

Beiträge zur feineren Anatomie des großen Hirns.

Von

S. Ramón y Cajal,

Professor der Histologie an der Universität Madrid.

Aus dem Spanischen der *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*,
Tome XXII, 1893, mit Zustimmung und auf Wunsch des Verfassers durch
A. KÖLLIKER besorgte Übersetzung.

I.

Über die feinere Struktur des Ammonshornes.

Mit Tafel XXXI—XXXIV, Fig. 1—16.

Unsere ersten Untersuchungen über das Ammonshorn begannen im Jahre 1888 und wandten wir bei denselben sowohl die Methode von WEIGERT, wie das langsame Verfahren von GOLGI an. Die erhaltenen Ergebnisse, obschon noch sehr unvollkommen, überzeugten uns doch, dass, wie dies auch GOLGI und sein Schüler L. SALA melden, das Ammonshorn und die Fascia dentata wohl die Theile des Nervensystems sind, in denen die schwarze Färbung am leichtesten gelingt, und die Nervenfasern und ihre Collateralen am sichersten sich verfolgen lassen.

Das Erscheinen der Arbeit von L. SALA¹, durch welche die klassischen Untersuchungen von GOLGI nicht unbedeutend vervollständigt wurden, sowie die Nöthigung, andere nicht minder wichtige Untersuchungen über das Rückenmark, das kleine Gehirn etc. zu Ende zu führen, veranlassten uns die Veröffentlichung unserer eigenen Erfahrungen über den genannten Hirntheil vorläufig zurückzustellen.

Die Zeit, die inzwischen verstrich, war nicht ohne Erfolge für die Wissenschaft. Unsere Auffassung über die Formverhältnisse und die Beziehungen der nervösen Elemente zu einander haben sich geklärt und eben so haben sich unsere Kenntnisse über den Bau der typischen Hirnrinde wesentlich vermehrt. Dank den Arbeiten von HIS, FOREL, KÖLLIKER, v. LENHOSSEK, RETZIUS, v. GEHUCHTEN, P. RAMÓN, MARTINOTTI und durch unsere eigenen Beobachtungen sind viele allgemeine störende

¹ LUIGI SALA, Zur Anatomie des großen Seepferdefußes. Diese Zeitschr. Bd. L. 1891.

Fragen definitiv entschieden. Jetzt ist die Aufgabe der Anatomen bei Untersuchung eines besonderen Theiles des Nervensystems so weit begrenzt und festgesetzt, dass es sich nur darum handelt zu bestimmen, welche Einzelverhältnisse in jedem Falle die Gesetze modificiren, die die Beziehungen der nervösen Elemente zu einander regeln.

Unter diesen Verhältnissen vermag die Untersuchung des Ammonshornes, welches als eine typische, jedoch einfachere Rindenschicht gilt, wenn auch nicht die Lösung allgemeiner Probleme zu geben, doch wenigstens Einzelheiten im Baue aufzudecken, welche Licht über die Deutung noch dunkler Verhältnisse anderer Abtheilungen des Nervensystems verbreiten.

Von diesen Hoffnungen geleitet erneuerten wir unsere Untersuchungen im verflossenen Jahre. Als wir dann, andere Untersuchungen zurückstellend, uns bereit machten, unsere Erfahrungen zu veröffentlichen, erschien eine bemerkenswerthe Monographie von SCHAFFER¹, welche die Angaben von GOLGI² und L. SALA wesentlich erweiterte und in der dieser Gelehrte, geleitet von den neuen Anschauungen über den Zusammenhang der nervösen Elemente, den Bau dieses Organs zu deuten und auf die typische Hirnrinde zurückzuführen sucht.

Um nun die Früchte unserer Forschungen nicht ganz zu verlieren, veröffentlichten wir einen vorläufigen Bericht über dieselben, der am 7. Dec. 1892 vor der Sociedad Española de Historia Natural vorgetragen wurde³. Die hier vorliegende Arbeit giebt eine ausführliche Darstellung dieser meiner Erfahrungen mit Abbildungen und enthält auch einige Zusätze als Ergebnis neuester Beobachtungen.

Technisches.

Wir haben bei unseren Untersuchungen drei Methoden angewandt, die von WEIGERT-PAL, die schnelle GOLGI'sche und die von Cox.

Die Methode von WEIGERT-PAL ist so bekannt, dass es nicht nöthig ist Weiteres zu bemerken, als dass wir dieselbe beim Ammonshorn des Menschen, des Kaninchens, des Meerschweinchens und der Maus angewandt haben. In neuester Zeit haben wir ebenfalls mit gutem Erfolge die schnelle Methode von BERKELEY⁴ versucht, nach welcher die beste Härtung durch die FLEMMING'sche Flüssigkeit erzielt wird.

¹ KARL SCHAFFER, Beitrag zur Histologie der Ammonshornformation. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXIX, 1. Heft. 1892.

² C. GOLGI, Sulla fina anatomia degli org. centr. del sist. nerv. Milano 1886.

³ CAJAL, Observaciones anatomicas sobre la corteza cerebral y asta de Ammon. Actas de la Sociedad Española de Historia Natural. Segunda serie. Tomo I. Sesión de Diciembre de 1892.

⁴ J. BERKELEY, Die Osmium-Kupfer-Hämatoxylinfärbung. Neurologisches Centralblatt. 1892. Nr. 9.

Die schnelle Methode von GOLGI giebt glänzende Erfolge, wenn sie bei jungen Geschöpfen angewendet wird. Besonders günstig sind neugeborene Meerschweinchen, Kaninchen von 8—15 Tagen und die Maus von 15—20 Tagen, sowohl was die Zellen als die Nervenfasern betrifft. Sobald die Markscheiden auftreten, wird die schwarze Färbung unvollständig und unsicher, besonders in Betreff der Achsencylinder und Collateralen der Zellen des Ammonshornes und das Innere (den Hilus) der Fascia dentata. Dagegen erhält man selbst beim erwachsenen Kaninchen ziemlich genügende Färbungen der Achsencylinder und Zellen der Körner, was sich aus dem Mangel einer Myelinscheide an den genannten nervösen Fortsätzen erklärt.

Die Zeit des Verweilens in der erhärtenden Osmium und doppelchromsauren Kalimischung schwankt von zwei bis vier Tagen. Sehr häufig haben wir auch zweimalige Imprägnationen angewandt, die Präparate gaben, in welchen nahezu alle Zellen und Fasern gefärbt sind. Im Allgemeinen ist es nur dann angezeigt, eine zweite Färbung zu versuchen, wenn in Folge übermäßiger Härtung oder wegen eines ungünstigen Entwicklungszustandes des Ammonshornes die Zahl der gefärbten Zellen eine geringe ist. Im entgegengesetzten Falle läuft man Gefahr zu verbreitete und allgemeine Färbungen zu erzielen, in denen die Verfolgung der Nervenfasern nahezu unmöglich ist.

Die von W. KRAUSE¹ gelobte Methode von Cox², der dieselbe bei der Netzhaut mit Erfolg angewendet hat, ist in ihrem Erfolge sicher und färbt eine große Zahl von Zellen und Fasern. Dieselbe bietet außerdem noch den großen Vortheil dar, einmal keine unregelmäßigen Niederschläge an der Oberfläche der eingelagerten Stücke zu erzeugen, und zweitens, was auch von Wichtigkeit ist, eine nachfolgende Färbung der Schnitte mit Karmin (Alaunkarmin z. B.) und Hämatoxylin zu gestatten.

Das Verfahren von Cox besteht darin, nicht zu große Stücke der nervösen Centren mit einer Flüssigkeit zu behandeln, die besteht aus:

doppelchromsaurem Kali von 5%	20 Theile
Sublimatlösung von 5%	20 »
destillirtem Wasser	30—40 »
chromsaurem Kali von stark alkalischer Reaktion von 8%	46 »

In dieser Mischung verbleiben die Stücke zwei bis drei Monate im Winter und im Sommer wenigstens einen Monat. Wie bei der Methode von GOLGI werden die Stücke vor der Immersion während einer halben

¹ KRAUSE, Die Retina. Internat. Monatsschr. für Anat. u. Phys. VIII. 4894.

² Cox, Nederlandsch Tijdschrift for Geneeskunde. 4890. D. XII. Nr. 45. — Jahresber. von Virchow und Hirsch. 4894. Bd. I.

oder ganzen Stunde in Alkohol von 36° gewaschen. Nachher kommen die Schnitte in starken Alkohol von 40°, werden hierauf in Nelkenöl durchsichtig gemacht und endlich ohne Deckglas in Dammarlack, der in Xylol gelöst wird, aufgehoben.

Auch die Methode von Cox giebt bei jüngeren Thieren viel bessere Resultate als bei älteren ausgewachsenen, und erhielten wir die schönsten Präparate von Kaninchen von einem Monate. Der Quecksilberniederschlag bildet sich vorzugsweise in den marklosen Nervenplexus und gelingt hier viel besser als bei der GOLGI'schen Methode. Die Reaktion geht öfter auf die myelinhaltigen Fasern über, welche an den Mark zeigenden Stellen verdickt erscheinen.

Im Allgemeinen dient die Methode von Cox als Gegenprobe zu derjenigen von GOLGI, deren Ergebnisse sie voll bestätigt. Wenn es sich um dickere Nervenfasern handelt und um Stämme und Verästelungen von Protoplasmafortsätzen, ist dieselbe der GOLGI'schen vorzuziehen, wogegen für die Darstellung der feineren und feinsten Collateralen die Silberbehandlung den Vorzug verdient; jedoch nicht deswegen, weil die Sublimatmethode diese Theile nicht gut färbt, sondern nur darum, weil dieselben blasser und minder scharf vortreten.

Wir gehen nun zur Darlegung unserer Ergebnisse über und wollen in drei Abschnitten, 1) das Ammonshorn, 2) die Fascia dentata und 3) den Gyrus hippocampi oder das Subiculum behandeln.

Ammonshorn.

Das Ammonshorn und die Fascia dentata werden von den Autoren sehr verschieden aufgefasst. Nach GOLGI und L. SALA (II. cc.), welche zuerst die Methode der Silberbehandlung anwandten, und die Eigentümlichkeiten der Nervenzellen dieser Theile klar legten, handelt es sich bei denselben um zwei mit ihren Oberflächen oder der Molekularlage zusammenhängende Windungen. Die eine derselben, zart und in ihren Elementen eigentümlich umgestaltet, würde durch die Fascia dentata dargestellt, die andere dickere und mit dem Subiculum in Verbindung stehende würde von dem eigentlichen Ammonshorn gebildet. Diese Auffassung, die bereits in DUVAL¹, auf seine embryologischen Untersuchungen gestützt, einen Vertreter gefunden hatte, ist am meisten im Einklang mit den Ergebnissen der anatomischen Untersuchung. Um jedoch dieselbe ohne Einschränkung annehmen zu können, ist es nöthig, das Vorkommen einer Hirnwindung nicht allzu sehr zu betonen,

¹ DUVAL, La corne d'Ammon. Arch. de Neurologie. Tome II et III. 1881, 1882.

da, wie GIACOMINI¹ mit Recht hervorgehoben hat, das Ammonshorn auch bei Thieren, die keine Hirnwindungen besitzen, wie das Kaninchen und die Maus, stark entwickelt ist.

Die allgemeinen Ergebnisse, die aus unseren eigenen Untersuchungen sich ableiten lassen, stimmen mit dem Ausspruche von GIACOMINI überein. Nach unserer Auffassung stellen das Ammonshorn oder der Hippocampus major und die Fascia dentata zwei besondere und getrennte Gestaltungen der Hirnrinde dar, die jedoch, und vor Allem die Fascia dentata, solche Eigenthümlichkeiten zeigen, die uns voll berechtigen, dieselben für besondere Organe des Gehirns zu halten, eben so wie z. B. den Bulbus und Lobus olfactorius. Die Hauptunterschiede zwischen dem Ammonshorn und der Hirnrinde beruhen in der Gestaltung einiger Zellenformen und in den Eigenthümlichkeiten gewisser Achsencylinder (und zwar denen, die von den ovoiden Zellen der Fascia dentata ausgehen). Was dagegen die Zahl der Schichten und die allgemeine Zusammensetzung derselben anlangt, so stimmen dieselben, wie bereits SCHAFER dies ausführlich dargelegt hat, vollkommen mit denen der typischen Hirnrinde überein. Die einzelnen Schichten des Ammonshornes sind von vielen Anatomen, die mit den gewöhnlichen alten Methoden gearbeitet haben, ganz richtig unterschieden worden, wie von KUPFFER², MEINERT³, KRAUSE⁴, TOLDT und KAHLER⁵ und OBERSTEINER⁶. Um Verwechslungen und irrthümlichen Auffassungen vorzubeugen, nehmen wir die klassische Nomenklatur und die gemeinhin angenommene Zahl der Schichten an. Und um sofort die Übereinstimmungen beider Theile deutlich zu machen, stellen wir den Zonen des Ammonshornes und der Fascia dentata diejenigen der typischen Hirnwindungen an die Seite.

1) Lage oder Zone des Ependyms (bei RAMÓN Epithel geheißen). Die dem Seitenventrikel zugewandte Oberfläche des Ammonshornes zeigt eine einfache Schicht von kurzen Ependymzellen von prismatischer oder kubischer Gestalt, die L. SALA durch Silber dargestellt hat. Der vom tiefen Ende dieser Elemente ausgehende Fortsatz verhält sich nach dem Alter der Thiere verschieden.

¹ GIACOMINI, Fascia dentata del grande hippocampo del cervello umano. Giorn. della R. Accad. di Torino. Fasc. 11 e 12. 1883.

² KUPFFER, De cornu Ammonis textura. 1859.

³ MEINERT, Handbuch von STRICKER. p. 742. 1874.

⁴ KRAUSE, Anatomie. Bd. I. Hannover 1876. p. 444.

⁵ Lehrbuch der Gewebelehre. 1888.

⁶ OBERSTEINER, Anleitung zum Studium des Baues der nervösen Centralorgane. 2. Aufl. 1892.

Bei neugeborenen Kaninchen und Mäusen geben diese Zellen in ihrer Mehrzahl vom tiefen Ende einen kurzen Büschel horizontaler Ästchen ab, die dicht unter dem Ependym enden. Doch findet sich unter diesen Ausläufern stets ein erheblich stärkerer, der als wahre Verlängerung der Zellen in schiefer Richtung die angrenzenden Zonen durchsetzt und, in der Lage der Pyramiden winkelig geknickt, in der molekularen Zone sich reichlich verästelt. In manchen Fällen gabelt sich oder verästelt sich der Hauptstamm dieser Fasern gerade beim Eintreten in die Zone der Pyramiden, wie die Fig. 4 bei *e* zeigt. Die letzten Enden dieser Fasern haben wir nicht selten bis in die Nähe der Oberfläche des Ammonshornes verfolgt, wo dieselben gewöhnlich sich umbogen, um im Inneren der Rinde zu enden. Da es uns nicht gelang jene Endkolben zu finden, welche die Ependymzellen und Fasern der typischen Hirnrinde dicht an der Pia bilden, so halten wir es für wahrscheinlich, dass dieselben beim neugeborenen Kaninchen bereits verschwunden sind, indem die letzten Enden sich zurückzogen und resorbiert wurden. Im Übrigen findet sich der schiefe Verlauf der genannten Ependymfasern (wie in der Richtung auf das Subiculum zu) nur in der oberen Gegend des Ammonshornes, während in der Nähe der Fimbria diese Fasern bereits in der Gegend des Stratum oriens aufs reichlichste sich verästeln, ohne in geknickte Fasern überzugehen.

Bei Kaninchen von acht Tagen verkümmern die peripherischen Verästelungen des radiären Theiles der Ependymfasern und verbreiten sich diese fast ausschließlich in der Dicke des Stratum oriens und des Alveus, in welchem Stadium dieselben wohl sicher von L. SALA gesehen wurden, der angiebt, dass dieselben die großen Pyramiden erreichen. Endlich verkürzen sich bei erwachsenen Kaninchen und Meerschweinchen die Endbäumchen der Ependymfasern noch mehr und verlieren ihre nun sehr stacheligen und wie gefiederten Ausläufer mitten unter den markhaltigen Fasern des Alveus.

Im Übrigen findet man beim neugeborenen Kaninchen durch die ganze Dicke des Ammonshornes zerstreut viele Neurogliazellen. Einige derselben zeigen jetzt noch eine Verdickung und eine radiäre Stellung, welche auf ihre Abstammung von Ependymzellen hinweisen (Fig. 4 *d*).

2) Alveus oder weiße Substanz. Diese Zone setzt sich zusammen aus den Achsencylindern der Pyramiden und aus einigen polymorphen Zellen, welche aus der angrenzenden Schicht (dem Stratum oriens) weggertückt oder verschoben sind, wie GOLGI, SALA und SCHAFFER dies gezeigt haben.

Der Verlauf der Fasern ist verschieden, je nach der Gegend des Alveus, die man untersucht. In der Höhe der oberen Region des

Ammonshornes (oberhalb und hinter der Fimbria) verlaufen dieselben nach außen und hinten, um dann sich umzubiegen und zu longitudinalen Elementen zu gestalten, was genau in der Gegend statthat, wo das Subiculum sich mit dem genannten Körper verbindet. An dieser Stelle findet sich ein dickes Bündel weißer Substanz, welches genau in derselben Richtung verläuft, wie das Ammonshorn (Fig. 2 G). In der Region der Fimbria und des Hilus oder der Stelle des Ammonshornes, welche in die Konkavität der Fimbria eintritt, gehen die Fasern gegen die Fimbria, in welche eingetreten dieselben longitudinal werden. Diesem zufolge finden sich zwei Nervenzüge im Ammonshorn, von denen jeder in einer besonderen Abtheilung des Umfanges desselben seinen Ursprung nimmt, in der Fimbria die eine (Fig. 2 F), die andere in dem dicken hinteren oberen Bündel (Fig. 2 G).

Um Umschreibungen zu vermeiden, nennen wir in Zukunft »obere Region des Ammonshornes« (semi canna superior) die, deren Fasern lateralwärts zu dem Fasciculus posterior-superior sich vereinen, während wir den Namen untere Region für die untere Wölbung verwenden, deren Fasern in die Fimbria übergehen. Diese Unterscheidung ist, wie wir später sehen werden, durch die Verschiedenheiten, welche die Pyramidenzellen beider Regionen zeigen, noch besser begründet.

Untersucht man den Alveus an gut gefärbten Objekten, so sieht man, dass nicht alle Nervenfasern desselben die nämliche Dicke besitzen, vielmehr als feine und grobe sich unterscheiden. Die groben verlaufen in der Regel in einer gewissen Entfernung vom Ependym in der Nachbarschaft des Stratum oriens und setzen sich in die Achsencylinder der Pyramidenzellen fort.

Die feinen Fasern sind in der oberen Region des Ammonshornes sehr zahlreich und haben ihre Lage vor Allem dicht am Ependym. Die oberflächliche Lage, die von diesen Fäserchen gebildet wird, verdickt sich ansehnlich in der Höhe des Subiculum und bildet hier ein dickes Bündel (Fig. 2 H), welches von dem Geflechte der groben Fasern sehr bestimmt sich unterscheidet. Diese feinen Fasern sind keine Fortsetzungen der Achsencylinder der Pyramiden, vielmehr scheinen dieselben ihres Aussehens und ihrer Zartheit halber Collateralen zu sein, was um so mehr anzunehmen ist, als dieselben an WEIGERT'schen Präparaten so zart und varicös sind, wie die Röhren des Corpus callosum.

Fragt man nach der Herkunft dieser feinen Fasern, so muss man sagen, dass diese Frage durch die direkte Beobachtung nicht zu beantworten ist, weil die ungemeine Länge derselben jede Untersuchung nach dem Anfange und Ende derselben unmöglich macht. Nichtsdesto-

weniger möchten wir als Hypothese es aussprechen, dass ein guter Theil dieser Fäserchen die Fortsetzungen von gewissen feinen Collateralen sind, die von dem Achsencylinder der Pyramidenzellen nach ihrem Eintritte in die Substanz des Alveus abgegeben werden. Möglicherweise gehen einige dieser Collateralen in den Balken ein und stellen eine Verbindung des Ammonshornes der einen Seite mit der anderen Hemisphäre dar.

Collateralen der weißen Substanz.

Dieselben sind wenig zahlreich, bemerkenswerth fein und gehen unter rechten Winkeln von den dicken Fasern des Alveus, d. h. den Achsencylindern der Pyramiden aus. Die Gegend, in welcher diese Collateralen am leichtesten nachzuweisen sind, ist die des Hilus, mit anderen Worten, des Theiles des Ammonshornes, der in der Konkavität der Fascia dentata enthalten ist oder im Begriffe ist, in dieselbe einzutreten.

