l'Acad. de méd. 1880. VIII.
 Baillarger et Gratiolet, Acad. de méd. Mai 26. 1857 (cit. Griesinger).
 Becker, Dieses Archiv XXVII. Heft 3.
 Benedikt, Zur vergleichenden Anatomie der Gehirnrinde. Wiener medicin. Wochenschr. XLIII. 7. S. 299. 1893.
 Berlin, R., Beiträge zur Structurlehre der Grosshirnwindungen. Erlangen, 1858.
 Betz, Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1881. No. 11—13.
 Derselbe, Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1874. No. 37—38.
 Boll, Dieses Archiv 1873. IV. S. 1—38.
 Clarke, L., Philos. Transact. 1858. p. 231—259.
 Derselbe, Proceedings of the Royal Society. London 1863.
 Derselbe, Philos. Transact. 1868, p. 263—331.
 Deiters, Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark d. und der Säugthiere. Braunschweig 1865.
 Flechsig, Gehirn und Seele. 1896. Leipzig.
 Derselbe, Die Localisation der geistigen Vorgänge insbesondere der Sinnesempfindungen des Menschen. Leipzig 1896.

- Flemming, Vom Bau der Spinalganglienzellen. *Festschrift für Henle*. Bonn 1882. S. 12.
- Flesch, Mittheilungen der Naturforscher-Gesellschaft in Bern. 1887. S. 192.
- Gerlach, *Centralbl. f. d. med. Wissensch.* 1872. X. 18.
- Golgi, *Arch. ital. de Biol.* 1883. Ref. *Pestut.* 1891.
- Gowers, Diseases of the nervous system.
- Hammaberg, Studium über Klinik und Pathologie der Idiotie nebst Untersuchungen über die normale Anatomie der Hirnrinde.
- Held, *Archiv f. Anatomie*. Abth. H. 4—6.
- Hodge, *Journal of morphology*. Vol. VIII. No. 2. 1892.
- Derselbe, Die Nervenzelle bei Geburt und Tod an Altersschwäche. *Anat. Anz.* Vol. IX. No. 23. 1894. 706—710.
- Howell, Johns, *Hopkins Circulars*. Vol. XIV. No. 119.
- Jacobowitsch, Mittheilungen über den feineren Bau des Gehirns und Rückenmarks. Breslau 1857.
- Derselbe, *Recherches comparatives sur le système nerveux*.
- Derselbe, *Comptes rendus Août.* 1858.
- Kölliker, *Mikroskopische Anatomie*. Bd. II. 1850.
- Derselbe, *Handbuch der Gewebeslehre*. Leipzig 1867—1896.
- Kronthal, *Histologisches von den grossen Zellen in den Vorderhörnern*. *Neurol. Centralbl.* 1890. Bd. IX. S. 40.
- Kupffer, *De cornu ammonis textura*. Dorpat 1859.
- v. Lenhossék, Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen. Berlin 1895.
- Lewis, *Brain*. 1868. Vol. I.
- Derselbe, *Med. Times and Gaz.* 1876. March. 4.
- Lewis and Clarke, *Proceed. of the Royal Soc.* 1878.
- Lewis, *Philosoph. Transact.* 1880.
- Lugaro, Ueber die Histogenese der Körner der Kleinhirnrinde. *Anat. Anzeiger.* 1894. S. 710. *Nachtrag.* S. 772.
- Meynert, *Allgem. Wiener med. Zeitung*. 1868. XIII.
- Derselbe, *Stricker's Handbuch*. 1871.
- Derselbe, Der Bau der Grosshirnrinde und seine örtlichen Verschiedenheiten nebst einem pathol. anat. *Corollarium*. Leipzig 1872.
- Marschall, On the brain of a Bushwoman and on the brain of two idiots of European descent. London 1865.
- Mann, *Journal of Anat. a Physiology*. Vol. XXIX. p. 100.
- Mierzejewski, *Arch. de Psychol.* 1875.
- Mondino, *Cit. b. Testut.* 1891.
- Nissl, *Centralbl. für Nervenheilk. und Psych.* Jahrg. XVIII. Bd. V.
- Derselbe, *Zeitschr. f. Psych.* Bd. LII. Heft 6.
- Derselbe, *Neurol. Corresp.-Blatt* Jahrg. XIV. No. 2.
- Nissl, *Allgem. Zeitschr. f. Psych.* Bd. 50.
- Derselbe, *Neurol. Centralbl.* 1895. No. 2 und 4.