Die Mehrzahl dieser Collateralen scheint im Stratum oriens sich zu verästeln und zu verlieren, doch kommen auch welche vor, die in der Zone der Pyramiden aufsteigen, um in der darüber liegenden Schicht sich zu verbreiten und zu enden.

Wahrscheinlich gehören zu den Collateralen der weißen Substanz auch gewisse feine Fasern, die in beträchtlicher Anzahl zwischen den Pyramiden bis in die obere Region des Ammonshornes aufsteigen, um schließlich in der ganzen Dicke der Zona radiata und in einem Theile des Stratum lacunosum sich zu verästeln und zu enden (Fig. 3 *d, e*). Einige dieser Fasern verfolgen sich leicht bis in die weiße Substanz (*e*); andere biegen sich, im Stratum oriens angelangt, um und verlaufen mehr oder weniger wellenförmig und gewunden, Elemente, welche Endigungen stärkerer Collateralen zu sein scheinen, die dieser Lage ganz besonders angehören (Fig. 3 *d*).

3) Stratum oriens (Zone der polymorphen Zellen der typischen Rinde). Einige der Elemente dieser Lage wurden bereits von L. SALA beschrieben, doch verdanken wir erst SCHAFFER eine genaue Schilderung der Achsencylinder dieser Zellen, welchem zufolge dieselben vollkommen mit den innersten Nervenkörpern der typischen Hirnrinde übereinstimmen. Wir theilen das Stratum oriens in zwei Unterabtheilungen, a) in eine untere oder die Zone der spindelförmigen und unregelmäßigen Zellen und b) in eine obere oder die geflechtartige Zone.

a) Die untere Zone, die an die weiße Substanz angrenzt, enthält in der Regel spindelförmige oder dreieckige Zellen, deren Längsachse

den Fasern des Alveus parallel verläuft, und deren Dendriten sich zwischen denselben verlieren. Der Achsencylinder dieser Gebilde verhält sich, wenigstens in gewissen Fällen, wie derjenige der sogenannten sensiblen Zellen von GOLGI oder denen seines II. Typus und verlor, indem er unter reichen Verästelungen nach oben verlief, seine Individualität. Seine am weitesten eindringenden Äste endigten zwischen den Pyramiden mit circumcellulären Verästelungen (Fig. 8 b).

In anderen Fällen zeigten diese Zellen, während sie ganz und gar in der weißen Substanz des Alveus lagen (Fig. 8 a), einen lang aufsteigenden nervösen Fortsatz (siehe weiter unten). Bei vielen dieser Elemente endlich war der Verlauf der Achsencylinder in Folge des Gewirres sich kreuzender Fasern dieser Gegend des Ammonshornes nicht zu bestimmen.

b) Die obere Zone der Schicht der polymorphen Zellen ist viel dicker und verdient ihres Verhaltens wegen den Namen der geflechtartigen Zone (*Zona plexiforme*, CAJAL). Dieselbe stellt die Gegend dar, in welcher die unteren Dendritenbüschel der Pyramiden und die Collateralen ihrer Achsencylinder zusammenkommen. Zugleich enthält dieselbe, wie SCHAFFER richtig angiebt, besondere Zellen, welche in drei Arten zerfallen: 1) Zellen mit aufsteigendem Achsencylinder, 2) Zellen mit absteigendem nervösem Fortsatze, und 3) Zellen mit horizontalem Achsencylinder von großer Ausdehnung und ungemein reicher Verästelung zwischen den Pyramiden.

1) Die Zellen mit aufsteigendem Achsencylinder wurden zuerst von SCHAFFER beobachtet, der dieselben mit Recht denen vergleicht, die MARTINOTTI und wir aus der typischen Rinde beschrieben haben. Diese Elemente besitzen im Allgemeinen einen geringeren Durchmesser, sind spindelförmig oder dreieckig, da und dort in der ganzen Dicke der Zone, von der wir eben handeln, gelegen; jedoch im Ganzen eher in den an die Pyramiden angrenzenden Gegenden zu finden. Ihre Dendriten verlaufen bald horizontal, bald absteigend und verlieren sich vorzugsweise in der Nähe der weißen Substanz. Dieselben sind uneben und mit kurzen Spitzen versehen, um sich den Collateralen anzupassen, welche durch das Stratum oriens hindurchziehen.

Was den aufsteigenden nervösen Fortsatz betrifft, so sind zwei Gestaltungen desselben zu unterscheiden, erstens Zellen, deren Achsencylinder in der Höhe der Molekularzone vor Allem in der Ebene der markhaltigen horizontalen Fasern des Stratum lacunosum sich verästelt und endet. Diese von SCHAFFER zuerst beschriebenen Zellen sind unserer Ansicht nach wenig zahlreich, und fanden wir in einigen 30 versilberten Ammonshörnern des Kaninchens und Meerschweinchens nur acht

oder zehn derselben (Fig. 4 A). Eine zweite Form dieser aufsteigenden Achsencylinder bog sich in gewisser Höhe der suprapyramidalen Lage oder der Zona radiata um, um sich verästelnd zwischen den tiefer gelegenen Pyramiden zu enden.

Dieser auffällige Typus ist reichlicher vertreten als der andere, war jedoch offenbar in SCHAFFER'S Präparaten nur sehr unvollkommen gefärbt, wesshalb er, nach seinen Abbildungen zu urtheilen, weder die Endigungen dieser nervösen Fortsätze, noch ihre sehr zahlreichen absteigenden Collateralen gesehen hat. Wie die Fig. 4 bei B, C und E zeigt, gehen diese Achsencylinder von dem oberen Ende der betreffenden Zellen ab, durchlaufen senkrecht die Zone der Pyramiden und beschreiben in verschiedenen Höhen des Stratum radiatum einen mehr oder weniger offenen Bogen, um wiederum geraden Weges und dem aufsteigenden Abschnitte parallel gegen die Zone der Pyramiden und die oberen Theile des Stratum oriens zurückzukehren. Dann endet derselbe mit einer wunderbar reichen Verästelung von horizontalen und zurücklaufenden Fäserchen, die zwischen die Körper der Pyramiden eindringen und um dieselben einen an gewundenen und varicösen Fäserchen ungemein reichen Plexus bilden. Einige Endästchen verlieren sich auch in der Subzona plexiformis des Stratum oriens, doch ist ein solches Verhalten eher als eine Ausnahme zu betrachten (Fig. 4).

Die Collateralen dieser Achsencylinder zeigen einen sehr bemerkenswerthen Verlauf und eine eben solche Endigung. Schon von der Höhe ihres Bogens gehen ein oder zwei aufsteigende Äste ab, die sich in den oberen Theilen des Stratum radiatum verästeln und bis zum Stratum lacunosum sich erheben können, wo sie mehr oder weniger horizontal verlaufen. SCHAFFER hat unrichtigerweise diese Collateralen als Endigungen des Achsencylinders selbst aufgefasst, weil es ihm wahrscheinlich nicht gelang, den absteigenden Schenkel derselben zu färben. Viel wichtigere Collateralen gehen außerdem vom aufsteigenden Schenkel der Achsencylinder ab, die, unter rechtem Winkel entspringend, eine Strecke weit horizontal verlaufen, um dann unter rechten Winkeln sich umbiegend zwischen den Körpern der Pyramidenzellen mit dichten und varicösen Verästelungen zu enden, welche denen sich beigesellen, die von den Enden der Achsencylinder selbst abstammen (Fig. 4 B, C).

Das so gebildete Geflecht (Fig. 4 F), an dessen Zusammensetzung noch andere Elemente sich betheiligen, stellt eine der bedeutungsvollsten Einrichtungen des Ammonshornes dar und lässt sich mit Hinsicht auf den Reichthum und die Verbreitung seiner letzten Enden nur mit demjenigen vergleichen, welches die Körper der PURKINJE'Schen Zellen umgiebt. Die besten Färbungen desselben erzielt man mit der Methode

von Cox; das Golgr'sche Verfahren lässt dasselbe auch vortreten, doch weniger sicher und vollständig.

Da die Collateralen und Achsencylinder, die wir eben beschrieben haben, mit ihren Enden einen so bedeutenden Raum einnehmen, so vermag jede Zelle, von der dieselben ausgehen, mit einer bedeutenden Zahl von Pyramiden sich in Verbindung zu setzen.

2) Die Zellen mit absteigendem Achsencylinder (Fig. 5 *g, h*) sind spindelförmig oder dreieckig und stellen Pyramiden dar, die nicht in der gewöhnlichen Ordnung stehen. In der Nähe der Fimbria spärlich, werden dieselben häufiger in der Gegend des Subiculum. Ihre unteren Dendriten verästeln sich und enden im Stratum oriens und der geflechtartigen Zone, während der Hauptstamm derselben die Linie der Pyramiden kreuzt und mit einem dornigen Büschel in der Höhe der Molekularzone endigt. Der Achsencylinder dieser Elemente verhält sich wie derjenige der Pyramiden, steigt mehr oder weniger schief herab und setzt sich in eine Faser des Alveus fort, nachdem er in die Zone der polymorphen Zellen einige Collateralen abgegeben hat.

3) Die Zellen mit horizontalem Achsencylinder (Fig. 5 *a, b, d*) gehören zu den Golgr'schen Zellen der II. Art und sind wahrscheinlich bereits von SALA und SCHAFFER, wenn auch an unvollkommen gefärbten Präparaten, gesehen worden. Dieselben liegen in der ganzen Dicke der Lage polymorpher Zellen und können selbst innerhalb der weißen Substanz vorkommen, doch halten sie im Ganzen die Mitte und obere Gegend des Stratum oriens inne. Bezeichnend ist für dieselben die Größe, die Sternform und die radiäre Anordnung ihrer Dendriten, welche durch ihre Länge und deutlichen Varicositäten sich auszeichnen. Unter diesen Ausläufern zeichnen sich immer einer oder zwei aufsteigende, sehr stark varicöse aus (Fig. 5), welche, die Zone der Pyramiden kreuzend, die Molekularzone erreichen, um da einfach oder mit wenigen Verzweigungen zu enden. Die absteigenden Dendriten haben im Allgemeinen horizontal dem Alveus parallel verlaufende Enden und ermangeln stets der Spitzen und Dornen, die für diejenigen der Pyramiden so bezeichnend sind.

Die Achsencylinder dieser Elemente zeigen eben so bedeutungsvolle Verhältnisse, wie diejenigen der Zellen mit aufsteigenden nervösen Fortsätzen. Dieselben sind dick, verlaufen horizontal oder schief und zerfallen in mehrere dicke Äste, die nach verschiedenen Seiten aus einander treten, jedoch im Allgemeinen das Bestreben haben, gegen die Zone der Pyramiden aufzusteigen. Die große Ausdehnung dieser Äste und ihr unregelmäßiger Verlauf macht es begreiflich, dass dieselben nur sehr selten in Schnitten in ihrem ganzen Verlaufe sichtbar sind;

sich mit dem Plexus von Collateralen dieser Zone in Verbindung setzen. Der aufsteigende Stamm bleibt bis zur Zona radiata ungetheilt. Hier angelangt giebt derselbe zahlreiche Nebenäste ab und zerfährt in verschiedenen Höhen des Ammonshornes in ein Büschel von divergirenden Fasern, die bis in die Molekularschicht gelangen können. Beide Arten Ausläufer zeigen varicöse und stark dornige Äste, wie schon SCHAFFER sah, und wie solche auch an den typischen Rindenpyramiden von mir entdeckt wurden. Ein solches Verhalten zeigt auch ausnahmslos das Vorkommen von zahlreichen Endigungen von Achsencylindern um die betreffenden Dendriten an.

Der Achsencylinder entspringt entweder vom Zellkörper oder von einem starken protoplasmatischen Ausläufer, steigt mehr oder weniger schief herab und setzt sich mit einer Nervenfasern des Alveus fort, jedoch nicht ohne vorher während seines Verlaufes durch das Stratum oriens zwei, drei oder mehr verästelte Collateralen abgegeben zu haben, die zwischen den polymorphen Zellen enden. Die Vereinigung dieser Collateralen mit vielen Ästchen der Zellen von GOLGI's II. Typus erzeugt im Stratum oriens ein ungemein dichtes Geflecht, das durch seine Aufnahme einiger Collateralen der weißen Substanz noch verwickelter wird.

Im Allgemeinen verbinden sich die genannten Achsencylinder mit den Fasern der weißen Substanz einfach durch Umbiegung (Fig. 6); andere Male findet sich eine gabelförmige Theilung derselben in zwei ungleiche Äste, einen zarteren, vom Aussehen einer Collateralen, nach oben und innen verlaufenden, und einen dickeren als eigentliche Fortsetzung des Achsencylinders in entgegengesetzter oder wenigstens ziemlich verschiedener Richtung. Man hüte sich übrigens davor, die feine Theilungsfaser nicht mit jenen tief gelegenen Collateralen zu verwechseln, welche die Achsencylinder in das Geflecht des Stratum oriens senden. Die letzteren lassen sich leicht bis in das Innere desselben und zu ihren feinen Endigungen verfolgen. Erstere geht dagegen, während sie in das Innere des Alveus eindringt, stets in eine der feinen markhaltigen Fasern über, die denselben bilden. Die eben erwähnte Theilung haben wir übrigens bisher nur bei einigen Pyramiden der oberen Gegend des Ammonshornes wahrgenommen.

Das sind im Allgemeinen die Charaktere der Pyramiden. Fassen wir jedoch die der oberen und unteren Region des Ammonshornes genauer ins Auge, so finden wir bald einige Verschiedenheiten heraus.

Die Pyramiden der unteren Region sind, wie bereits GOLGI nachwies, größer und zeigen, je mehr sie dem Hilus der Fascia dentata sich nähern, einen mehr unregelmäßigen Körper und die Dendritenbüschel

nichtsdestoweniger gelingt es nicht selten den Verlauf von einem oder zweien dieser Äste zu übersehen, wie in den Zellen *a*, *b*, *d* der Fig. 5. Solche Äste, anstatt im weiteren Verlaufe dünner zu werden, verdicken sich vielmehr und zeigen Varicositäten, indem sie schief gegen die Zone der Pyramiden verlaufen, unter welcher sie horizontal auf lange Strecken dahinziehen. In diesem Verlaufe geben sie eine große Anzahl vertikaler Collateralen ab, die unregelmäßig hin und her gebogen verlaufend und varicos zusammen mit den Enden der Achsencylinder selbst an dem ungemein dichten Nervengeflechte sich betheiligen, welches die Körper der Pyramiden umgiebt und an dem, wie wir eben sahen, auch die Enden der Achsencylinder der Zellen mit aufsteigendem nervösem Fortsatze sich betheiligen. Im Allgemeinen hat es uns geschienen, dass die letztgenannten Zellen den oberen Theil des Plexus versorgen, während der untere von den Körperchen mit horizontalem Achsencylinder gebildet wird.

4) Schicht der Pyramiden (entspricht der Lage der großen und kleinen Pyramiden der typischen Rinde). Diese Elemente wurden von GOLGI sehr gut beschrieben, der zuerst die Unterschiede ihrer beiderlei protoplasmatischen Ausläufer, der aufsteigenden oder der Äste, und der absteigenden oder der Wurzeln schilderte, eben so wie die Eigenthümlichkeiten ihrer Achsencylinder, die er in die weiße Substanz verfolgte. Die nachfolgenden Beobachtungen von SALA und SCHAFFER haben diese Angaben bestätigt und durch einige wichtige Einzelheiten vermehrt.

Beim Kaninchen, dem Meerschweinchen und der Maus ist die Schicht der Pyramiden dick, scharf begrenzt und mit drei bis vier Reihen von Zellenkörpern versehen, zwischen denen nicht mehr Raum sich findet, als genügt, um die oben beschriebenen feinen Verästelungen aufzunehmen. Beim Menschen dagegen sind die Zellenkörper weiter von einander entfernt und stellen eine breite, schlecht begrenzte Lage dar, die ganz an die der mittleren und großen Pyramiden der gewöhnlichen Hirnrinde erinnert. Im Allgemeinen enthalten die oberen Lagen kleinere Zellen als die unteren, und hat daher SCHAFFER wohl Recht, wenn er annimmt, dass in diesem Theile des Ammonshornes die großen und kleinen Pyramiden der typischen Rinde vertreten sind.

Die Eigenschaften der Pyramiden des Ammonshornes stimmen im Allgemeinen mit denen des Gehirns überein, immerhin unterscheiden sie sich durch zwei Charaktere, die Spindelform oder Eiform des Zellenkörpers und den Mangel von seitlichen Dendriten an demselben. Als Ersatz findet sich eine mächtige Entwicklung der Basilarfortsätze und stellen diese Büschel dar, welche in das Stratum oriens eingetreten

kürzer und gröber. Eine andere bemerkenswerthe, von SCHAFER entdeckte Eigenthümlichkeit, die wir bestätigen können, besteht darin, dass der Achsencylinder nach kurzem Verlaufe eine so dicke Collaterale abgibt, dass dieselbe mehr wie ein Theilungsast erscheint. Dieser dicke Ast steigt, nachdem er ein oder zwei Ästchen den oberen Theilen des Stratum oriens abgegeben hat (Fig. 6 a), durch das Stratum radiatum bis zum Stratum lacunosum herauf, wird horizontal und gestaltet sich zu einer der markhaltigen Nervenfasern, welche diesen Theil des Ammonshornes kreuzen (Fig. 3 E und 2 E).

In der Gegend unterhalb der Fimbria entsteht durch die Gesamtheit der aufsteigenden Collateralen ein Gitter vertikaler Fäserchen, welches, sobald das Stratum erreicht ist, sich zertheilt und dessen Elemente im Stratum lacunosum in besonderen strahligen Zügen mit den markhaltigen Fasern dieser Lage sich fortsetzt. Bei genauer Untersuchung dieser horizontalen Fäserchen lassen sich dieselben bis zum Subiculum verfolgen, wo sie mit feinen Verästelungen enden, die einen nicht unbedeutenden Raum der Rinde einnehmen. In guten Präparaten erkennt man außerdem, dass die genannten horizontalen Elemente unter rechten oder spitzen Winkeln feine Ästchen abgeben, die vorzugsweise in der unterliegenden Zona radiata oder in der Dicke des Stratum lacunosum selbst sich verästeln. Vermöge dieser aufsteigenden Collateralen vermag eine große Pyramide der unteren Region des Ammonshornes mit einer großen Zahl von Dendritenbüscheln der Pyramiden der oberen Region sich in Verbindung zu setzen.

Ein anderer bezeichnender Charakter der großen Pyramiden der unteren Region des Ammonshornes ist folgender. Der Stamm ihrer aufsteigenden Dendriten zeigt da, wo er sich in Verbindung mit den Achsencylindern der Fascia dentata befindet, große seitliche Auswüchse, wahre Warzen, die zwischen sich Einbuchtungen besitzen, die dazu bestimmt sind, die eben genannten Achsencylinder aufzunehmen (Fig. 6 e). Solche Auswüchse fehlen an den Pyramiden der oberen Region, was nicht auffallend ist, da dieselben statt mit gröberen Fasern nur mit feinsten Collateralen in Berührung kommen. Dagegen besitzen diese Stämme viele kurze, feine, schief oder gerade abstehende Dornen (Fig. 6 d).

Kommen an den Achsencylindern der Pyramiden der oberen Region des Ammonshornes aufsteigende Collateralen vor? Nicht selten findet man in besonders guten Präparaten dieses Theiles der Rinde und in der Höhe der Zone der Pyramiden eine große Zahl von feinen geschlängelten Nervenfasern, die zu der benachbarten Zona radiata aufsteigend mit wenigen Verästelungen von großer Zartheit enden. Der

Ursprung dieser Fasern, die wir schon früher erwähnten, scheint nicht auf die vertikal verlaufenden Achsencylinder der Pyramiden, von denen wir handeln, zurückzuführen, noch auf die Fasern der weißen Substanz, d. h. auf die längs des Alveus verlaufenden horizontalen Ausläufer der genannten Zellen.

Wenn man die Zone der polymorphen Zellen, der Pyramidenzellen und des Stratum radiatum an WEIGERT-PAL'schen Präparaten untersucht, so ergeben sich sowohl Übereinstimmungen als auch Verschiedenheiten von nach der Methode von GOLGI gefärbten Objekten. So bemerkt man sofort, dass die Achsencylinder der Pyramidenzellen eine Markscheide besitzen, die bei vielen Zellen erst in den mittleren Theilen des Stratum oriens beginnt. Eben so besitzen Myelinhüllen die aufsteigenden Theile der Achsencylinder der Zellen mit aufsteigendem nervösen Fortsatze, eben so der Stamm und die dicken mehr oder weniger horizontal verlaufenden Äste der Achsencylinder der Zellen mit horizontalem nervösen Fortsatze. Auf der anderen Seite sind marklos die feinen Collateralen aller ebengenannten Achsencylinder und der dichte Nervenfilz der Pyramidenzone (Fig. 7). Von den aufsteigenden Collateralen haben die dicken in der unteren Region des Ammonshornes und unter der Fimbria entstandenen Markscheiden, während die feinen Collateralen der oberen Region dieser Hüllen ermangeln.

Im Verlaufe der Myelinhüllen bemerkt man konstant Unterbrechungen, die den RANVIER'schen Einschnürungen entsprechen.

3) Stratum radiatum (Fig. 7 E). Diese Schicht zusammen mit den folgenden, dem Stratum lacunosum und moleculare, sind der oberflächlichsten oder molekulären Zone der typischen Hirnrinde gleichwerthig.

Das Stratum radiatum stellt eine gebogene Lage dar, die von oben durch das Stratum lacunosum oder die weiße Zwischenlage des Ammonshornes und von unten durch die Zone der Pyramiden begrenzt wird. In dieser Lage befinden sich die peripherischen Dendritenbüschel der Pyramiden, die mit ihren zahlreichen in einander greifenden dornigen Ästen ein sehr reiches protoplasmatisches Geflecht bilden. Dieser Plexus wurde von GOLGI, SALA und SCHAFFER genau untersucht, deren Angaben jedoch nicht vollkommen übereinstimmen. Die zwei ersten Gelehrten sind der Meinung, dass die genannten Dendriten sich bis zur Oberfläche des Stratum moleculare erstrecken und da mit Neurogliazellen und Gefäßen sich in Verbindung setzen, während SCHAFFER solche Verbindungen nicht zu finden im Stande war, und behauptet, dass die Enden besagter Dendriten die Molekularzone erreichen und da schief oder

horizontal verlaufend mit Knöpfchen in der Nähe der Fascia dentata enden. Hiermit stimmen wir fast vollständig überein. Im Allgemeinen sammeln sich die Endäste der Dendritenbüschel in der Molekularzone und in der Lamina medullaris involuta an, außerdem endet aber ein guter Theil derselben, sowie alle Seitenäste der Stämme, in verschiedenen Höhen in der Dicke des Stratum radiatum und lacunosum.

Die untersten dieser Seitenäste gehen da ab, wo die Dendritenstämme in das Stratum radiatum eintreten (Fig. 6 a).

Weder SALA noch SCHAFER beschreiben Nervenzellen in der Zona radiata. Solche sind auch in der That nicht zahlreich, kommen aber doch bestimmt vor und lassen sich vier Formen derselben unterscheiden.

1) Pyramiden ausser Rang und Ordnung (P. dislocadas R.). Eiförmig oder pyramidal von Gestalt, und eben so gelagert wie die typischen Pyramiden, besitzen dieselben einen oder zwei in das Stratum oriens absteigende Äste, einen aufsteigenden Dendritenstamm zu den Strata lacunosum und moleculare und einen im Alveus sich verlierenden vertikalen Achsencylinder. In der Fig. 5 h g ging der Achsencylinder seitlich oder vom oberen Ende des Zellenkörpers ab, um dann mit einem Bogen einen absteigenden Verlauf anzunehmen.

2) Sternförmige oder dreieckige Zellen (Fig. 5 e f). In der ganzen Dicke des Stratum radiatum gelegen und häufiger als die vorigen besitzen dieselben drei, vier und mehr Dendritenäste, die sich ziemlich häufig dichotomisch verästeln und ein varicöses Aussehen zeigen. Die stärksten dieser Ausläufer verlaufen gewöhnlich parallel der Rinde über große Strecken und außerdem fehlen auch absteigende Äste nicht, die unter Umständen die Zone der Pyramiden kreuzend bis in das Stratum oriens gelangen. Der Achsencylinder entsteht seitlich vom Zellenkörper oder von einem dicken Dendritenaste und löst sich horizontal oder schief verlaufend in eine weit ausgebreitete Verästelung feiner varicöser Fäserchen in der Dicke des Stratum radiatum auf, ohne eine bestimmte Richtung zu bevorzugen (Fig. 4 H u. G). In Fig. 5 e konnte der Achsencylinder nur auf eine kurze Strecke verfolgt werden; in Fig. 4 G gingen einige Endäste des Achsencylinders in das Stratum lacunosum.

3) Dreieckige und spindelförmige Zellen (Fig. 8 e, f), mit unteren Dendriten, die bis zum Stratum oriens reichen, und aufsteigenden solchen, reichlich verästelten, die bis zur Molekularzone gehen, endlich mit aufsteigenden Achsencylindern, die im Stratum lacunosum mit varicösen zumeist horizontalen Enden ausgehen. Diese Elemente könnten den früher beschriebenen des Stratum lacunosum gleichwerthig erachtet werden, ausgenommen dass sie aus ihrer Lage weiter abwärts gerückt wären.

4) Zellen mit absteigendem Achsencylinder (Fig. 5 i, Fig. 8 d, g). Bei gewissen spindelförmigen oder dreieckigen Zellen steigt der Achsencylinder, nach Abgabe von Ästchen in der Zona radiata, vertikal in die Zone der Pyramiden herab und theiligt sich an der Bildung des dichten hier vorkommenden Geflechtes (Fig. 5). In einigen Fällen giebt der nervöse Fortsatz in erster Linie einige Ästchen in das Stratum lacunosum ab (Fig. 5 i).

Zur Vervollständigung der Beschreibung des Stratum radiatum ist noch beizufügen, dass an der Bildung desselben auch viele Nervenfasern sich theiligen und zwar: 1) die Collateralen der Achsencylinder der Zellen mit aufsteigendem nervösem Fortsatze (Fig. 4 B, C), 2) feine Ästchen der dicken aufsteigenden Collateralen, die zum Stratum lacunosum ziehen (Fig. 4 A), 3) Verästelungen des Achsencylinders der besonders sternförmigen Zellen des Stratum radiatum (Fig. 4 H, G), 4) Verästelungen der feinsten aufsteigenden Collateralen, die in der oberen Region des Ammonshornes vorkommen; 5) Collateralen aufsteigender Achsencylinder, die aus der weißen Substanz oder dem Alveus herkommen (Fig. 5 a, g).

5) Stratum lacunosum (Stratum medullare medium). Diese Schicht enthält unregelmäßig gelagerte Zellen und sehr viele dem Ammonshorn concentrisch verlaufende markhaltige Fasern.

a) Nervenfasern. Dieselben bilden parallele Bündel, die von der unteren Zone des Ammonshornes abstammend bis zum Subiculum sich erstrecken. Diese Fasern bilden nur in einer Gegend eine selbständige Schicht und zwar in der oberen Region des Ammonshornes, d. h. der Fimbria. In der Höhe dieser und in der unteren Region nehmen sie den ganzen Zwischenraum ein, welche die Lage der Pyramiden von der Schicht der polymorphen Elemente der Fascia dentata trennt.

Der Ursprung dieser Fasern ist mannigfach. Versilberungen lehren, dass, wie SCHAFFER gezeigt hat, ein guter Theil derselben aus aufsteigenden Collateralen besteht, die von der vertikalen Verlaufsstrecke der Achsencylinder der großen Pyramiden der unteren Region des Ammonshornes entspringen. Andere Fasern, die der genannte Forscher ebenfalls hervorhebt, sind nichts Anderes als die hier sich vereinigenden Endverästelungen der aufsteigenden Achsencylinder der Elemente des Stratum oriens.

Unsere Beobachtungen stimmen im Ganzen mit denen von SCHAFFER überein, doch fügen wir einige Einzelheiten bei. Wie wir finden, nehmen folgende Faserarten an der Zusammensetzung des Stratum lacunosum Theil:

α) Feinste aufsteigende Collateralen, aus der weißen Substanz des Alveus hervorgehend. Ein Theil derselben verästelt sich und verliert sich im Stratum oriens oder zwischen den Körpern der Pyramiden; ein anderer Theil jedoch dringt weiter nach oben und tritt zwischen die Bündel des Stratum lacunosum. Diese Collateralen finden sich in beiden Regionen, der oberen und der unteren des Ammonshornes, sind jedoch in der letzteren besonders zahlreich, besonders in der Höhe des Hilus. Zu beachten ist, dass die Collateralen der letztgenannten Region die ganze Zona radiata, lacunosa und molecularis erfüllen, mit anderen Worten es bilden dieselben keine besondere Faserschicht, wie diejenige der oberen Region und des vorderen Randes des Ammonshornes. Man vergleiche die Fig. 14, in der das Gewirr der Collateralen der unteren Region mit Einschluss der groben Fasern von SCHAFFER dargestellt ist.

β) Dicke Collateralen, die ausschließlich in der unteren Region des Ammonshornes aus den vertikalen Stämmen der Achsencylinder der großen Pyramiden entstanden sind. Diese von SCHAFFER gut beschriebenen Fasern, von denen eine oder zwei auf jeden Achsencylinder kommen, verästeln sich in der Dicke des Stratum radiatum oder höher oben in der Art, dass oft eine Collaterale zwei oder mehr Ästchen der Bündel des Stratum lacunosum bildet.

γ) Endfasern, die aus der weißen Substanz stammen. Diese Fasern sind sehr stark und senden gewöhnlich Collateralen in das Stratum oriens und die Zona radiata. Ihre Endverästelungen in der Höhe des Stratum lacunosum sind varicös und bilden ein dichtes Geflecht, welches die Zellen dieser Lage umgibt (Fig. 3b).

δ) Endverästelungen jener Varietät von aufsteigenden Achsencylindern, die keine Collateralen an den interpyramidalen Plexus abgeben. Diese Fasern charakterisiren sich durch ihre Dicke, durch den Mangel von Verästelungen in der Lage der polymorphen Zellen und dadurch, dass sie gewöhnlich mit einer gabeligen Spaltung enden, deren Theiläste in entgegengesetzten Richtungen das Stratum lacunosum durchziehen (man sehe die Zellen *a* in Fig. 8 und *A* in Fig. 4).

ε) Nervenfasereudigungen der Zellen der Zona radiata, deren Achsencylinder aufsteigt (Fig. 8 *e, f*).

ζ) Nervenfasereuden der Elemente des Stratum lacunosum.

Wie man sieht ist die Zusammensetzung des Stratum lacunosum sehr verwickelt, viel mehr als man nach der Schilderung von SALA erwarten konnte. Nach diesem Beobachter stellen die parallelen Fasern dieser Schicht in ihrer Mehrzahl Fortsetzungen der Achsencylinder der großen Pyramidenzellen dar, die im Hilus ihre Lage haben. Nach einem variablen

Verläufe könnten diese nervösen Ausläufer die Fasern des Alveus und der Fimbria erreichen. Diese Behauptung scheint mir nicht begründet zu sein und wahrscheinlich darauf zu beruhen, dass die starken aufsteigenden Collateralen der unteren Region des Ammonshornes (die Collateralen von SCHAFFER) für Achsencylinder von Pyramiden gehalten wurden.

b) Nervenzellen (Fig. 8 *m, i, h*). Diese Elemente sind sehr zahlreich und bilden eine unregelmäßige Lage, die dem Ammonshorne parallel läuft und mit markhaltigen Fasern untermischt ist. Ihre Gestalt ist in der Regel dreieckig, mit der Basis nach oben, doch kommen dieselben auch sternförmig vor. Die Dendriten sind auf- und absteigend und gehen die letzteren meist von einem dicken Stamme aus, der sich bald gabelt. Andere Male entspringen diese Äste gesondert, vom unteren Ende ihrer Zelle, steigen nabezu geradlinig in die Zona radiata herab, kreuzen die Pyramiden und enden nach einigen weiteren Theilungen im Stratum oriens. Die oberen Dendriten treten bald aus einander und verlaufen mehr oder weniger horizontal im Stratum lacunosum, um mit ihren sehr feinen Enden in dieser Zone oder in der Molekularschicht oder in Beiden auszugehen.

Der Achsencylinder dieser Zellen entspringt in der Regel von den Seiten derselben, verläuft im Allgemeinen horizontal zwischen den Nervenfasern des Stratum lacunosum und endet in demselben mit einer ausgebreiteten Verästelung von aus einander tretenden meist horizontalen Ästchen. Viele dieser Fasern nehmen an der Bildung der horizontalen Nervenbündel des Stratum lacunosum Theil; andere steigen auf, um in verschiedenen Höhen der Molekularschicht zu enden. In den Fällen, in denen diese Achsencylinder sehr stark sind, lassen sie sich, wenn auch selten, in einem Schnitte ganz übersehen, gewöhnlich aber sind dieselben, bevor sie ihre Endverästelungen eingehen, in derselben Höhe wie die Zellen durchschnitten. In einigen Fällen sahen wir auch Zellen, deren Achsencylinder in der Zone der Pyramiden sich ausbreitete (Fig. 8 *g*), welche Elemente auch mit denen identisch zu sein scheinen, welche wir beim Stratum radiatum als »Zellen mit absteigendem Achsencylinder« beschrieben haben.

Im Ganzen sind die Elemente der lacunösen Schicht schwer zu färben und noch seltener ist ihr Achsencylinder in seinem gesammten Verlaufe sichtbar zu machen.

In Schnitten des Ammonshornes des Meerschweinchens und Kaninchens gewahrt man nicht selten nach vorheriger Färbung nach WEIGERT stärkere Nervenfasern mit zwei oder drei Einschnürungen, welche aus der Zona lacunosa gegen den Alveus herabsteigen. Diese Röhren, die vorzugsweise in der oberen Region des Ammonshornes ihren Sitz

haben, entsprechen entweder aufsteigenden Achsencylindern von Zellen aus dem Stratum der polymorphen Körper, oder stellen vielleicht nervöse Endausbreitungen von Zellen von Golgi's I. Typus dar, die aus der weißen Substanz herausgetreten sind. Ohne uns in dieser Beziehung mit Bestimmtheit aussprechen zu können, halten wir doch die letztere Möglichkeit für die wahrscheinlichere (Fig. 7 d).

7) *Stratum moleculare*. In dieser oberflächlichsten Zone des Ammonsbornes enden die letzten Ausläufer der Dendritenbüschel der Pyramiden. Außerdem enthält dieselbe neben vielen Nervenfasern, deren Herkunft schwer zu ermitteln ist, zweierlei Nervenzellen, stern- und spindelförmige.

a) Die sternförmigen Zellen sind klein, besitzen schlanke, stark varicöse Dendriten, die nach verschiedenen Richtungen, vor Allem aber parallel der Oberfläche dahinziehen.

Der Achsencylinder dieser Elemente ist zart, verläuft ziemlich horizontal und löst sich in eine sehr reiche Endverästelung von feinen varicösen Fäserchen auf, die vorzugsweise in der Richtung der Molekularzone verlaufen (Fig. 5 n, m). Die Zelle n Fig. 5 besaß eine sehr ausgebreitete solche Verästelung, während die Zelle m eine weniger reiche Endigung darbot.

Diese Sternzellen hat schon SCHAFER gesehen und eine derselben abgebildet, die in der Höhe des *Stratum moleculare* (in der *Lamina medullaris involuta*) sich verästelte.

b) Die Spindelzellen sind schlank, liegen horizontal und entsprechen wahrscheinlich den spindelförmigen pluripolaren Elementen, die wir aus der typischen Hirnrinde beschrieben haben. Die Haupt-eigenthümlichkeit dieser Elemente ist, dass ihre beiden polaren Ausläufer im Verlaufe sich verfeinern und Ästchen abgeben, die nach und nach, je weiter sie vom Zellkörper sich entfernen, das Aussehen von Nervenfasern annehmen (Fig. 4 J). Im Übrigen sind diese Zellen un-gemein selten und haben wir in mehreren hundert Schnitten nur zwei derselben gefunden. Die in Fig. 4 J dargestellte war sehr typisch und ganz oberflächlich in der Molekularschicht gelegen.

Die alleräußerste Lage der Molekularschicht geht unter dem Namen der Kernzone oder *Lamina medullaris involuta*. Diese Schicht enthält markhaltige Fasern, die in WEIGERT'schen Präparaten eine um so dickere Lage bilden, je mehr dieselbe dem *Subiculum* sich nähert. In der Nähe desselben vereinigen sich die markhaltigen Fasern des *Stratum lacunosum* und die der *Lamina medullaris involuta* und geht die so entstandene dicke Fasermasse in die Lage markhaltiger Fasern der Molekularlage des *Subiculum* über.

Die Fasern der Kernzone oder Lamina medullaris involuta stammen nach SCHAFFER von drei Gegenden, und zwar a) vom Subiculum, b) von den obersten Ästen der aufsteigenden Achsencylinder und c) von den nervösen Verästelungen der sternförmigen Zellen der Molekularzone. Mit den beiden ersten Annahmen stimmen wir vollkommen überein, was dagegen die dritte betrifft, so erscheint dieselbe uns sehr zweifelhaft, indem wir unmöglich annehmen können, dass die zarten Endausbreitungen der Achsencylinder der betreffenden Zellen eine Myelinscheide besitzen. Der Hauptfaserzug kommt wahrscheinlich vom Subiculum und erscheint, wie wir später sehen werden, der obere Theil dieser Lage oder Organs von aufsteigenden Achsencylindern durchzogen, welche, nachdem sie die Molekularzone erreicht haben, in das Ammonshorn eintreten, und wiederholt in der Lamina medullaris involuta sich verästeln.

Fascia dentata.

Wie wir schon weiter oben aus einander setzten, kann man die Fascia dentata als einen hohlkehrlartigen Streifen von Gehirnrinde betrachten, welcher der Molekularzone des Ammonshornes beigelegt und so angeordnet ist, dass er mit seiner Kehle oder Aushöhlung das Ende oder den dünnen Rand dieses letzten Körpers umschließt (Fig. 2).

Die Fascia dentata besteht aus den drei Hauptlagen der typischen Rinde und des Ammonshornes: 1) »der äußeren oder der Molekularzone, 2) derjenigen der Körner (übereinstimmend mit den Pyramiden des Gehirns) und 3) der Zone der polymorphen Zellen«.

A. Molekularzone (Fig. 9 A). Sie ist die oberflächlichste der Lagen, welche die Fascia dentata bilden und besteht gleich allen Zonen, welche den genannten Namen führen, aus zwei Arten von innigst unter einander vermischten Fasern und zwar: aus protoplasmatischen, dornigen Ausläufern der unten liegenden Zellen und aus nervösen Endfäserchen. Außerdem umschließt sie besondere nervöse Körper, von denen eine Art von L. SALA beschrieben wurde. Die nervösen Körper, welche uns zu beobachten gelang, sind:

a) Dreieckige Zellen oder aus der Lage gertückte Körner (*granos dislocados R.*). Diese Körperchen gleichen ganz denen, welche das darunter liegende Stratum granulosum bilden, mit der Ausnahme, dass sie dreieckig oder halbmondförmig sind und sich in verschiedenen Ebenen der molekularen Zone befinden (Fig. 10 a). Aus dem äußeren Theile ihres Körpers entspringen drei oder mehr aufsteigende Ausläufer, welche sich in genannter Lage verlieren, indem sie in ihren Umrissen starke Unregelmäßigkeiten und an manchen

Stellen wirkliche Dornen zeigen. Der Achsencylinder steigt manchmal direkt herab, andere Male verläuft er in horizontaler Richtung, weit über der Körnerlage, um nachher senkrecht durch die Körner hernieder zu gehen und endlich, wie die nervösen Ausläufer der Körner, d. h. mit einer moosartigen Faser der Zona lucida oder suprapyramidalis zu enden (Fig. 10 a). Wenn das aus der Lage gertickte Korn hoch genug liegt, wie man in der Fig. 12 a sehen kann, so ist es nicht selten, dass der Achsencylinder in der molekularen Zone schon einige Collateralen liefert, welche sich verzweigen und im unteren Drittel dieser enden.

b) Zellen mit kurzem Achsencylinder. Dieselben müssen in oberflächliche und tiefe eingetheilt werden.

Die oberflächlichen sind birn-, ei- oder spindelförmig, von geringer Größe und zeigen feine, protoplasmatische, in der Regel horizontale oder absteigende Ausläufer (Fig. 9 f, g, h). Der sehr dünne, nervöse Ausläufer endet in geringer Entfernung im äußeren Theile der molekularen Zone mit einer zarten und wenig ausgebreiteten, baumähnlichen Verästelung. Eine dieser Zellen wurde durch SALA dargestellt.