- Obersteiner, Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane. Leipzig 1896.
- Purkinje, Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher u. Aerzte. Prag 1837.
- Rosin, Ueber eine neue Färbungsmethode d. gesammten Nervensystems nebst Bemerkungen über Ganglienzellen und Gliazellen. Neurol. Centralblatt. Jahrg. XII. 1894. S. 80.3
- Sala, Verhandlungen des internat.-med. Congresses. Berlin 1890.
- Sala, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. 1891. Bd. LII.
- Schwalbe, Lehrbuch der Neurologie. Erlangen 1881.
- Schaper, Die morphologische und histologische Entwicklung des Kleinhirns der Teleostier. Anat. Anzeiger 1894. S. 489.
- Derselbe, Einige kritische Bemerkungen zu Lugaro's Aufsatz „Ueber die Histogenese der Körner der Kleinhirnrinde“. Anat. Anz. 1895. S. 422.
- Schüle, Klinische Psychiatrie. Leipzig 1886.
- Stork, Allgem. Zeitschr. f. Psych. 1871. XXVIII. 2. S. 149.
- Starr, Atlas of nerve cells. Mc Millan Co. London 1895.
- Testut, Traité d'Anatomie humaine. Paris 1891.
- Vas, Studium über den Bau des Chromatins in der sympathischen Ganglienzelle. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. 40.
- Wernicke, Grundriss der Psychiatrie. Leipzig 1894.

Erklärung der Abbildungen (Taf. XV. und XVI.).

Tafel XV.

- Ein horizontaler Schnitt durch die dorsale Hälfte des Affengehirns.
- Erster Typus.
 - Zweiter Typus.
 - Dritter Typus.
- F. C. = Fissura centralis.
 F. J.—P. = Fissura interparietalis.
 F. O. = Fissura occipitalis.
 F. Cal. = Fissura calcarina (?).

Tafel XVI.

- Figur I. Durchschnitt der Rinde in dem ersten Typus.
- Erste oder Tangentialfaserschicht.
 - Zweite oder äussere polymorphe Zellenschicht.
 - Dritte oder parapygmonorphe Pyramidenzellenschicht.
 - Vierte oder pygmonorphe Pyramidenzellenschicht, Riesen- und Grosspyramidenzellen.
 - Fünfte oder innere polymorphe Zellenschicht.
- Figur II. Durchschnitt der Rinde in dem II. Motypus.
- Erste oder Tangentialfaserschicht.

- b) Zweite oder äussere polymorphe Zellenschicht (Saumschicht).
- c) Dritte oder parapygnomorphe Pyramidenzellenschicht.
- d) Vierte oder pygnomorphe Pyramidenzellenschicht (äussere Hälfte der 4. Schicht des ersten Typus).
- e) Fünfte oder Körnerzellenschicht.
- f) Sechste oder pygnomorphe Pyramidenzellenschicht (innere Hälfte der 4. Schicht des ersten Typus).
- g) Siebente oder innere polymorphe Zellenschicht.

Figur III. Durchschnitt der Rinde an der Uebergangsstelle von dem II. zum III. Typus.

a, b, c, d, e, f, g sind Schichten des zweiten Typus, nur sind in der sechsten oder Schicht f die pygnomorphen Zellen fast ganz verschwunden.

Schichten des III. Typus.