Die tiefen Zellen sind umfangreicher, von dreieckiger oder sternförmiger Gestalt und liegen in der unteren Hälfte der Molekularlage (Fig. 9 e). Ihre protoplasmatischen Zweige verlaufen nach allen Richtungen, unter wiederholten Zweitheilungen; unter denselben sieht man öfters einen oder zwei absteigende Ausläufer, welche, nachdem sie die Lage der Körner gekreuzt haben, aus einander treten und in der Zone der polymorphen Zellen enden. Der nervöse Ausläufer, stärker wie derjenige der oberen Körperchen, hat einen wechselnden Verlauf, indem er sich in zahlreiche feine und varicöse Zweige zertheilt, welche sich durch die molekulare Zone verbreiten. Der größere Theil dieser nervösen Zweigelchen verläuft parallel mit der Fascia dentata, indem dieselben eine bemerkenswerthe Länge erreichen, und dazu beitragen, das nervöse Geflecht zu vervollständigen, das die ganze Dicke der molekularen Zone durchzieht.

Im Allgemeinen zeichnen sich alle Zellen der Molekularlage durch die Dünne der protoplasmatischen Ausläufer und durch den Mangel dorniger Anhänge, oder von größeren Unregelmäßigkeiten im Durchmesser aus. In manchen Fällen ist der Unterschied zwischen dem Achsencylinder und den genannten Anhängen so wenig erkennbar, dass es schwer hält sich über seine Anwesenheit auszusprechen; man erkennt denselben mehr als durch seine Zartheit und Glätte dadurch, dass er rechtwinkelig Collateralen abgiebt. In vielen Fällen kann der funktionelle Ausläufer nicht erkannt werden, obschon in einem solchen Falle ein Fehler in der Färbung nicht ausgeschlossen ist (Fig. 9 a, b, d).

Im Ganzen sind die nervösen Zellen der Molekularlage, mit Ausnahme der Körner, die Körperchen der Nervencentren, deren Achsencylinder sehr kurz ist und eine ganz spärliche Verzweigung aufweist.

B. Lage der Körner oder der eiförmigen Zellen. Diese Zone besteht bei kleinen Säugethieren (Kaninchen, Ratte etc.) aus mehreren Reihen plattgedrückter Zellen, die so arm an Protoplasma sind, dass sie in Karminpräparaten kaum etwas Anderes als Kerne zeigen. Diese Elemente stellen morphologisch die Pyramidenformen der typischen Rinde und des Ammonshornes dar, doch besitzen sie auch besondere Züge, welche erlauben, sie als eine besondere Varietät nervöser Zellen zu betrachten. Erstens fehlen ihnen die protoplasmatischen Ausläufer an der Basis, oder, wenn sie diese besitzen (wie vor Kurzem SCHAFFER nachwies), kommen sie nur ausnahmsweise vor; oben so wenig zeigen sie auch einen protoplasmatischen Stamm, und entspringt der dornige Endbusch direkt aus dem Zellkörper. Ausnahmen bilden demungeachtet die tiefsten Körner, die, obsehon sie die kleinsten sind, einen wirklichen Stamm aufweisen, der frei von Verzweigungen und dornigen Anhängen ist.

Im Übrigen bestätigen unsere Beobachtungen bezüglich der Form, der Größe und des Verhaltens der protoplasmatischen und nervösen Fortsätze der Körner, vollständig die Beschreibungen von GOLGI, L. SALA und SCHAFFER. Übereinstimmend mit den Ansichten dieses letzten Gelehrten haben auch wir nie gesehen, dass sich die protoplasmatischen Ausläufer um die Gefäße anhäufen, noch dass sie sich mit denen der Neurogliazellen verfilzen; im Allgemeinen vertheilen sich die Verzweigungen genannter Ausläufer und enden in der ganzen Dicke der molekularen Zone, obwohl der größere Theil derselben eine mehr oder weniger aufsteigende Richtung einschlägt und an der Grenze der Fascia dentata, an einer Stelle, welche reich an Gefäßen und an Neurogliazellen ist, aufhört. Solche Verzweigungen zeigen ein stark varicöses Aussehen, indem sie an vielen Stellen spitze oder keulenförmige Seitenausläufer haben, wie SCHAFFER sie beschrieben hat, ein Verhalten, das im Allgemeinen in keiner nervösen Zone fehlt, in welcher protoplasmatische Ausläufer mit marklosen, nervösen Endausläufern sich in Verbindung setzen (Fig. 10 A). Der Achsencylinder der Körner ist fein und absteigend, er durchzieht hin- und hergebogen die Zone der polymorphen Zellen, gewinnt an Stärke wenn er die Molekularlage der großen Pyramiden erreicht, und setzt sich manchmal in der Höhe dieser, und manchmal an einer noch höheren Stelle mit einer horizontalen, moosartigen Faser fort (Fig. 10 b).

Nicht selten sieht man genannten Achsencylinder oberhalb der

großen Pyramiden des Hilus in zwei Äste sich theilen von denen jeder eine entgegengesetzte Richtung annimmt; einer derselben (gewöhnlich der dünnere) geht nach dem Inneren des Hilus, indem er sich zwischen den Körpern und Stämmen genannter Zellen verliert; der andere erstreckt sich nach außen oder in der Richtung der vorderen Region des Ammonshornes (*h*).

Während des Verlaufes dieses Achsencylinders durch die äußere Hälfte der Zone der polymorphen Zellen (der plexusartigen oder tiefen Molekularlage) giebt er vier, fünf oder noch mehr feine, geschlängelte, varicöse Collateralen ab, welche in gewissen Fällen starke Anschwellungen und selbst rosettenartige Figuren darbieten. Solche Collateralen, welche von GOLGI, SALA und SCHAFER gut beschrieben worden sind, bilden im äußeren Theile der Lage der polymorphen Körperchen ein sehr dichtes, netzförmiges Geflecht (Fig. 10 *C*), welches besonders um die Elemente dieser Zone sich verdichtet. Im übrigen Verlaufe der Achsencylinder sind die Collateralen sehr selten; trotzdem sieht man manchmal welche, wobei zu bemerken ist, dass diese einen rückläufigen Kurs nehmen und in die Zone der polymorphen Körperchen eintreten, um zu der Bildung des genannten, netzförmigen Geflechtes beizutragen (Fig. 10 *e*).

Wie schon L. SALA angegeben hat, zeigt der weitere Verlauf dieser Achsencylinder (von der molekularen Zone der großen Pyramiden des Hilus an vorwärts) ein sehr bezeichnendes varicöses Aussehen. In gut gefärbten Präparaten des Ammonshornes eines acht Tage alten Kaninchens oder eines eben geborenen Meerschweinchens sieht man leicht, dass es sich hierbei nicht bloß um rundliche oder unregelmäßige Auswüchse handelt, sondern bald um dreieckige, bald um sternförmige protoplasmatische Verdickungen, aus deren Winkel manchmal kurze oder grobe, divergirende Anhänge hervorsprossen und andere Male feine, lange Fasern, welche mit einer knotigen Verdickung enden. Im Ganzen finden wir hier mehr oder weniger vollkommen denselben Zustand, welchen wir bei gewissen verzweigten Fasern des kleinen Gehirns entdeckten, welche wir moosartige (*fibras musgosas*) nannten; wir werden daher, um Umschreibungen zu vermeiden, von nun an dieselbe Bezeichnung auf die Achsencylinder der Körner der Fascia dentata anwenden. In einzelnen Fällen sprosst aus genannten Verdickungen eine absteigende Endfaser, welche, nachdem sie den unteren Theil des Körpers der großen Pyramiden erreicht hat, frei aufhört.

Wo enden die moosartigen Fasern der Fascia dentata?

Nach L. SALA richten sich genannte Fasern nach dem dicken Theile des Ammonshornes, wo sie ein starkes Bündel bilden, welches über den

Riesen-Pyramiden hinzieht, um sich in der Höhe des oberen und vorderen Randes der Fascia dentata zu theilen und zwei Richtungen anzunehmen; eine untere, um sich in den Fasern des Alveus und der Fimbria zu verlieren, und eine obere, aus welchem Bündel das weiße, oberflächliche Fascikel der Fascia dentata und die Kernzone des Ammonshornes hervorgehe.

Nach SCHAFFER'S Meinung verlaufen alle Achsencylinder der Körner, sobald sie die großen Pyramiden des Hilus erreicht haben, bald über, bald unter diesen, um vorwärts zu ziehen, d. h. nach der Region des unter der Fimbria liegenden Theiles des Ammonshornes, wo dieselben, indem sie sich plötzlich umbiegen, einen länglichen Strang bilden, der über den großen Pyramiden in einer Region gelegen ist, die man vacuolisirt nennen könnte, weil dieselbe in den mit Karmin oder Hämatoxylin gefärbten Schnitten, mit zahlreichen hohlen und leeren Räumen durchsetzt erscheint. Diese Regio suprapyramidalis wurde schon von verschiedenen Autoren bemerkt und hervorgehoben und stimmt mit dem Stratum lucidum von HONEGGER überein.

Die Ergebnisse unserer Beobachtungen, die sich auf viele Hunderte von gut gefärbten Schnitten beziehen, stimmen vollständig mit der Beschreibung SCHAFFER'S überein. Nach unseren Beobachtungen steigen ohne Ausnahme alle Achsencylinder der Körner (nach SALA würden sich einige, wie die der Zellen von GOLGI'S II. Typus verhalten), ohne ihre Individualität zu verlieren, zur Lage der großen Pyramiden hernieder (untere Region des Ammonshornes), wo sie, in horizontale Bündel vereinigt, z. Th. zwischen den Körpern dieser, z. Th. unter ihrer Basis, vor Allem aber zwischen dem Geflechte ihrer radialen Stämme verlaufen. An diesen Stellen bildet sich ein sehr dichtes, netzartiges Geflecht, dessen Maschen von den Pyramiden oder den Stämmen ihrer Dendriten eingenommen werden; ein netzförmiges Geflecht, das sich bis in die Höhe der Fimbria verlängert und scharf abgeschnitten beim Beginne der kleinen Pyramiden endet (obere Region des Ammonshornes); an diesem Punkte nehmen beinahe alle moosartigen Fasern einen longitudinalen Verlauf an.

Eine genaue Prüfung dieses interessanten Geflechtes, so wie es in Schnitten parallel zur Zone der großen Pyramiden erscheint, zeigt einige wichtige Einzelheiten: Erstens verlaufen die moosartigen Fasern nicht gerade aus, sondern es beschreiben dieselben große Biegungen, um sich den Wölbungen und Unregelmäßigkeiten der Oberfläche der Pyramiden anzupassen; zweitens beschränken sich genannte Fasern nicht darauf, über die Spitzen dieser Körper zu gehn, sondern sie fügen und passen sich den Unregelmäßigkeiten und den Ausschnitten an, welche, wie wir weiter oben schilderten, ein Theil des Körpers und vor Allem

der aufsteigende Dendritenstamm desselben besitzt; in einigen Fällen gelang es uns zu beweisen, dass die Berührung zwischen den Fasern und den Zellen hauptsächlich in der Höhe der moosartigen Auswüchse stattfindet, welche sich in die Ausschnitte der protoplasmatischen Ausläufer legen, um eine eben so innige Verbindung herzustellen, wie diejenige ist, welche sich im kleinen Gehirne zwischen den parallelen Fäserchen der Molekularlage und den Ausschnitten der Dendriten der Elemente von PURKINJE sich findet¹.

Öfters sieht man Fasern, welche bis zum Alveus herabsteigen, indem sie rechtwinklige Biegungen beschreiben; aber wenn man dieselben genügend weit verfolgt, bemerkt man, dass alle ohne Ausnahme neuerdings in die Höhe gehen, um in die Zone mit Vacuolen des Ammonshornes einzutreten und das Längsbündel von SCHAFER zu bilden. Niemals gelingt es, eine moosartige Faser weder bis zu den Fasern der Fimbria noch bis zum Stratum lacunosum des Ammonshornes zu verfolgen, wesshalb wir glauben, dass SALA irrthümlicherweise z. Th. die aufsteigenden collateralen Fasern der Region der großen Pyramiden, z. Th. die Achsencylinder der Zone der polymorphen Zellen der Fascia dentata, welche wirklich absteigend sind und sich im Alveus und in der Fimbria verlieren, für Moosfasern gehalten hat.

Wie wir eben sagten, verändern die moosartigen Fasern, wenn sie der Fimbria gegenüber angelangt sind, ihre Richtung von hinten nach vorn in die longitudinale, indem sie ein breites Bündel von halbmondartigem Querschnitte bilden, welches die vacuolisirte Zone einnimmt. Die Prüfung von Reihenschnitten des ganzen Ammonshornes beweist, dass genanntes Bündel sich über das ganze Ammonshorn ausdehnt, von seinem oberen Anfange unter dem Corpus callosum an bis zu seinem unteren Ende in der Regio sphenoidalis der Rinde.

Aber wie und wo enden die Fasern des Längsbündels? Diese Frage nahm unsere Aufmerksamkeit voll in Anspruch und veranlasste uns zu ausführlichen Beobachtungen aller Regionen des Ammonshornes, besonders seines oberen und unteren Endes. Nun gut, aus unseren sehr zahlreichen Präparaten folgt, dass weder im oberen noch im unteren Ende der Zone der großen Pyramiden aus der vacuolisirten Region eine einzige moosartige Faser hervorgeht, und dass es Gründe genug giebt, um genanntes Längsbündel und seine moosartigen Auswüchse als eine

¹ Diese Beobachtung bringt uns auf den Gedanken, ob nicht im kleinen Gehirne die Auswüchse der Moosfasern dazu bestimmt seien, auf die Dendriten der Körner einzuwirken und denselben in anderen Gegenden entstandene Erregungen mitzuthellen.

wirkliche, nervöse Endverästelung zu betrachten, welche über den Körpern und Dendritenstämmen der großen Pyramiden gelagert ist.

Die Haupterwägungen, welche veranlassen, uns in diesem Sinne auszusprechen, sind:

1) Den moosartigen Fasern fehlt Mark, ein Umstand, den schon L. SALA und SCHAFFER erwähnen und fügen wir bei, dass man niemals Bündel markhaltiger Fasern, weder aus den beiden Enden (oberes und unteres) des Längsbündels noch im Verlaufe desselben längs des Ammonshornes hervortreten sieht.

2) Die moosartigen Fasern des kleinen Gehirns sind Endverzweigungen, die mit keinem Achsencylinder der Zellen dieses Organs zusammenhängen. Der Analogie nach ist es daher sehr leicht möglich, dass auch diejenigen des Ammonshornes Endverästelungen darstellen, und dass sie wie diejenigen des kleinen Gehirns mit Varicositäten und Büscheln enden. Bei vielen Fasern zeigt sich, dass die Imprägnation bestimmt in der Höhe eines Auswuchses endet.

3) Es giebt keine moosartige Faser, die nicht früher oder später in innige Berührung mit den Körpern oder den Stämmen der großen Pyramiden tritt, und umgekehrt giebt es keine großen Pyramidenzellen, welche nicht in der Höhe ihrer Auswuchse mit einer bedeutenden Zahl moosartiger Fasern sich verbänden.

4) In allen Höhen des Ammonshornes befindet sich die Region der großen Pyramiden in der Höhlung der Fascia dentata, wie wenn beide Regionen ein anatomisches Ganzes und eine physiologische Einheit bildeten.

Aus den vorstehenden Betrachtungen leitet sich ein wichtiger Schluss ab, nämlich der, dass die Körner der Fascia dentata, wenn sie auch einerseits morphologische Eigenschaften besitzen, die sie den Gehirnpyramiden nähern, doch andererseits von diesen durch bemerkenswerthe Verschiedenheiten getrennt sind. Die bedeutendste besteht darin, dass die Achsencylinder der Körner nicht zur weißen Substanz gehen und nicht zur Bildung der Projektions- und Kommissurensysteme beitragen, sondern ein besonderes Fasersystem darstellen, welches bestimmt ist, die Körner der Fascia dentata mit den großen Pyramiden der unteren Region des Ammonshornes in Verbindung zu bringen.

B. Lage der polymorphen Zellen. Diese Zone, welche SCHAFFER ganz richtig mit derjenigen des gleichen Namens der Gehirnrinde verglichen hat, begrenzt sich nach der Oberfläche durch die tiefste Reihe der Körner und nach unten berührt sie dieselbe und hängt innigst mit der molekularen oder netzförmigen Lage des verdünnten Endtheiles des Ammonshornes zusammen.

Die Zone der polymorphen Zellen lässt sich wieder in drei untergeordnete Lagen eintheilen, welche, von außen nach innen, sind: a) die Grenzschicht oder die Lage der Pyramidenzellen, b) die mittlere oder netzförmige Lage und c) die tiefe Lage oder die der spindelförmigen Zellen. Mit Ausnahme der Grenzschicht, welche zum größten Theile mit derjenigen der Körner verschmolzen ist, scheinen diese Unterzonen in den mit Karmin oder Hämatoxylin gefärbten Schnitten mehr oder weniger scharf getrennt. Die mittlere Unterzone erscheint breit, von netzförmigem Aussehen und arm an Zellen, während die untere Unterzone sich wie eine breite Binde darstellt, die aus spindel- oder sternförmigen Körperchen besteht, welche in eine oder zwei ungleiche Reihen geordnet sind.

Grenzschicht. Sie enthält eine nicht zusammenhängende Reihe von Körperchen, welche sich in zwei Arten trennen lassen: Zellen mit aufsteigenden und Zellen mit absteigenden Achsencylindern.

a) Die Zellen mit aufsteigenden Achsencylindern besitzen sehr typische Merkmale. Sie sind meist pyramidenförmig, mit ihrer Basis im äußeren Theile der Zone der polymorphen Zellen eingekellt und mit dem Körper und dem Dendritenstamme zwischen den Körnern gelegen (Fig. 44). Der Dendritenstamm ist dick, beinahe glatt, tritt senkrecht durch die Körnerlage, um bald in dieser, bald mehr peripher sich in zwei oder mehrere glatte Zweige zu theilen, welche unter spitzen Winkeln und varicös geworden in der Höhe der Molekularlage enden. Nicht selten theilen sich diese Stämme sofort in zwei, die eben so sich verhalten wie die Ausläufer der einfachen Stämme.

Manchmal entspringen die zwei aufsteigenden Stämme so weit von einander entfernt, dass die Zellen sternförmig erscheinen (Fig. 42 d).

Die basalen Ausläufer, drei oder mehrere an der Zahl, sind stark varicös, sogar rosenkranzähnlich, und im Allgemeinen kurz. Das Ende der basalen Seitenanhänge befindet sich in der Grenzzone, während der mittlere Ausläufer tiefer herabsteigen und bis zur tiefen Unterzone reichen kann.

Der Achsencylinder entspringt selten aus dem Zellkörper; gewöhnlich kommt er aus dem Seitentheile des aufsteigenden Stammes, selbst aus dem Abschnitte desselben, der die Molekularlage erreicht hat. Während seines aufsteigenden Verlaufes ist genannter Ausläufer dünn und liefert keine Collateralen; sobald derselbe aber die tiefen Theile genannter Zone erreicht hat, nimmt er an Dicke zu und biegt sich plötzlich in rechtem Winkel um, um auf lange Strecken horizontal über den Körnern zu verlaufen. In gewissen Fällen spaltet sich der

Achsencylinder in der Höhe seiner Umbiegung, und verlaufen die beiden Zweige in entgegengesetzten Richtungen.

Wie immer die Form dieser ersten Verzweigungen auch sei, so ist doch das letzte Verhalten der dickeren Zweige dasselbe; nach einem öfters sehr langen und geschlängelten Verlaufe vertheilen sich dieselben mit einer absteigenden varicösen Endverästelung zwischen den unterliegenden Körnern, während aus ihren horizontalen Theilen, unter rechten Winkeln, zahlreiche absteigende Collateralen entspringen, welche ebenfalls unter wiederholten Theilungen mit varicösen Fäserchen in den Zwischenräumen der Körner enden.

So entstehen aus den Verästelungen der gröberen und feineren Zweige der aufsteigenden Achsencylinder zwei nervöse, reiche und verwickelte Plexus; ein supra-granularer im untersten Viertel der molekularen Zone und ein intergranularer, viel feinerer und dichter in der Körnerzone selbst. Dieses letzte, netzförmige Geflecht umfasst nicht die ganze Dicke der Körnerzone, sondern die Hälfte oder die zwei äußeren Drittel; es ist so dicht, dass es in den gut gefärbten Schnitten nach der Methode von COX oder der von GOLGI wie ein dichter Filz erscheint, dessen eiförmige und helle Lücken die Körper der Körner beherbergen. Nach unten wird das netzförmige Geflecht lockerer und endet mit vielen aufsteigenden oder schiefen varicösen Fädchen, welche mit einer Anschwellung aufhören (Fig. 11 und 12 *m* und vor Allem die Fig. 14 *B*).

Die pyramidenförmigen Zellen, von denen wir sprechen, stimmen vollständig mit einer der zwei Varietäten der Zellen mit absteigendem Achsencylinder überein, welche sich im Ammonshorn vorfinden (diejenigen, deren nervöse Zweige circumcelluläre netzförmige Geflechte bilden). Ihre Aufgabe scheint zu sein, eine bedeutende Zahl von Körnern zu gemeinsamer Thätigkeit zu veranlassen.

b) Die Zellen mit absteigendem Achsencylinder sind viel seltener als die vorhergehenden; ihre Figur ist stern- oder spindelförmig und ihre protoplasmatischen Anhänge verlaufen mehr oder weniger horizontal, indem sie sich in der mittleren oder netzförmigen Unterzone theilen und wieder theilen und gezackte Ränder zeigen. Einige von diesen Ausläufern können auch in die Körnerzone eintreten, wie man an der Zelle der Fig. 9 *m* sieht. Was den Achsencylinder betrifft, so sprosst er manchmal aus dem Körper, andere Male aus einem protoplasmatischen Zweige, und indem er durch die unterliegenden Zonen herniedersteigt, tritt er in den Alveus ein.

Netzförmige Unterzone. Sie ist dick, in den Präparaten, welche in Karmin gefärbt sind, von netzförmigem Aussehen und enthält

unregelmäßig vertheilt drei Arten von nervösen Körperchen: Zellen mit aufsteigenden Achsencylindern, Zellen mit absteigenden Achsencylindern, Zellen mit kurzem Achsencylinder oder Zellen der II. Kategorie von GOLGI.

a) Die Zellen mit aufsteigenden Achsencylindern sind von verschiedener Form, von denen die kugelige mit aus einander tretenden Ausläufern die vorherrschendste ist (Fig. 12 d, ee). Ausnahmsweise zeigen dieselben Spindelform, und sind bald senkrecht, bald schief gerichtet (Fig. 12 f). Die protoplasmatischen Anhänge gehen in allen Richtungen aus einander, indem sie sich in der Dicke der netzförmigen Zone verzweigen; man findet aber auch öfters Zellen, welche außer den horizontalen und anders gerichteten Ausläufern einen, zwei oder mehrere aufsteigende solche besitzen, welche nach Art derjenigen der pyramidenförmigen Körperchen, die weiter vorn beschrieben wurden, in der Höhe der Molekularlage sich verzweigen. Endlich findet man manchmal Zellen, welche den pyramidenförmigen mit aufsteigendem Achsencylinder vollständig gleichen, mit keinem anderen Unterschiede, als dass sie anstatt in der Zona limitans zu liegen, weiter unten in der Mitte der netzförmigen Unterzone sich befinden (Fig. 11 b).

Der Achsencylinder beinahe aller dieser Zellen tritt aus dem oberen Ende des Körpers oder aus einem dicken protoplasmatischen Zweige hervor, kreuzt die Körnerlage, gelangt in die Molekularlage und spaltet sich in verschiedenen Höhen derselben in zwei Theile, um mit einer ausgebreiteten Verzweigung horizontaler Zweige zu enden (Fig. 12 n). Die Achsencylinder, deren Zweispaltung oder Verzweigung im unteren Viertel der molekularen Zone statthat, tragen zur Bildung des netzförmigen Geflechtes bei, welches sich an dieser Stelle befindet und können absteigende Verzweigungen für das intergranuläre Geflecht liefern.

b) Die Zellen mit absteigendem Achsencylinder finden sich in der ganzen Dicke der mittleren oder netzförmigen Unterzone, obgleich sie in größerer Mehrzahl in ihrer tieferen Hälfte vorkommen. Dieselben sind spindel- oder sternförmig, und ihre Dendriten, die durch ihre große Länge und haariges Aussehen bemerkenswerth sind, verlaufen gewöhnlich horizontal, ohne jemals die Körnerzone zu berühren. Der Achsencylinder ist kräftig, steigt nahezu gerade bis zur Region des Hilus herab und setzt sich in eine Faser des Alveus fort; auf seinem Wege durch die unterliegende Region (die über den großen Pyramiden des Ammonshornes gelegene molekulare Zone) giebt er eine, zwei oder drei feine, zurücklaufende Collateralen ab, welche, indem

sie bis zur netzförmigen Unterzone der Fascia dentata aufsteigen, in dieser mit einer ausgebreiteten varicösen Verzweigung enden (Fig. 9 m, n).

c) Zellen mit kurzem Achsencylinder. Dieselben sind gewöhnlich sternförmig und geben ihre protoplasmatischen Ausläufer nach allen Richtungen; einige derselben erreichen die Molekularlage der Fascia dentata, wo sie sich dichotomisch verzweigen. Ihr Achsencylinder geht in wechselnder Richtung, öfters horizontal ab, und löst sich dann in eine bedeutende Zahl varicöser Zweige auf, welche dazu beitragen das intracelluläre Geflecht der netzförmigen Unterzone zu einem verwickelteren zu machen. Die Zweige dieser Verästelung verlaufen manchmal in der Fascia dentata auf eine große Länge parallel und enden, indem sie aufsteigende Zweige abgeben, in der molekularen Zone, d. h. über den Körnern.

Unterzone der spindelförmigen Zellen. Dieselbe stellt die Grenzschicht der Fascia dentata dar und tritt nach unten mit der molekularen Zone der großen Pyramiden des Ammonshornes in Verbindung. Diese Unterzone enthält verschiedene zellenartige Körper, und zwar: a) sternartige mit absteigendem Achsencylinder, b) spindelförmige mit absteigendem Achsencylinder und c) sternartige Zellen von GOLGI'S II. Typus.

a) Die dreieckigen oder sternförmigen Zellen sind in senkrechter Richtung zusammengedrückt, und ihre sehr zahlreichen und dichotomisch sich theilenden Dendriten verlaufen vorzugsweise in derselben Richtung wie die Zone, in welcher sie sich finden, indem sie in der Dicke der netzförmigen Unterzone sich verzweigen und dornige Umrisse zeigen.

Der Achsencylinder ist dick und kommt gewöhnlich aus dem unteren Ende des Zellenkörpers hervor (Fig. 12 g, j), steigt durch die molekulare Zone des Ammonshornes hernieder, kreuzt die großen Pyramiden und tritt in den Alveus ein. Auf seinem Wege liefert er die eine oder die andere Collaterale, welche durch die molekulare Zone des Ammonshornes emporsteigt, um dann wieder bis zu derselben Unterzone von Zellen, von denen wir oben handelten, zurückzulaufen, wo er sich in feine Zweige auflöst.

b) Horizontale, spindelförmige Zellen. Dieselben sind von mittlerer Größe, concentrisch in der unteren Gegend der Zone der polymorphen Zellen gelegen, und geben einfache, dann verzweigte Ausläufer in die Unterzone ab, von der wir handeln. Ihre protoplasmatischen Zweige weichen von denen der dreieckigen oder sternförmigen Körperchen ab, weil sie keine dornigen Anhänge zeigen und keine Neigung haben aufzusteigen. Der Achsencylinder ist absteigend,

tritt gewöhnlich aus einem Dendritenstamme und geht dann mehr oder weniger schräg in den Alveus. Auf seinem Wege liefert er für die molekulare Zone des Ammonshornes oder vielleicht auch für höher liegende Zonen zwei oder drei Collateralen (Fig. 9 n). Diese spindelförmigen Zellen erwähnten schon SALA und SCHAFFER, aber ohne ihre Lage genau zu beschreiben, noch das Verhalten des Achsencylinders klarzulegen. Es ist sicher, dass L. SALA sie gefärbt hat, aber die Kürze des Achsencylinders, welchen er in einer seiner Figuren darstellt und die Ansicht, welche er äußert, dass genannte Achsencylinder dem zweiten Typus von GOLGI angehören, indem sie sich in ein Netz auflösen, welches zur Verwickelung des schon in der Höhe der netzförmigen Unterzone sich befindlichen beiträgt, scheint uns zu zeigen, dass es ihm nicht gelungen ist, dieselben genügend zu färben.

c) Dreieckige oder sternförmige Zellen mit kurzem Achsencylinder. So erschien das Körperchen, welches mit *h*, Fig. 42, dargestellt ist. Nach oben richtete dasselbe einen protoplasmatischen Ausläufer, der im oberen Theile der Molekularlage endete, und aus einer Seite sprossete ein Achsencylinder, welcher sofort sich in zahlreiche Ästchen vertheilte, welche für die netzförmige Unterzone bestimmt waren. Wie man aus der Fig. 43 ersehen kann, kommen gewisse Achsencylinder, deren strahlenförmige Zweige sich über die molekulare Zone ausbreiten, wahrscheinlich von diesen Körperchen selbst oder von einer denselben nahestehenden Varietät.

Endlich sieht man pyramidenförmige oder dreieckige Zellen, mit einem oder zwei protoplasmatischen Anhängen, die der molekularen Zone bestimmt sind (Fig. 40 r, q) und außerdem horizontale und absteigende Dendriten besitzen, welche sich bald in der Unterzone, von der wir handeln, bald in der darunter liegenden Lage des Ammonshornes verbreiten. Der Achsencylinder ist absteigend und geht in den Alveus. Wahrscheinlich stimmen gewisse verlängerte und strahlige Zellen, welche SCHAFFER in der Zone der polymorphen Körperchen beschrieben hat, mit diesen Elementen überein.

Nervöse Fasern der Molekularlage der Fascia dentata. Diese Zone enthält eine ungemein große Zahl feiner, nervöser, mehr oder weniger horizontal verlaufender Verzweigungen, welche ein sehr dichtes Geflecht bilden, in dessen Maschen die protoplasmatischen Ausläufer der Körner und die einiger Körperchen der Zone der polymorphen Zellen enthalten sind. Diese Fasern zerfallen, was ihren Ursprung betrifft, in folgende Arten: 1) nervöse Endverzweigungen der Körperchen, welche in derselben molekularen Zone liegen, 2) collaterale Zweige der nervösen Ausläufer einiger aus ihrer Lage gerückter Körner, 3) nervöse

Endzweige der Zellen mit aufsteigenden Achsencyclindern, 4) Endzweige von Achsencyclindern von Zellen des II. Typus von GOLGI, deren Ursprungszellen in der Zone der polymorphen Körperchen ihre Lage haben, 5) nervöse Collateral- und Endfasern der weißen Substanz des Alveus. Von diesen zwei letzten Arten von Fasern führen wir noch einige Einzelheiten an.

Wie man in Fig. 13 a, c sehen kann, steigen aus der Zone der polymorphen Zellen gewisse, reichlich verzweigte, dicke nervöse Fasern auf, deren kräftige Zweige bald schräg, bald horizontal auf bedeutende Strecken in der netzförmigen Unterzone verlaufen; solche Zweige gewinnen, nachdem sie einige Collateralen in die letzte Zone abgegeben, und indem sie in verschiedenen und öfters sehr entfernten Radien verlaufen, die Molekularlage, wo sie mit ausgebreiteten Verästelungen enden, welche besonders in der äußeren Mitte genannter Lage gehäuft vorkommen. In gewissen Fällen erreichen die Endverzweigungen solcher Achsencyclinder einen solchen Umfang, dass sie sich bis zu einem Drittel oder mehr der Cirkumferenz der Fascia dentata ausdehnen (Fig. 13 c).

Woher stammen diese Achsencyclinder? Der Umstand, dass die Ursprungsstämme derselben niemals die Grenze der Unterzone der spindelförmigen Körperchen überschreiten (ausnahmsweise kommen sie auch etwas tiefer vor) und die oft wiederholte Beobachtung, dass in dieser Unterzone oder in der zunächst darüber liegenden (der netzförmigen Lage) sich sternförmige Zellen befinden, deren Achsencyclinder sich in großer Ausbreitung in der Lage der polymorphen Körperchen verzweigt und Endigungen besitzt, welche bis zu den Körnern hinauf gehen, veranlassen uns, die genannten Verzweigungen in der Molekularlage als die Fortsetzung der nervösen Ausläufer dieser letzten Elemente zu betrachten.

Außer diesen Fasern gelangen zur Fascia dentata auch noch Collateralen und Endigungen von Fasern der weißen Substanz, obgleich der größere Theil dieser Fasern nicht die unterliegende Molekularlage des Ammonshornes überschreitet (Fig. 14).

Die collateralen Zweige unterscheiden sich in feine und dicke; diese stammen gewöhnlich von den absteigenden Achsencyclindern der großen Pyramiden des Hilus ab, und verzweigen sich reichlich in der ganzen Dicke der molekularen Zone der unteren Region des Ammonshornes, wo sie ein sehr enges Geflecht bilden (Fig. 14 h, d). Die feinen Collateralen entspringen (in ihrem größeren Theile wenigstens) von den Fasern der weißen Substanz und endigen ebenfalls in der genannten Molekularlage, aber nicht ohne einige Zweige für das Stratum oriens abgegeben

zu haben. Einige Collateralen erschöpfen sich in dieser Lage, ohne die darüber liegenden Zonen zu erreichen.

Das Geflecht von Collateralen der Region des Hilus des Ammons-hornes endet nicht plötzlich nach oben, d. h. in der tiefen Front der Fascia dentata. In guten Präparaten, in denen die Collateralen der weißen Substanz sich beinahe ausschließlich gefärbt zeigen, bemerkt man, dass aus dem Geflechte der Molekularlage, welches über den großen Pyramiden gelagert ist, immer einige feine Zweige entspringen, welche, nachdem sie die Unterzone der spindelförmigen Körperchen der Fascia dentata durchzogen haben, durch zarte und geschlängelte Verästelungen in der netzförmigen Unterzone enden, und so dazu beitragen, das sehr dichte Geflecht von nervösen Fasern, das sich an dieser Stelle befindet, zu einem sehr verwickelten zu machen. Solche feine Fäserchen überschreiten niemals die Körnerzone (Fig. 14 c).

In Bezug auf die nervösen Endfasern, welche aus der weißen Substanz kommen, so färben sich dieselben schwer und ist ihre Zahl gering. Dieselben sind schwer zu verfolgen wegen des gewundenen und sehr verwickelten Verlaufes, den viele von ihnen in der Höhe der netzförmigen Unterzone der Fascia dentata zeigen (Fig. 14 a). In den glücklichsten Fällen wurden diese Fasern nach unten bis zur weißen Substanz und nach oben bis zur molekularen Zone verfolgt, wo sie mit einer ausgebreiteten, mehr oder weniger horizontalen, varicösen Endverästelung aufhörten. Die Faser, welche in *a*, Fig. 14, dargestellt ist, war dick und stellte wahrscheinlich eine aufsteigende Röhre der weißen Substanz dar; die in *b* dargestellten Fasern waren viel feiner, schienen sich nicht in der molekularen Zone zu verzweigen, und obgleich sie bis zur weißen Substanz verfolgt wurden, konnte man doch nicht sicher entscheiden, ob dieselben Endigungen von Nervenfasern oder sehr starke und lange Collateralen des Alveus darstellen.

Im Übrigen scheinen diese Fasern auf ihrem Zuge durch die netzförmige Unterzone keine Collateralen zu erzeugen, wodurch sie sich von den Achsencylindern der Körner und von den nervösen Fasern der Zellen des II. Typus von GOLGI unterscheiden.

LUGI SALA hat auch das Vorkommen von aufsteigenden, nervösen Fasern erwähnt, welche in der Lage der polymorphen Zellen der Fascia dentata vorkommen und vom Alveus abstammen, wo sie sich mit sensiblen Nervenröhren fortsetzen sollen. In der Höhe der netzförmigen Unterzone jenes Organs würden nach SALA genannte Fasern mit den Collateralen der Achsencylinder der Körner anastomosieren, und aus dem so gebildeten Netze könnten dann aufsteigende dünne

Fäserchen ihren Ursprung nehmen, welche sich in der Dicke der molekularen Zone verzweigen.

Wir wissen nicht, ob einige dieser aufsteigenden Fasern, welche vom Alveus herkommen, die SALA beschreibt, mit unseren Endfasern des Alveus oder mit den Collateralen der weißen Substanz, deren Ursprung nicht zu bestimmen war, übereinstimmen. In den Zeichnungen dieses Gelehrten scheint sich eine der aufsteigenden Fasern mit einer absteigenden varicösen Röhre fortzusetzen, ähnlich den Achsencylindern der Körner. Wir für unseren Theil haben niemals das Dasein des genannten Netzes, noch das Vorkommen dieser aufsteigenden, moosartigen Fasern, welche sich in der Fascia dentata nach der Art der nervösen Enden der Zellen des II. Typus von GOLGI verhalten, bestätigen können. Eben so wenig war es uns möglich eine andere Behauptung von SALA zu bestätigen, nämlich die, dass ein Theil der mehr peripherischen, markhaltigen Fasern der Molekularzone der Fascia dentata (oberflächliche weiße Lage von L. SALA) von den Achsencylindern der Riesenpyramiden des Ammonshornes abstammen. Nach unserer Meinung entspringt der größere Theil der markhaltigen Fasern der genannten Region zum Theil von den Zellen mit aufsteigendem Achsencylinder, zum Theil von den aus der weißen Substanz abstammenden Endfasern. Auf der anderen Seite schließen wir nicht völlig aus, dass nervöse Verästelungen von den sternförmigen Körperchen der oben genannten Zone abstammen, obgleich die Zartheit derselben nicht sehr zu Gunsten der Annahme spricht, dass dieselben eine markhaltige Umhüllung besitzen.

Nehmen vielleicht auch, wie SCHAFFER versichert, an der Bildung der Molekularlage der Fascia dentata zurücklaufende Collateralen der Achsencylinder der Körner Antheil, welche in der Höhe der netzförmigen Unterzone dieses Organs abgegeben werden? Eine aufmerksame Prüfung genannter Collateralen scheint nicht für eine solche Annahme zu sprechen. Sollte ein solcher Antheil wirklich vorkommen, so würde derselbe sehr selten sein.

Wenn man nach Untersuchung der nervösen Fasern an Silberpräparaten das Verhalten der markhaltigen Röhren der Fascia dentata an nach WEIGERT-PAL behandelten Objekten studirt, so überzeugt man sich bald, dass dem größeren Theile jener Fasern markhaltige Hüllen fehlen. Dagegen besitzen, wie wir schon angaben, die aufsteigenden Achsencylinder der Zona limitans und der netzförmigen Unterzone Markscheiden, eben so wie viele der horizontalen Zweige, welche das supragranuläre nervöse Geflecht bilden (Fig. 7 b); auch die Endzweige, welche der Molekularlage bestimmt sind, enthalten Markhüllen, und

zwar sowohl diejenigen, die aus der weißen Substanz stammen, als die, welche von den Achsencylindern der Zellen von GOLGI's II. Typus entspringen. Allen diesen Elementen müssen auch noch hinzugefügt werden die absteigenden Achsencylinder aller Zellen der Lage der polymorphen Körper. Dagegen fehlt die markhaltige Hülle, wie SALA und SCHAFER angeben, den Achsencylindern der Körner, wie auch ihren Collateralen, den Zweigen des intergranularen, dichten Geflechtes und wahrscheinlich auch den feinen, baumähnlichen Verästelungen der kleinen, nervösen Körperchen der molekularen Zone. Als Hauptresultat ergibt sich, dass alle feinen varicösen Zweige mit dem Charakter von Endigungen frei von Mark sind, wogegen jeder Achsencylinder (mit Ausnahme desjenigen der Körner) oder jeder dickere Zweig, mit Ausnahme seiner varicösen Endverästelungen den genannten Überzug besitzt.

Neuroglia der Fascia dentata (Fig. 15). Die Fascia dentata enthält zwei Arten von Gliazellen: »die sternförmigen und die spindelförmigen oder verlängerten«.

Die sternförmigen Zellen finden sich vorzugsweise im peripherischen äußeren Saume der Molekularlage und wurden von SALA gut beschrieben, der dieselben sehr passend mit denen, welche man in der molekularen Zone der typischen Rinde sieht, verglichen hat.