- a) Erste oder Tangentialfaserschicht.
- b) Zweite oder äussere polymorphe Zellenschicht (Saumschicht).
- c) Dritte oder parapygnomorphe Pyramidenzellenschicht (hier nicht so deutlich pyramidenförmig, sondern oval).
- d) Vierte Körnerschicht.
- e) Fünfte oder Schicht der kleinen Solitärzellen.
- f) Sechste Körnerzellenschicht.
- g) Siebente zellenarme Schicht.
- h) Achte oder innere polymorphe Zellenschicht.

Figur IV. Zelle aus den Körnerschichten. Man sieht gewöhnlich aber undeutlich Dendriten von diesen Zellen ausgehen.

Figur V. Unentwickelte Zelle aus der Rinde eines 9 Monate post partum zählenden Kindes.

Figur VI. und VII. Zellen aus der Rindengegend eines Affengehirnes, welche im menschlichlichen Gehirn der Insel entspricht.

Figur VIII. Eine Projectionszelle aus der motorischen Rindengegend.

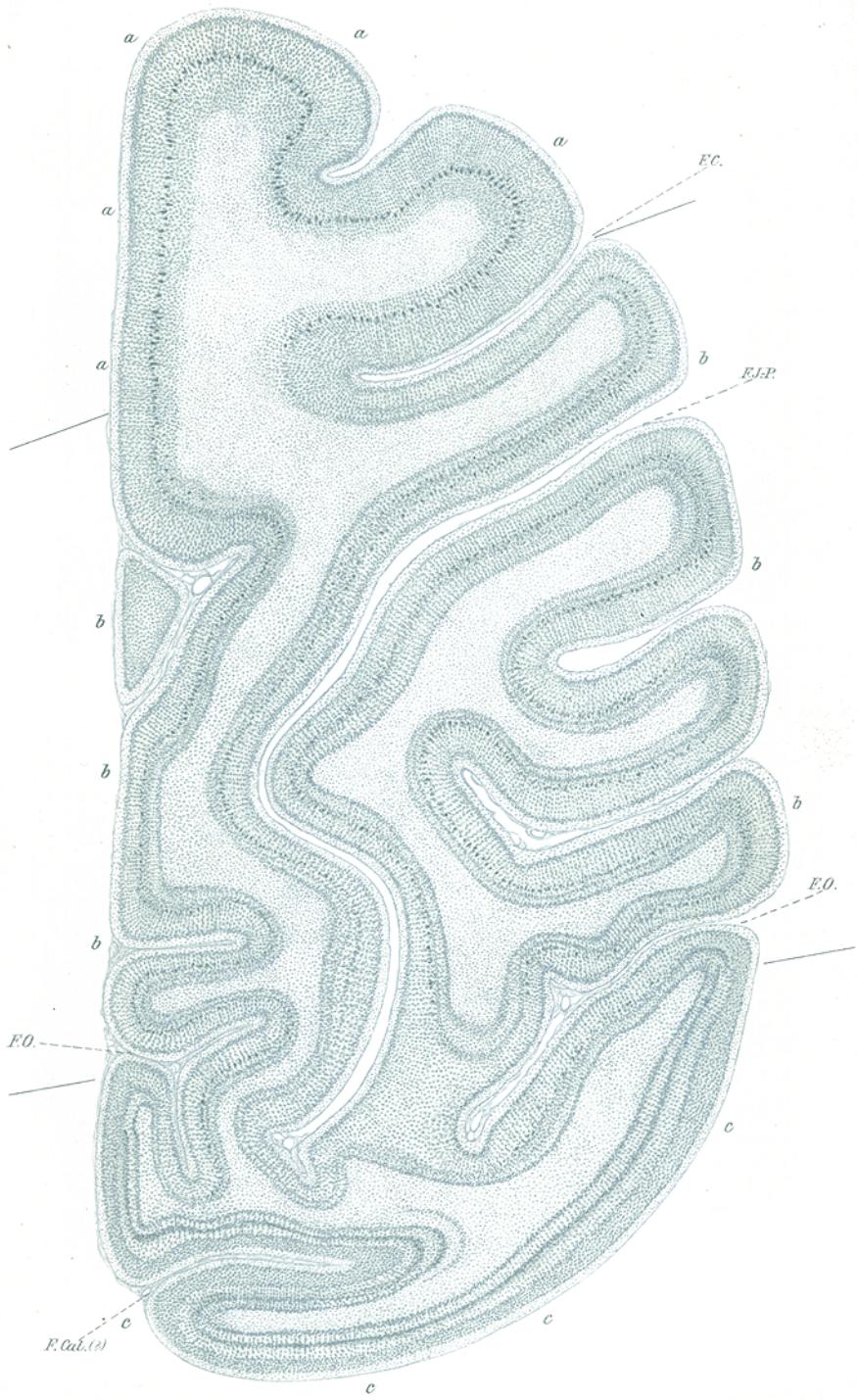


Fig. 7.

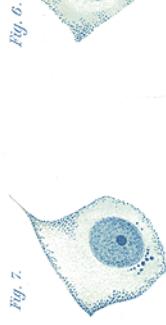


Fig. 6.

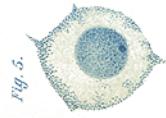


Fig. 4.



Fig. 1.

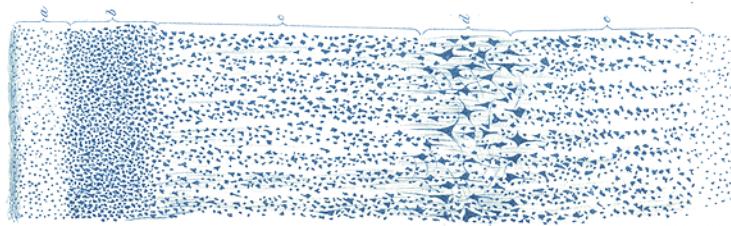


Fig. 2.

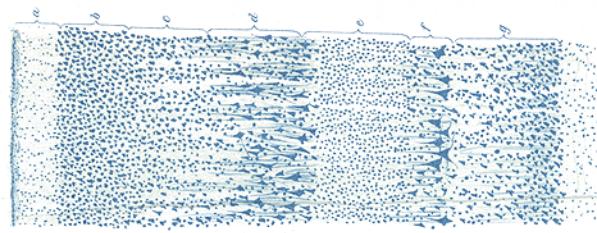


Fig. 3.

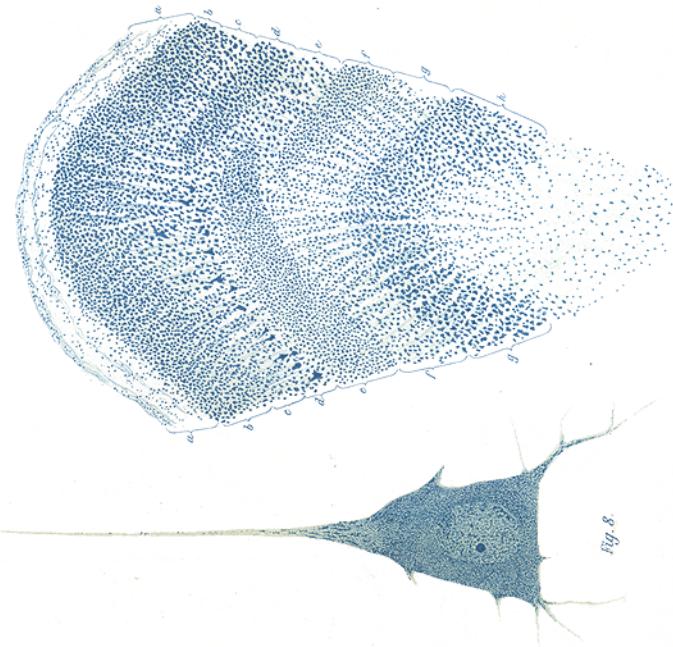


Fig. 8.