Die spindelförmigen oder verlängerten Zellen finden sich zwischen den Körnern, besonders aber unter diesen, indem sie eine oder zwei unregelmäßige Reihen bilden (Fig. 15 *e, b*). Diese Körperchen versilbern sich leicht beim eben geborenen Kaninchen und bezüglich ihrer Form und ihres Verlaufes kann man sie mit den verlängerten Gliazellen der Molekularlage des kleinen Gehirns vergleichen. Die einen derselben sind eiförmig mit einem einzigen Ausläufer, welcher, nachdem er in die Molekularlage eingetreten, sich in ein Büschel von Fasern zertheilt, welche varicös und mit Seitenauswüchsen versehen sind; andere sind spindelförmig oder dreieckig und geben nach unten einen oder zwei kurze, grobe und stark varicöse Anhänge ab, während sie nach der anderen Seite eben so sich verhalten, wie die vorhin beschriebenen und mit einer leichten Anschwellung enden.

Beim eben geborenen Kaninchen enthält die netzförmige Zone der Fascia dentata und selbst ihre tieferen Regionen, welche der Rinde des verdünnten Theiles des Ammonshornes entsprechen, die genannten verlängerten Neurogliazellen, was beweist, dass die spindelförmigen Körperchen der Körnerlage nichts Anderes sind als epithelartige Zellen, welche aus dem Alveus ausgewandert sind. Auch verhalten sich diese Elemente an der Peripherie wie die anderen, indem sie zur Molekular-

zone Büschel von aufsteigenden und varicösen Fasern schicken (Fig. 15 c, D).

Beim 19 Tage alten Kaninchen verlieren die Neurogliazellen der Körnerlage zum großen Theil ihre Anhänge oder ihren absteigenden Anhang, während die äußeren Ausläufer sich erhalten. Wir glauben auch, dass diese Zellen im erwachsenen Zustande noch vorhanden sind. Bei erwachsenen Hunden und Katzen haben wir dieselben auch in ihrer charakteristischen Form gefunden.

Obere Region des Ammonshornes. Eine makroskopische Prüfung der unteren Ansicht der Region, in welcher unter dem Balken sich die zwei Ammonshörner vereinigen (Kaninchen), lässt erkennen, dass sowohl dieses letzte Organ wie die Fascia dentata, sobald sie die Medianebene erreicht haben, sich nach rückwärts umbiegen, indem sie zwei Lagen bilden, welche nach und nach verschwinden. Die Region der großen Pyramiden des Ammonshornes ist die vordere, und aus ihr entwickelt sich die Fimbria, die an dieser Stelle sehr breit und dick ist, um von hier aus vorwärts zu verlaufen und die hinteren Pfeiler des Gewölbes zu bilden. Quere und senkrechte Schnitte des mittleren Theiles der zwei Ammonshörner zeigen uns ganz richtig die Selbständigkeit sowohl des Ammonshornes als der Fascia dentata auf jeder Seite unter sich, als auch derjenigen der verschiedenen Seiten. Sogar in der Spitze, welche das Ammonshorn und die Fascia dentata bilden, bestätigen sich jene Verhältnisse, welche so oft im Laufe dieser Arbeit erwähnt wurden, d. h. dass die Achseneylinder der Körner immer in dem netzförmigen Geflechte, das die Stämme der großen Pyramiden umgiebt, aufhören.

Bei der Umbeugung, welche die verschiedenen Theile des Ammonshornes beim Zusammentreffen in der Medianebene erfahren, versteht sich leicht, dass die Bilder der senkrechten und queren Schnitte sehr verschieden ausfallen. So wird z. B., wenn der Schnitt vor der Fascia dentata vorbeigeht, uns das Präparat auf jeder Seite eine Längsansicht des Ammonshornes zeigen und finden wir, dass im oberen Theile die kleinen Pyramiden (obere Region des Ammonshornes) und im unteren Theile die großen Pyramiden (verdünnter Theil des Hilus) ihre Lage haben. Das innere Ende der zwei Ammonshörner zeigt sich durch ein starkes Büschel von Kommissurenfasern vereint, welche von der oberen Region oder von den kleinen Pyramiden herkommen (Fig. 16 B).

Dieses Faserbündel, das wir Kommissur des Ammonshornes nennen werden, stimmt vielleicht mit dem Theile überein, der im menschlichen Gehirne unter dem Namen Leier bekannt ist, d. h. mit den

queren Bündelchen von weißer Substanz, welche die inneren Ränder der Pfeiler des Fornix vereinen, Bündel, die auch nach dem Urtheile MELNERT's eine Verbindung der Ammonshörner darstellen.

Über dem Kommissurenbündel finden sich eine Menge von Längsfasern, welche in unregelmäßige Bündelchen eingetheilt in Querschnitten des Balkens in der Quere getroffen erscheinen. Zwischen denselben finden sich einige wenige spindel- oder sternförmige Nervenzellen, deren Ansläufer zwischen den Fasern in allen Richtungen verlaufen, während ihre mächtig starken Achsencylinder nach vorn und nach hinten, d. h. in der Richtung der Fasern zu verlaufen scheinen. Auf diesen intermediären Nervenknoten zu (Fig. 16 C) verlaufen einige aufsteigende Collateralen der Kommissurenfasern (D).

Die weiter nach hinten gelegenen Frontalschnitte zeigen die äußersten Enden des Ammonshornes wie in intimer Berührung, indem nach oben nur ein schmaler, dreieckiger Raum für das Kommissurenbündel bleibt, das an dieser Stelle sehr schwach ist. Die Fascia dentata zeigt sich an den Seiten schräg geschnitten und bildet an der unteren Seite des Ammonshornes einen Vorsprung. Wenn der Schnitt weiter hinten angelegt wird, so nimmt die Fascia dentata den unteren und inneren Theil ein und zeigt, wie immer, zwei Seiten, eine untere oder periphere, und eine obere oder interstitielle. Ihre Höhlung sieht nach außen, und in sie tritt die Lage der großen Pyramiden des Ammonshornes ein. Das Längsbündel am Balken ist in genau zwei Theile getheilt und zeigt vier oder fünf Zellenhäufchen, während das Kommissurenbündel bemerkenswerth verdünnt erscheint.

Endlich zeigen Frontalschnitte, welche hinter der Fascia dentata durchgehen, mit der Medianebene vereint den Querschnitt jener verdünnten Verlängerung, welche, wie wir schon weiter vorn aus einander setzten, genanntes Organ nach hinten sendet. Man bemerkt vor Allem bei der Ratte, wo die Spitzen der Fascia dentata einander sehr sich nähern, dass die Molekularlagen durch eine dazwischen befindliche, feine dünne Schicht getrennt sind, und die Elemente der rechten Seite mit denen der linken Seite sich nicht verbinden.

Horizontale Schnitte und solche von vorn nach hinten sind auch sehr lehrreich. Die höchsten und oberflächlichsten Schnitte zeigen in der Medianebene das Corpus callosum und an den Seiten den Tangentialschnitt der oberen Rinde des Ammonshornes. Tiefe Schnitte, d. h. diejenigen, welche den Balken schon nicht mehr berühren, zeigen sehr klar und deutlich die Kommissur des Ammonshornes, wobei sich bestätigt, dass deren Fasern aus der ganzen oberen Region der Rinde dieses Organs kommen. Diese Fasern, welche fein und varicos wie diejenigen

des Balkens sind, vereinigen sich zu Büscheln, welche in der Medianebene sich kreuzen, um zu etwas verschiedenen Regionen der Oberfläche des Hornes der entgegengesetzten Seite zu verlaufen.

Die Kommissurenfasern liefern manchmal, wenn sie den Bezirk des Ammonshornes erreichen, und nachdem sie die Medianebene gekreuzt haben, einige feine Collateralen, welche im Alveus in die Region der kleinen oder oberen Pyramiden eintreten. In der Substanz des Alveus liegen die Kommissurenfasern in der oberflächlichsten Lage, indem sie sich gewöhnlich von den Achsencylindern der Pyramiden durch ihre Zartheit und varicöses Aussehen unterscheiden.

Wie wir schon bei anderer Gelegenheit bewiesen haben, macht diese Thatsache es wahrscheinlich, dass, wenn nicht alle, doch ein guter Theil der genannten Kommissurenfasern Collateralen der Achsencylinder der Pyramiden darstellen.

Nachdem die Kommissurenfasern die Medianebene gekreuzt haben, wobei die hinteren nach vorn, und die vorderen nach hinten gehen, könnten dieselben nicht nur symmetrische, sondern asymmetrische Regionen beider Ammonshörner in Verbindung bringen. Es lässt sich auch annehmen, dass ähnlich dem, was heim Rückenmark, und wahrscheinlich in der Gehirnrinde geschieht, sich der Kommissur einige direkte Achsencylinder beimengen.

Wir wissen nicht, ob an der Bildung dieser Kommissur die großen Pyramiden der unteren Region der Rinde etwas beitragen; wenn dem so wäre, könnten es nur wenige Fasern sein, denn sowohl in den Frontal- wie in Querschnitten der Vereinigungszone beider Hörner stammt die große Mehrzahl der Kommissurenfasern von der oberen Region oder von den kleinen Pyramiden (siehe Fig. 16).

Im Übrigen dürfen diese Kommissurenfasern nicht mit jenen anderen verwechselt werden, welche aus dem schwieligen Körper stammen und im Subiculum ein dickes Bündel darstellen, das, indem es sich verdünnt, über den oberen Theil des Alveus sich erstreckt. Diesen Fäserchen muss die Aufgabe zuertheilt werden, das Ammonshorn einer Seite mit den verschiedenen Territorien der Gehirnrinde der anderen Seite in Verbindung zu bringen.

Untere Endigung des Ammonshornes. Auf seinem Wege nach unten wird das Ammonshorn, welches in der Medianebene stark abgeplattet ist, beinahe walzenförmig, indem es allmählich an Dicke abnimmt, bis es mittels einer Spitze im oberen und inneren Theile des Sphenoidallappens aufhört.

Mit dem Ammonshorne und der Fascia dentata parallele Schnitte zeigen uns diese letztere, wie sie plötzlich mit einer Spitze oder ober-

flächlichem Umschlage endet, ohne weder mit der Gehirnrinde noch mit den Pyramiden des Ammonshornes zusammenzuhängen. In ihrer Konkavität, d. h. in ihrem Endumschlage, enthält sie, wie überall, die großen Pyramiden des Ammonshornes, denen nach unveränderlichem Gesetze die nächsten Körner ihre moosartigen Fasern zusenden. Nicht eine dieser Fasern überschreitet die Lücke der Fascia dentata, um zum Alveus oder zum Subiculum zu gehen. Unter dem Endumschlage der Fascia dentata sieht man die Rinde des Sphenoidallappens, dessen Zellen, nach Art derjenigen des Subiculum, sich durch allmähliche Übergänge in die kleinen Pyramiden des Ammonshornes fortsetzen (obere Region dieses Organs).

Um die Beschreibung des Ammonshornes zu beschließen, wollen wir ein paar Worte über die Eigenthümlichkeiten beifügen, die ihre verschiedenen Zellen gegen Farbstoffe zeigen.

Schon vor Zeiten unterschied BELLONCI die nervösen Zellen, nach ihrem Verhalten gegen Osmiumsäure, in solche, welche sich durch dasselbe schwärzen, und in andere, welche sich hell erhalten, von denen er die ersteren für motorisch, und die letzteren für sensibel hielt. Andere Autoren, besonders FLESCH¹, haben die Aufmerksamkeit auf andere Verschiedenheiten der Färbung in Hämatoxylin etc. gelenkt und die Zellen als chromophile und chromophobe Elemente unterschieden. FLESCH schreibt diese Verschiedenheiten den verschiedenen funktionellen Zuständen der nervösen Zellen zu. ANNA GITTIS² hat diese Thatsachen bestätigt und vor Kurzem hat auch F. VAS³ dieselben betont bei Gelegenheit des Studiums der Elemente des Sympathicus, welche nach dem Verfahren von NISSL⁴ gefärbt wurden.

Wir haben die Färbung von NISSL beim Ammonshorne versucht mit gleichen Ergebnissen wie die, welche SCHAEFFER erhalten hat; es hat sich uns jedoch für die Unterscheidung der chromophilen und chromophoben Zellen das Indigokarmin viel günstiger gezeigt, da wir auf die Empfehlung von FLESCH⁵ die Formel von MERKEL anwandten, bei welcher sich das boraxsaure Karmin mit dem Indigokarmin verbindet.

¹ FLESCH, Bemerkungen über die Struktur der Ganglienzellen. Neurol. Centralblatt. 1886.

² ANNA GITTIS, Beitr. zur vergl. Histologie der periph. Ganglien. Dissert. 1887. VIRCHOW-HIRSCH, Berichte. 1888.

³ F. VAS, Studien über den Bau des Chromatins in der sympathischen Ganglienzelle. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XL, Heft 3. 1892.

⁴ NISSL, Tageblatt der 58. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte. Straßburg 1885.

⁵ M. FLESCH, Zeitschr. f. wiss. Mikr. 1884, p. 566 u. 1885, p. 349.

Auch wenden wir mit Vorliebe das Indigokarmin nach vorheriger Färbung mit dem Lithionkarmin von ORTH an.

Unter diesen Bedingungen, und indem wir mit feinen Schnitten von Gehirnen, welche in doppeltchromsaurem Kali gehärtet waren, unsere Versuche anstellten, fanden wir, dass in beinahe allen Fällen sowohl die Körner wie die Zellen mit kurzem Achsencylinder des Ammonshornes ungefärbt blieben, während die Pyramiden und alle Zellen mit langen Cylindern sich in hohem Grade blau färbten. Beim kleinen Gehirne trat das Gleiche ein; beinahe immer zeigen sich die Zellen von PURKINJE (die einzigen Zellen mit langen Cylindern) chromophil, während die anderen (Körner, Zellen der Molekularlage, Zellen von GOLGI der Körnerzone) sich chromophob ergaben. Wir verwerfen die Idee nicht ganz, dass diese Veränderungen davon herrühren, dass der Tod die zwei Arten von Zellen in verschiedenen funktionellen Zuständen getroffen hat; auf alle Fälle aber wird es nöthig sein anzunehmen, dass der chromophile Zustand bei den Zellen mit langen Cylindern gewöhnlicher ist als bei denjenigen mit kurzen Cylindern.

Eine aufmerksame Prüfung des Protoplasmas der chromophoben und chromophilen Zellen zeigt, dass der Körper der ersteren sehr durchsichtig ist, Lücken enthält, während der Körper der zweiten Zellenart das Licht stärker bricht und keine Lücken zeigt, ein Unterschied, den man auch bei den Ausläufern bemerkt. Man könnte vielleicht sagen, dass die chromophilen Zellen reich an Albuminaten und an Reticulum sind, während die chromophoben nur ein zartes Reticulum und wenig Einschlüsse enthalten. Sind die chromophilen Zellen in Ruhe befindliche Elemente, welche ihre zur Nahrung dienende Reserve nicht verbraucht haben und die chromophoben Zellen solche, die der Tod inmitten ihrer Thätigkeit und als ihre Einschlüsse beinahe verbraucht waren, überraschte? Diese Fragen können nur durch weitere Nachforschungen beantwortet werden.

Subiculum.

Bei den kleinen Säugethieren (Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte) ist das Subiculum keine wirkliche Windung, sondern eine wenig ausgedehnte Region der Rinde, welche in einem Winkel hinter dem Ammonshorne sich erhebt und als Übergang zwischen diesem Organe und dem inneren Theile des Hinterhauptlappens dient.

Der am meisten hervortretende Theil des Subiculums besitzt alle Merkmale der typischen Rinde. In den senkrechten Schnitten bemerkt man folgende Lagen: 1) die Molekularlage, 2) die der kleinen Pyramiden, 3) die der großen Pyramiden, 4) die der polymorphen Körper-

chen und 5) die der weißen Substanz. In der Höhe der Vereinigung des Subiculum mit dem Ammonshorn bemerkt man den Zusammenhang der Zonen beider Körper. Die dichten Reihen der Pyramiden des Ammonshornes lichten sich, indem diese Zellen mehr aus einander treten; das Stratum oriens bevölkert sich mit Pyramidenzellen und polymorphen Körperchen, während die Molekularzone (die Vereinigung der radiären, lakunösen und molekularen Lagen des Ammonshornes) sich nach und nach verschmälert, um die Dicke zu erreichen, welche genannte Lage in der typischen Rinde besitzt.

Wenn man die Molekularlage des Subiculum in WEIGERT'schen oder PAL'schen Präparaten studirt, so sieht man, dass sie durch eine große Zahl von markhaltigen, relativ dicken Fasern gebildet ist, welche, indem sie in das Ammonshorn eintreten, sich sowohl mit denen der Lamina nuclearis, wie mit denen der Subzona lacunosa fortsetzen. Diese Faserlage verschmälert sich im vorspringenden Winkel des Subiculum, um in der Nähe der Hinterhauptsregion der Binde wieder dicker zu werden.

Die markhaltigen Fasern der Molekularlage des Subiculum rühren, nach unserer Meinung, von drei Hauptquellen her: einmal von aufsteigenden Achsencylindern von Zellen des Stratum radiatum, welche in der Nähe jenes Organs liegen, zweitens von aufsteigenden Achsencylindern, welche aus Pyramiden stammen, die in der tieferen Hälfte der Rinde des Subiculum liegen, und drittens von mehr oder weniger horizontalen, verzweigten Achsencylindern, die von den GOLGI'schen Zellen des II. Typus abstammen und sich sowohl im Stratum lacunosum, wie in der Dicke der molekularen Zone des genannten Organs finden. Die aufsteigenden, aus den Pyramiden des Subiculum entsprungenen Fasern sind im Übergangsgebiete desselben und der Hinterhauptsregion sehr zahlreich; Versilberung zeigt sie bemerkenswerth verzweigt und zeigt, dass viele der Endzweige, welche sie bei ihrem Eintritte in die molekulare Zone entsenden, sich bis zu der lakunösen und zu der Molekularlage des Ammonshornes verlängern, indem sie mehr oder weniger horizontal laufen.

Die weiße Substanz des Subiculum ist sehr dick und besteht, wie man in WEIGERT'schen Präparaten sehen kann, aus zwei Schichten von markhaltigen Fasern; die tiefere derselben in der Nähe des Seitenventrikels ist dick, eiförmig oder dreieckig und besteht aus feinen Fasern mit dünnem Myelinbelag (Fig. 2 H). Die äußere oder oberflächliche Schicht, welche vor Allem die weiße Substanz in dieser Region darstellt, ist dünner, halbmondförmig, indem sie sich in den Alveus fortsetzt und besteht aus dicken Röhren, von denen viele aufsteigen,

um in verschiedenen Höhen der Rinde sich zu verlieren (Fig. 2 G). Dieses oberflächliche Bündel nimmt den größten Theil der Röhren des Alveus auf, d. h. derjenigen, die mit den Achsencylindern der Pyramiden der oberen Region zusammenhängen; es enthält aber auch nervöse Fasern der Pyramiden des Subiculus, und vielleicht noch andere aus weiter von der Rinde entfernten Regionen, Fasern, die man weit hinein in die weiße Substanz des Ammonshornes verfolgen kann.

Im Verlaufe dieser Fasern, sowohl derjenigen, welche vom Subiculum kommen, wie derjenigen, die dorthin gehen, entspringen feine aufsteigende Collateralen, welche sich verlieren, indem sie in den tiefsten Zonen der Rinde dieses Körpers mäßig sich verzweigen und die vielleicht, obwohl wir sie nie verfolgen konnten, bis zu der molekularen Zone selbst dringen.

Im Ganzen scheinen uns viele der Fasern der oberflächlichen Zone der weißen Substanz des Subiculus (äußerliches, längliches Bündel von SALA) ein Associationssystem zwischen diesem Körper und dem Ammonshorn darzustellen. Durch dessen Vermittelung würden sich die Achsencylinder der kleinen Pyramiden der oberen Region des Ammonshornes mit den Pyramiden der nächstgelegenen Gehirnrinde in Verbindung stellen (Subiculum und vielleicht ein Theil der Hinterhauptregion), auf der anderen Seite würden nervöse Fasern, welche aus der Rinde stammen, in die Zusammensetzung des Alveus eintreten und sich mit den Pyramiden des Ammonshornes verbinden.

Die Fasern des tiefen Bündels, welches den Seitenventrikel begrenzt, würden die Fortsetzung der Röhren des schwierigen Körpers darstellen, welcher Zusammenhang in queren und schrägen Schnitten des Gehirns mittels Färbung nach der Methode von WEIGERT sich deutlich erkennen lässt (Fig. 2 H).

In der Nähe der Hinterhauptregion der Rinde verdünnt sich das Subiculum bemerkenswerth, und zeigt in seiner ganzen Dicke zahlreiche, markhaltige Fasern, und unterhalb der kleinen Pyramiden einen in der Mitte befindlichen markhaltigen Streifen, der dem Streifen von GENNARI entspricht.

Allgemeine Betrachtungen.

1) Das Ammonshorn stellt einen Theil der Gehirnrinde dar, der in seinen tiefen Zonen einfacher, in der oberflächlichen oder molekularen Zone verwickelter ist.

Der Hauptunterschied besteht darin, dass, wie in der ersten Zone der typischen Rinde, die aufsteigenden Achsencylinder, die Collateralen der weißen Substanz und die nervösen Verästelungen der Körper mit

kurzen Achsencylindern ein weitläufiges Geflecht bilden, welches mit den Dendritenbüscheln der Pyramiden verbunden ist. Beim Ammonshorne finden sich jene Fasern in verschiedenen Höhen der netzförmigen oder molekularen Zone, indem sie über einander liegende, ziemlich scharf begrenzte Geflechte bilden, was den Pyramiden gestattet, bestimmter charakterisirte Beziehungen einzugehen. Diese Verbindungen oder nervös protoplasmatischen Kontakte sind im Ganzen für die Pyramiden der oberen Region des Ammonshornes: einmal für ihre Wurzeln oder das untere protoplasmatische Büschel die Collateralen, welche von den Achsencylindern der nächstliegenden Pyramiden abstammen und die feinen Collateralen der weißen Substanz; zweitens für den Körper die nervösen, circumcellularen Verzweigungen der zwei Arten von Körperchen von GOLGI's II. Typus des Stratum oriens; drittens für den aufsteigenden Dendritenstamm die Collateralen der weißen Substanz und die Endfäserchen der Zellen mit kurzem Achsencylinder des Stratum radiatum; viertens für die Dendritenbüschel an ihrem Ausgangspunkte die aufsteigenden dicken Collateralen von SCHAEFFER, dann die horizontalen Verästelungen der dicksten aufsteigenden Achsencylinder und die Endfasern der weißen Substanz; endlich für die mehr peripherischen Zweige des Dendritenbüschels die nervöse Verästelung der autochthonen Zellen des Stratum moleculare, die nervösen Zweige der Zellen des Stratum lacunosum u. s. w. Diese Verbindungen betrachten wir nicht als die in jeder Zone einzig vorhandenen, wohl aber als die am meisten vorwiegenden.

2) Der Repräsentant der molekularen Zone des Ammonshornes (Stratum radiatum lacunosum und moleculare) scheint an GOLGI'schen Zellen des II. Typus viel reicher zu sein als die typische Rinde, weil sie außer den Elementen, welche wir in der ersten Gehirnzone beschrieben haben, zwei neue Arten enthält: »die dreieckigen Körperchen der lakunösen Zone, deren protoplasmatische Ausläufer bis zum Stratum oriens heruntergehen und die spindelförmigen Zellen mit absteigendem Achsencylinder, der zwischen den Pyramiden sich verzweigt. Dafür sind die spindelförmigen oder dreieckigen, pluripolaren Zellen viel seltener als in der typischen Rinde und finden sich nur in der molekularen Lage im eigentlichen Sinne und vielleicht in der Zona lacunosa.

3) Die aufsteigenden dicken Collateralen von SCHAEFFER, welche, wie wir weiter vorn gesehen haben, konzentrisch in der Höhe der lakunösen Lage verlaufen, stellen wahrscheinlich eine Verbindung zwischen den großen Pyramiden der unteren Region und den kleinen Pyramiden der oberen dar.

4) Die großen Pyramiden der unteren Region besitzen, außer den

allgemeinen Verbindungen der Pyramiden der oberen Region, besondere Kontaktbeziehungen zu den Achsencylindern der Körner.

5) Die nervösen, aus dem Ammonshorne stammenden Elemente sind wahrscheinlich, ähnlich der typischen Rinde, Associations-, Projektions- und Kommissurenfasern.

Die Projektionsfasern sind dick, treten in die Fimbria und rühren von den großen Pyramiden her (untere Region des Ammonshornes). Die Verbindungsfasern stammen von den kleinen Pyramiden ab (obere Region) und gehen nach dem Subiculum oder noch weiter hinauf, wo sie enden. Die Kommissurenfasern müssen in kurze und lange geschieden werden. Die kurzen oder direkten sind wahrscheinlich bestimmte Collateralen oder Theiläste von Achsencylindern von Pyramiden des Ammonshornes einer Seite, welche auf der anderen Seite mit den protoplasmatischen Büscheln der pyramidenförmigen Zellen sich in Verbindung setzen; die langen rühren vom schwierigen Körper (Corpus callosum) her und stellen Verbindungen zwischen dem Ammonshorne und der Rinde der anderen Seite dar. Diese Eintheilung der Fasern ist zum großen Theile auf Voraussetzungen begründet und beruht auf der von verschiedenen Autoren angenommenen Hypothese, dass die Pfeiler des Fornix, nachdem sie die Corpora mammillaria erreicht haben, in den Sehhügel eintreten und dem Projektionssysteme sich anschließen.

6) Die Fascia dentata stimmt im Wesentlichen mit dem Ammonshorne überein, weil sie dieselben wesentlichen Zonen besitzt und die wichtigsten Elemente dieses Organs enthält. Auf der anderen Seite zeigt die Fascia dentata Vereinfachungen und Eigenthümlichkeiten, welche berechtigen könnten, sie als einen besonderen Typus der Hirnrinde zu betrachten. Die hauptsächlichsten Verschiedenheiten sind: 1) Der Molekularlage genannter Fascia fehlen die Unterabtheilungen der Subzona lacunosa radiata, lucida und der eigentlichen molekularen Unterzone etc.; 2) den Pyramiden oder Körnern fehlt das absteigende Dendritenbüschel und der peripherische Stamm, indem sie sich morphologisch den Gehirnpyramiden der Batrachier nähern; 3) die Achsencylinder der Körner weisen besondere Eigenheiten auf, nämlich moosartige Verdickungen, circumcelluläre Endigungen in der Lage der großen Pyramiden u. s. w.

7) Man kann desshalb als sehr wahrscheinlich annehmen, dass die Körner ein besonderes System von Associationszellen darstellen, das bestimmt ist hauptsächlich auf die dicken Pyramiden der unteren Region des Ammonshornes zu wirken.

8) Die Körner und die Pyramiden der kleinen Säugethiere haben gemeinschaftlich die Eigenschaft einen glatten Körper zu besitzen und

mit nervösen Verästelungen in Verbindung zu stehen, welche von unter ihnen liegenden Zellen mit kurzen Achsencylindern stammen.

Bezüglich der Größe, der Form und der Verbindungen der nervösen Endverästelungen muss man die Associationszellen (Golgi's Zellen II. Ordnung) des Ammonshornes und der Fascia dentata in drei Arten eintheilen: 1) große, stern- oder pyramidenförmige mit wenig weit abstehenden Endverzweigungen, die bestimmt sind circumcelluläre Geflechte zu bilden; 2) spindelförmige oder dreieckige, deren längerer Achsencylinder ausgebreitete, verästelte Endigungen darstellt, die den Dendritenbüscheln der Pyramiden bestimmt sind; 3) sternförmige oder unregelmäßige Zellen, deren viel kürzere, nervöse Endäste sich mit den Dendritenstämmen oder den nächstgelegenen protoplasmatischen Endigungen verbinden. Diese letzteren sind vorherrschend in den Molekularzonen und lassen sich als charakteristisch für dieselben betrachten.

9) Aus dem Verhalten der Associationszellen des Ammonshornes und der Fascia dentata lassen sich einige Schlüsse ableiten, welche vielleicht auch für die Deutung der typischen Rinde einige Wichtigkeit haben: 1) jede Associationszelle steht mit einer bedeutenden Zahl von Pyramiden in funktioneller Beziehung; 2) jede Pyramide wird wahrscheinlich durch Associationszellen und vielleicht durch mehrere von ihnen beeinflusst; 3) die Association oder Verbindung vollzieht sich bald durch die Körper, bald durch die Stämme, bald durch die Dendritenbüschel; 4) die nervöse Verzweigung der Associationszellen ordnet sich der Form und Stellung der zellenartigen Körper unter, so ist sie in der Gehirnrinde weit ausgebreitet und unregelmäßig, weil die Körper der Pyramiden, welche unter einander in Verbindung treten sollen, zerstreut und von einander entfernt sind, während sie beim Ammonshorn und der Fascia dentata zusammengedrängt und regelmäßig stehen, indem sich hier die Körper der Pyramiden und der Körner in dichten Reihen ordnen.

Ein besonderer Umstand, den wir uns noch nicht zu verallgemeinern getrauen, besteht darin, dass, während die Körper jeder Zelle mit langem Achsencylinder (Gehirnpyramiden, Zellen von Purkinje des kleinen Gehirns, motorische Zellen des Markes etc.) von dichten, nervösen Endverästelungen von Collateral- und Nervenfasern umgeben sind, die Zellen des II. Typus von Golgi mit kurzem Achsencylinder niemals deutliche circumcelluläre Umhüllungsgeflechte besitzen.

10) Das Ammonshorn zeigt in der Reihe der Säugethiere nicht allein darin Abweichungen, dass seine Pyramiden und Associationszellen in verschiedener Menge vorkommen, sondern auch in der Zahl

und dem Reichthume der protoplasmatischen Zellenausläufer, ferner in der größeren oder geringeren Entwicklung des interstitiellen nervösen Plexus. Da die Zellen, je reicher diese Plexus sind, um so mehr von einander abstehen, so lässt sich selbst an Karminpräparaten ein Urtheil über den Grad der Vervollkommnung der nervösen Centren gewinnen. Wo keine Neuroglia vorhanden ist, oder wo dieselbe sehr spärlich ist, kann man folgenden Satz als richtig aufstellen: »Je größer die Entfernung der Nervenzellen von einander ist, um so mehr sind ihre Ausläufer entwickelt, und um so bedeutender in Folge dessen auch die Leistungen.

11) Die Fascia dentata verhält sich beim Menschen und bei den größeren Säugethieren fast gleich in vollem Gegensatze zu dem, was beim Ammonshorn sich findet. Von diesem Gesichtspunkte kann man die Fascia dentata mit dem kleinen Gehirne vergleichen, welches, obwohl es bei den höheren Wirbelthieren in seiner Masse und in der Zahl der Windungen zunimmt, doch seinen Bau nicht wesentlich modificirt, was beiläufig bemerkt, anzuzeigen scheint, dass keines dieser beiden Organe mit den geistigen Funktionen in Verbindung steht.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXXI.

Fig. 1. Neurogliazellen des Ammonshornes (obere Region) vom neugeborenen Kaninchen. *a*, Körper der Ependymzellen; *b*, verlängerte Neurogliazellen; *c*, Spinnzelle oder GOLGI'sche Zelle; *e*, verästelter Ausläufer einer Ependymzelle; *P*, Region der Pyramidenzellen.

Fig. 2. Sectio-antero-posterior des Ammonshornes des erwachsenen Meer-schweinchens. Methode von WEIGERT-PAL. *A*, Molekularlage der Fascia dentata; *B*, Körnerschicht derselben; *C*, Zone der großen Pyramiden; *D*, Zone der kleinen oder oberen Pyramiden; *F*, Fimbria; *G*, Fasciculus postero-superior; *Hs*, Lage feiner Fasern, die wahrscheinlich mit dem Corpus callosum in Verbindung stehen; *I*, untere Region des Ammonshornes; *P*, obere Region desselben; *E*, markhaltige Fasern des Stratum lacunosum; *S*, Subiculum; *R*, Regio occipitalis der Hirnrinde.

Fig. 3. Schnitt aus dem Ammonshorne eines Kaninchens von acht Tagen. Doppelte Versilberung. Der linke Theil der Figur zeigt die Collateralen der weißen Substanz, der rechte enthält Fasern, die vom Alveus abstammen, in *b* sich verästeln und wahrscheinlich Endigungen darstellen; *A*, Alveus; *B*, Schicht der polymorphen Zellen; *C*, Zone der Pyramiden; *D*, Stratum radiatum; *E*, Stratum lacunosum; *F*, Stratum moleculare; *a*, nervöse Endfaser; *c*, Collateralen der weißen Substanz.

Fig. 4. Schnitt aus dem Ammonshorne eines Kaninchens von einem Monate. Methode von COX und GOLGI. *A*, Zelle, deren aufsteigender Achsencylinder im Stratum

lacunosum endigt; *B, C, E*, Zellen, deren bogenförmig verlaufender nervöser Fortsatz im interpyramidalen Plexus *F* endet; *G, H*, zwei Zellen mit kurzem Achsencylinder des Stratum radiatum; *I*, horizontale Fasern des Stratum lacunosum; *J*, Spindelzelle aus der Molekularzone ohne Achsencylinder; *ccc*, Achsencylinder.

Fig. 5. Schnitt aus dem Ammonshorn eines Kaninchens von einem Monat. Methode von Cox. *a, b, d*, Zellen mit horizontalem Achsencylinder; *e, f*, Zellen mit kurzem Achsencylinder, der in das Stratum radiatum geht; *g, h*, Pyramiden von außergewöhnlicher Lagerung; *i*, Zelle, deren Achsencylinder Äste zum interpyramidalen Plexus abgibt; *j*, Zelle des Stratum lacunosum; *m, n*, zwei kleine Zellen des Stratum moleculare; *c*, Achsencylinder; *B*, weiße Substanz; *O*, Stratum oriens; *P*, Schicht der Pyramiden; *R*, Stratum radiatum; *L*, Stratum lacunosum; *M*, Stratum moleculare.

Fig. 6. Pyramidenzellen des Ammonshornes. *A*, kleine Zellen der oberen Gegend; *B*, große Zellen der unteren Gegend des Ammonshornes; *a*, starke aufsteigende Collateralen; *c*, Achsencylinder; *e*, Dornen am Stamm der großen Pyramiden; *d*, stachelige Ausläufer der kleinen Pyramiden; *f*, feine Collaterale nach der weißen Substanz zu; *g*, eine Collaterale der Fasern des Alveus; *h*, Moosfasern in Verbindung mit den großen Pyramiden.

Tafel XXXII.

Fig. 7. Ammonshorn und Fascia dentata des Meerschweinchens. Querschnitt; WEIGERT-PAL. *A*, Epithel; *B*, Alveus; *C*, Stratum oriens; *D*, Pyramidenschicht; *E*, Stratum radiatum; *F*, Stratum lacunosum; *G*, Stratum moleculare; *H*, Molekularzone der Fascia dentata; *I*, Zone der Körner; *a*, varicöse Fasern des äußeren Dritttheiles der Molekularzone der Fascia dentata; *b*, horizontaler supragranulärer Plexus; *c*, aufsteigende Achsencylinder, die von der Lage polymorpher Zellen der Fascia dentata ausgehen; *d*, Achsencylinder, der zum Alveus herabsteigt; *e*, aufsteigende Achsencylinder der in der Lage der polymorphen Zellen befindlichen Elemente; *f*, Nervenfasern der Zellen mit horizontalem Achsencylinder.

Fig. 8. Schnitt aus dem Ammonshorn eines Kaninchens von 12 Tagen. Methode von GOLGI. Doppelte Färbung. *A*, weiße Substanz; *B*, Schicht der polymorphen Zellen; *C*, Zone der Pyramiden; *D*, Stratum radiatum; *E*, Stratum lacunosum; *F*, Stratum moleculare; *a*, Zelle mit aufsteigendem Achsencylinder; *b*, eine andere Zelle mit einem zwischen den Pyramiden sich verzweigenden nervösen Fortsatze; *d*, Zelle, deren Achsencylinder Äste zum nervösen interpyramidalen Plexus abgibt; *e, f*, Zellen, deren Achsencylinder im Stratum lacunosum sich verliert; *j, i, h, m*, Zellen des Stratum lacunosum, deren Achsencylinder sich in diesem und im Stratum moleculare verästelt; *g*, Zelle, deren absteigender Achsencylinder sich im Plexus interpyramidalis verästelte.

Fig. 9. Schnitt der Fascia dentata eines einen Monat alten Kaninchens. Methode von Cox. *a*, kleine Zelle der Molekularlage; *f, g, h, e*, nervöse Zellen mit kurzem Achsencylinder; *j*, eine Zelle, deren kurzer Achsencylinder sich in der Lage der polymorphen Zellen verästelte; *m, n, o, r, q, t*, Zellen mit absteigenden Achsencylindern; *p*, horizontale, spindelförmige Zelle; *A*, Molekularzone; *B*, Zone der Körner; *C*, Zona plexiformis oder oberer Abschnitt der Zone mit polymorphen Zellen; *D*, Molekularzone des Ammonshornes.

Tafel XXXIII.

Fig. 10. Schnitt der Fascia dentata und der Region des Hilus des Ammonshornes. *A*, Molekularlage; *B*, Lage der Körner; *C*, netzförmige Zone oder oberer

Theil derjenigen der polymorphen Zellen; *D*, Molekularlage des Ammonshornes; *E*, Lage der großen Pyramiden dieses Organs; *a*, aus der Lage gerücktes Korn; *b*, moosartige Faser; *d*, Korn mit absteigendem protoplasmatischem Ausläufer; *c*, Achsencylinder; *e*, aufsteigende Collateralen der Achsencylinder der Körner; *f*, Achsencylinder eines dislocirten Kornes; *h*, Zweitheilung des Achsencylinders der Körner; *i*, feiner, unterer collateralärer Zweig eines dieser Ausläufer.

Fig. 41. Schnitt durch die Fascia dentata von einem einen Monat alten Kaninchen. Methode von Cox. *a* und *b*, Zellenkörper; *c*, Achsencylinder; *A*, Molekularlage; *B*, Körnerlage.

Fig. 42. Schnitt durch die Fascia dentata eines acht Tage alten Kaninchens. Methode von Golgi. *A*, Molekularlage; *B*, Körnerlage; *C*, netzförmige Unterzone; *D*, Unterzone der unregelmäßigen Zellen; *a*, außer der Lage befindliches Korn; *b*, Zelle mit kurzem Achsencylinder; *d*, Zelle mit aufsteigendem Achsencylinder, der zwischen den Körnern sich verzweigt; *e*, *f*, andere Zellen, deren nervöse Ausläufer sich in der Molekularlage verzweigen; *h*, Zelle mit kurzem Achsencylinder; *j*, *g*, Zellen mit absteigenden nervösen Fortsätzen.

Fig. 43. Schnitt der Fascia dentata. *a*, *b*, *c*, Achsencylinder von complicirter Verzweigung, deren Äste zur molekularen Zone heraufgehen; *e*, untere, embryonale Körner; *f*, sternförmige Zelle der Molekularlage (vier Tage altes Kaninchen).

Fig. 44. Nervöse Fasern der Fascia dentata und des darunter liegenden Ammonshornes. Methode von Golgi. Zehn Tage altes Kaninchen. *A*, Molekularlage der Fascia dentata; *B*, Körnerlage; *C*, Lage der polymorphen Körperchen; *D*, Molekularlage des Ammonshornes (Region des Hilus); *E*, Lage der großen Pyramiden von den moosartigen Fasern durchkreuzt; *F*, Stratum oriens; *G*, weiße Substanz, Verlängerung des Alveus; *a*, wahrscheinliche Endfasern für die Molekularzone; *b*, Collateralen der weißen Substanz; *c*, Collateralen der weißen Substanz für die netzförmige Unterzone der Fascia dentata; *d*, netzförmiges Geflecht von Collateralen in der Molekularlage des Ammonshornes; *e*, *g*, Collateralen, welche die starken Pyramiden kreuzen; *f*, Collateralen für das Stratum oriens; *i*, Alveus; *m*, Achsencylinder der Körner und das über ihnen gelagerte netzförmige Geflecht von Collateralen; α , supra- und intergranuläres nervöses Geflecht. — Bemerkung: Die linke Seite der Figur enthält die Collateralen und Endungen der weißen Substanz und die rechte Seite die netzförmigen Geflechte, welche von den Achsencylindern (und Collateralen dieser) die zu den autochthonen nervösen Zellen der Fascia dentata gehören, gebildet werden.

Fig. 45. Neurogliazellen der Fascia dentata des eben geborenen Kaninchens. Methode von Golgi. *A*, Molekularlage; *B*, Körnerlage; *C*, Zone der polymorphen Körperchen; *D*, Region des Ammonshornes; *a*, Neurogliazelle mit absteigenden Ausläufern; *b*, eine andere birnenartige; *c*, tiefere Zelle; *e*, spindelförmige Zelle; *d*, spinnartige Zellen.

Tafel XXXIV.

Fig. 16. Frontalschnitt des Corpus callosum und der Verbindung der zwei Ammonshörner des Kaninchens. Der Schnitt geht ein wenig vor der Mitte der Verbindung dieser Organe vorbei. Methode von Golgi. *A*, schwieliger Körper; *B*, Commissur der zwei Ammonshörner; *C*, Längsbüschel von weißer Substanz; *D*, aufsteigende Collateralen der Commissur; *G*, untere Region oder die der großen Pyramiden des Ammonshornes; *E*, obere Region oder der kleinen Pyramiden; *F*, netzförmiges Geflecht von moosartigen Fasern.

II.

Über den Bau der Rinde des unteren Hinterhauptslappens der kleinen Säugethiere.

Mit Tafel XXXIV, Fig. 17—20.

Wie man weiß, zeigt nicht die ganze Gehirnrinde genau die gleiche Bauart. Schon vor langer Zeit haben die Neurologen im Gehirne der größeren Säugethiere gewisse Regionen erwähnt, in welchen sie Abweichungen von Bedeutung fanden, sowohl in Bezug auf die Zahl der Schichten, als die Größe und die Menge der Zellen und der nervösen Fasern.

Solche Territorien sind bei den großen Säugethieren durch allmähliche Übergänge verbunden, während dem sie beim Kaninchen und den anderen Säugethieren mit glatter Gehirnoberfläche, wenn wenigstens die Angaben von BEWAN LEWIS Glauben verdienen, ganz scharf von einander getrennt sind.

Zu den Territorien der Hirnrinde, welche sich vom Baue der psychomotorischen Region mehr entfernen, zählt man die graue Substanz des Cuneus und die Umgebungen der Fissura calcarina, in der, wie schon GENNARI und VICQ D'AZYR andeuteten, die Rinde durch weiße concentrische Streifen durchzogen erscheint. BROGA hat das Vorkommen genannter weißer Schicht bestätigt, und zugleich bewiesen, dass es sich dabei um ein gesetzmäßiges Verhalten der unteren Theile des Hinterhauptslappens handelt.

Bei den kleineren Säugethieren, wie beim Kaninchen, Meer-schweinchen, der Ratte (an welchen wir vor Allem unsere Beobachtungen angestellt haben), ist die genannte Zone außerordentlich lang und ausgedehnt, indem sie sich beinahe über die ganze Rinde des unteren Hinterhauptslappens ausbreitet, d. h. über den ausgedehnten, hinter dem Subiculum gelegenen Streifen grauer Substanz. Den weißen Streifen von VICQ D'AZYR bemerkt man schon mit bloßem Auge, indem derselbe an nach WEIGERT-PAL gefärbten Schnitten deutlich hervortritt.

Beim Menschen haben diese Region der Rinde ausführlich beschriebenen MEINERT, SCHWALBE UND OBERSTEINER. MEINERT z. B. erwähnt acht

koncentrische Schichten, unter welchen einmal seine fünf klassischen Zonen enthalten sind und dazu noch eine neue Zone von Riesenpyramiden (Schicht 6 von großen vereinzeltten Zellen) und von zwei Kernzonen oder von kleinen Körperchen.

Die Beschreibung von MEINERT, die HUGUENIN, OBERSTEINER u. A. angenommen haben, harmonirt so wenig mit den Ergebnissen unserer eigenen Nachforschungen bei kleinen Säugern, dass wir uns gezwungen sehen, für jetzt von ihr abzusehen, bis wir dazu kommen, genannte Zone in den Gehirnen mit Windungen und besonders beim Menschen ausführlich zu studiren. Jedenfalls aber ist es unzweifelhaft, dass die unvollkommenen Verfährungsarten, welche von den genannten Gelehrten benutzt wurden, dieselben zu unrichtigen Folgerungen veranlassten. So ist, für OBERSTEINER, die molekulare Schicht außerordentlich dünn, während dieselbe gerade umgekehrt beim Kaninchen und beim Meer-schweinchen viel dicker ist als an irgend einer anderen Stelle der Rinde. Die weiße, in der Mitte sich befindende Zone, welche nach MEINERT'S Meinung den Schichten 4 (oder der spärlichen Riesenzellen), 5 (oder der Kerne) und 6 (oder der Neuroglia und den einzelnen Riesenzellen) entspricht, liegt nach unseren Beobachtungen in der Höhe von 3, d. h. in der Schicht der kleinen Pyramiden.

Die bedeutendsten Abweichungen, welche im Vergleiche mit der typischen Rinde die untere Hinterhauptsregion zeigt, betreffen die molekulare Zone und die 2. und 3. Schicht.

Die molekulare Zone ist durch ihre große Dicke bemerkenswerth, weil unter ihren Elementen die Spindelformen und die dreieckigen pluripolaren Zellen vorwiegen. Diese Körper färben sich auch leichter, wie an anderen Stellen der Hirnrinde, was uns erlaubt hat, die Geschichte dieser räthselhaften Zellen durch einige neue Thatsachen zu erweitern.

Die 2. Schicht (oder die der kleinen Pyramiden der anderen Theile der Rinde) erscheint durch verschiedene Lagen von sehr kleinen spindelförmigen Körperchen ersetzt, welche, so viel wir wissen, in keiner anderen Gehirnprovinz vorkommen. Die Zonen der Hinterhauptsregion sind somit folgende: 1) die molekulare, 2) die Schicht der spindelförmigen, senkrechten Zellen, 3) die mittlere Faserlage oder die Schicht der kleinen Pyramiden, 4) die Schicht der großen Pyramiden, 5) die Schicht der polymorphen Elemente.

1) Molekulare Zone. Wie wir schon gesagt haben, ist diese Lage sehr dick und enthält eine außerordentliche Menge von nervösen Fasern. Wir theilen dieselbe in zwei Unterzonen ein: a) eine äußere,

an markhaltigen Fasern arme, dagegen an vieleckigen Zellen reiche Lage und b) eine innere, in welcher sich markhaltige Fasern im Überflusse befinden, vermengt mit zahlreichen spindelförmigen Elementen.

Innere Unterzone. — a) Zellen. Beinahe alle diese folgen dem spindelförmigen, pluripolaren Typus und liegen wagerecht in der Nähe der Zone der senkrechten Spindelformen. Ihre polaren Äste sind von großer Länge und haben die bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit nach Art der Collateralen sehr feine Fasern zu entsenden, die horizontal verlaufend rechtwinklig sich verzweigen und alle Eigenschaften der Achsencylinder besitzen. Auch ihre dickeren Ausläufer von protoplasmatischem Aussehen endigen nach sehr langem Verlaufe mit Fasern vom Aussehen von Achsencylindern (Fig. 47 u. 48).

Um kurz aus einander zu setzen, was unsere neuen Beobachtungen bezüglich der pluripolaren Körperchen des Gehirns ermittelt haben, kann ich nichts Besseres thun, als hier die hauptsächlichsten Sätze der Arbeit wiederholen, welche ich im letzten December der spanischen Gesellschaft der Naturgeschichte vorgelegt habe. Um die Änderungen zu erkennen, welche unsere früheren Ansichten erlitten haben, ist es nothwendig in Erinnerung zu bringen, dass es uns früher nur gelungen war, die feinen Ausläufer der pluripolaren Zellen vom Aussehen von Achsencylindern bis zu ihrem Ende zu verfolgen. Dagegen war es uns nicht möglich gewesen, auch die dicken Ausläufer bis zu ihrem Ende zu beobachten und alle ihre Eigenheiten zu bestimmen.

1) Wenn man die dicken, mehr oder weniger wagerecht verlaufenden Ausläufer, welche bald aus den Polen, bald aus den Ecken dieser Zellen entspringen, bis zu ihrem Ende verfolgt, so bemerkt man, dass dieselben nach und nach die Eigenschaften von nervösen Fortsätzen erlangen, in so fern als sie bemerkenswerth dünn und varicos werden, und unter rechten Winkeln feine Collateralen entsenden. Die wagerechte Ausdehnung, welche solche Ausbreitungen durchlaufen, beträgt in vielen Fällen nicht unter einem Millimeter, wesswegen es nicht leicht ist, in einem Schnitte die gesammte baumförmige Verzweigung der Polstämme und ihrer feinen Collateralen nachzuweisen. In manchen Fällen theilen sich die aufsteigenden Zweige, welche aus den Hauptstämmen rechtwinklig abgehen, zu wiederholten Malen, indem sie ebenfalls das Aussehen nervöser Fäserchen annehmen, während die sekundären und tertiären Zweigelchen eine mehr oder weniger wagerechte Lage annehmen. Einige aufsteigende collaterale Ausbreitungen schienen an der Gehirnoberfläche selbst mit zwei oder drei kurzen Zweigen zu endigen. Wir können jedoch nicht mit Bestimm-

heit angeben, ob ein solches Verhalten nicht von einer unvollkommenen Versilberung abhängt (Fig. 18 d).

2) Die Form der besonderen Zellen der ersten Gehirnschicht ist öfters länglich oder spindelförmig, doch finden sich auch häufig genug dreieckige oder sternförmige Zellen mit mannigfachen Ausläufern, welche mehr oder weniger der freien Oberfläche parallel verlaufen.

3) Die Zellen, von denen wir sprachen, liegen in allen Gehirnregionen. Die Region des Geruchlappchens, die Windung des Ammons-hornes (Subiculum), der Hinterhauptslappen u. a. m. enthalten sie in wechselnden Mengen, sowie die Regio psychomotoria des Stirnlappens. In der Hirnrinde der kleineren Säugethiere (Kaninchen, Meerschweinchen) verlaufen die genannten spindelförmigen Zellen nicht nur in der Richtung von der Frontalseite nach der Occipitalseite, sondern auch in allen anderen, mit Ausnahme der senkrechten, daher die außerordentliche Schwierigkeit in senkrechten Schnitten vollkommene Zellen zu erlangen, leicht erklärlich ist.

4) In der Embryonalzeit ist der Unterschied zwischen den dicken und feinen Ausläufern der fraglichen Zellen wenig ausgesprochen, zumal dieselben alle varicos und von dem Aussehen von dicken Achsen-cylindern erscheinen (Gehirn von Embryonen der Kuh, des Hundes und Kaninchens).

5) Aus dem eben Auseinandergesetzten folgt, dass die genannten Zellen der ersten Gehirnschicht einen besonderen Typus darstellen, der für einmal auf die bekannten Arten der nervösen Zellen nicht zurück-führbar ist. Demungeachtet müssen wir sagen, dass ihre Eigenthümlichkeiten sie den Nervenkörpern nähern, welche unter dem Namen der Körner des Bulbus olfactorius und dem der Spongioblasten der Netzhaut gehen, weil ihnen allen ein feiner längerer Ausläufer fehlt, länger als die anderen. Sie weichen demungeachtet in einem wichtigen Merkmale ab: Die feinen Fasern von nervösem Aussehen werden bei gewissen Spongioblasten (unseren amacrinen Strahlencellen der Netzhaut) durch die letzten Verzweigungen des einen oder mehrerer der ursprünglichen Stämme dargestellt; während dem in den fraglichen Gehirnkörperchen die pseudonervösen dünnen Fasern einmal im Verlaufe und ein anderes Mal von den Endigungen der Polstämmen abgehen.

6) Auf alle Fälle ist von Wichtigkeit, dass alle diese Zellen (besondere Körperchen der ersten Gehirnschicht, Spongioblasten etc.) sich stets zwischen protoplasmatischen Ausläufern der unten liegenden Zellen verzweigen und in der Höhe von netzförmigen Zonen (Moleku-

larlage der Autoren), wo ein Zusammenhang oder ein Ineinandergreifen nervös protoplasmatischer Theile vorhanden ist.

Die Fig. 17 und 18 zeigen einige besondere Körperchen der molekularen Schicht, welche im Gehirne eines Kaninchens von 4 bis 15 Tage gefunden wurden. In der Fig. 18 haben wir diejenigen dargestellt, welche eine Spindelform besaßen, und in der Fig. 17 diejenigen, welche andere Gestalten zeigten, wie die dreieckige und sternförmige. Man bemerkt in einigen dieser Zellen, dass es keinen durchgreifenden Unterschied giebt zwischen den feinen Endigungen, d. h. denjenigen von dem Aussehen von Achsencylindern und den dicken Ausläufern, oder denen von protoplasmatischem Aussehen, ja dass alle Übergänge in Hinsicht auf die Feinheit und Zartheit vorhanden sind. Der Buchstabe *c* bezeichnet diejenigen Ausbreitungen, deren Merkmale ganz und gar übereinstimmen mit denen der nervösen Fasern.

Mit der Absicht zu sehen, ob genannte interessante Zellen sich auch bei den Thieren mit Hirnwindungen vorfinden, haben wir verschiedene Versuche bei den Gehirnen eben geborener oder noch im Fötalzustande sich befindender Kälber und Hunde gemacht. Die Färbungen gelingen sehr schwer, doch sind in Einem Falle die Erfolge überzeugend gewesen. Die in der Fig. 19 abgebildeten Zellen rühren von einem Kuhfötus her, in welchem das Gehirn gut entwickelt war. Wie man sieht, besitzen die Ausläufer noch einen gewissen embryonalen Anstrich, indem sie sich stark varicos und arm an Nebenverzweigungen zeigen; doch ist es leicht, hauptsächlich an den Zellen *a*, *b*, *g* und *c*, die beim Kaninchen beschriebenen Typen zu erkennen. Auch ist unzweifelhaft, dass Rerzius im menschlichen Gehirne einige dieser Zellen gesehen hat.

b) Fasern. Die innere Unterzone ist der Punkt, wo viele aufsteigende Fasern enden, welche durch Verzweigungen ein sehr dichtes Geflecht um die pluripolaren Körperchen bilden. Viele dieser Fasern sind dick, laufen wagerecht und besitzen dicke, markhaltige Hüllen. Später werden wir sehen, von welcher Quelle vor Allem diese Fasern stammen.

Äußere Unterzone. Dieselbe enthält auch zahlreiche, verzweigte, nervöse Fäserchen, welche einen dichten Filz bilden, in dessen Maschen sich einige Zellen von Gorgi's II. Typus finden (Typus 2 der Zellen der molekularen Schicht). Diese Zellen sind sternförmig und unregelmäßig in der Dicke der äußeren Unterzone verbreitet; ihre protoplasmatischen Ausbreitungen theilen sich wiederholt; indem sie ein zackiges und unregelmäßiges Aussehen zeigen, welches mit den glatten Begrenzungen der Ausläufer der pluripolaren Zellen stark kon-

trastirt; ihr Achsencylinder läuft parallel mit der Rinde und zerlegt sich nach kurzem Verlaufe in eine verwickelte Endverästelung (Fig. 20 a), deren varicöse Zweige niemals die Grenzen der Molekularzone überschreiten.

In dieser Unterzone können sich auch einige pluripolare Körperchen finden, obwohl selten. Im Gehirne des Kaninchens, der Ratte und des Meerschweinchens ist die genannte Unterzone beinahe frei von markhaltigen Fasern.

Alles zusammengenommen ergibt sich, dass die molekulare Zone der Hinterhauptsregion den wesentlichen Bau der typischen Rinde besitzt. In ihr befinden sich: »Zellen von Golgi's II. Typus, pluripolare Zellen, die Endbüschel der Pyramiden, und eine unendliche Zahl nervöser Fasern, welche zum Theil von den Zellen der Rinde selbst, zum Theil von aufsteigenden Achsencylindern herrühren.

2) Zone der senkrechten, spindelförmigen Zellen. Unter der molekularen Zone befindet sich eine Lage kleinerer schmaler Zellen, die in drei oder vier unregelmäßige Reihen angeordnet sind. Diese Zellen zeichnen sich durch ihren eiförmigen, senkrecht verlängerten Körper aus, von dessen Polen zwei protoplasmatische Ausläufer abgehen: Ein aufsteigender, welcher die molekulare Schicht erreicht, wo er sich verzweigt, und ein absteigender, welcher mit drei oder vier Zweigen eine wagerechte Verzweigung bildet, da, wo er die dritte Zone oder die der mittleren markhaltigen Fasern erreicht. Der Achsencylinder ist außerordentlich fein (vielleicht der feinste den man kennt), entspringt von dem absteigenden Dendritenstämmchen in der Höhe der Endausbreitung desselben, kreuzt die mittlere Faserschicht, welcher er zwei oder drei Collateralen abgiebt und steigt bis zum unteren Drittel der Rindenschicht herab. Vielleicht gelangt er bis zur weißen Substanz, wie der Achsencylinder der kleinen Pyramiden, doch war derselbe in unseren Präparaten nie ganz zu verfolgen.

Manchmal schien derselbe, nachdem er eine dicke Collaterale abgegeben, die Richtung zu verändern, indem er ziemlich stark schief verlief (Fig. 20 d). Unter diesen senkrechten Spindelformen befinden sich manchmal Zellen, welche, weil ihnen die aufsteigende Ausbreitung fehlte, Spongioblasten der Netzhaut gleichen; doch besitzen auch diese Achsencylinder wie die anderen Zellen von großer Feinheit (Fig. 20 e).

3) Schicht der mittleren, markhaltigen Fasern (Streifen von BAILLARGER und GENNARI, Fig. 20 i). Derselbe enthält nervöse Zellen und zahlreiche markhaltige und nicht markhaltige Fasern.

a) Die Zellen zeigen drei Abarten: Kleine Pyramiden, welche sich eben so verhalten wie die des gleichen Namens der typi-

schen Rinde (Fig. 20 *j*); senkrechte Spindelformen, ähnlich denen der vorhergehenden Zone (Fig. 20 *h*); dreieckige oder spindelförmige größere Elemente, ausgezeichnet durch ihren aufsteigenden Achsencylinder, der mittels einer ausgedehnten Verzweigung in der molekularen Schicht endet (Fig. 20 *i*). Dieser Achsencylinder liefert immer, ehe er die Schicht der spindelförmigen Zellen erreicht, einige Collateralen, welche sich verzweigen und wagerecht durch die mittlere Faserzone gehen.

In dieser oder in der nachfolgenden Faserzone finden sich auch gewisse eiförmige dreieckige oder sternförmige Zellen, von größerem Umfange als die eben genannten, deren aufsteigender Achsencylinder die Eigenthümlichkeit besitzt, an seinem Anfange, bevor er aufsteigt, entweder erst nach unten, oder mehr oder weniger wagerecht zu verlaufen. Diese nervösen Ausbreitungen sind sehr stark und geben eine große Zahl ausgedehnter und kräftiger Collateralen für die mittlere Faserschicht ab. Die nach der molekularen Schicht gerichtete Endverzweigung ist sehr ausgedehnt und befindet sich vor Allem in der Höhe der pluripolaren Zellen (Fig. 20 *u*).

Die Fasern der Schicht, von der wir handeln, sind sehr zahlreich, und ihr größerer Theil verläuft wagerecht, indem er sich über eine sehr große Strecke ausdehnt. WEIGERT'sche Präparate lehren, dass viele von ihnen Markscheiden besitzen und nach allen Richtungen verlaufen, indem sie ein dichtes Geflecht bilden, in dessen Lücken die nervösen Zellen liegen. Mit Ausnahme der Fasern, welche senkrecht diese Zone kreuzen, welche auf- oder absteigende Achsencylinder darstellen, stellen alle anderen Collateralen von Achsencylindern dar, doch lässt sich die Möglichkeit nicht leugnen, dass auch in dieser Schicht eine Endverästelung von Zellen mit aufsteigenden Achsencylindern sich finde. Die Collateralen sind so zahlreich und so reich verzweigt, dass, in guten Präparaten nach GOLGI, die Zellen von einem dichten faserigen Filze umhüllt erscheinen. Im Allgemeinen kommen die kräftigsten und am reichlichsten verzweigten Collateralen von den aufsteigenden Achsencylindern her, während die zartesten Fasern von den nervösen Fortsätzen der senkrechten Spindelformen und der kleinen Pyramiden abstammen.

Das eben Geschilderte zeigt, wie Recht die Schriftsteller haben, welche, wie KÖLLIKER, W. KRAUSE und SCHWALBE, die Linie von VICQ D'AZYR durch ein Geflecht von markhaltigen, nervösen Fasern erklären. Eben so muss man mit KRAUSE behaupten, dass diese Linie nichts Anderes darstellt als die weitere Entwicklung eines nervösen Geflechtes (äußeres Geflecht von KRAUSE, in der vierten Gehirnschicht), welches

wohl in unentwickeltem Zustande in der ganzen Hirnrinde vorhanden ist. Auf der anderen Seite muss die Zone der oberflächlichen Spindelformen als ein gänzlich neues Strukturelement angesehen werden.

4) Schicht der großen Pyramiden. Dieselben scheinen nicht sehr zahlreich zu sein und verhalten sich wie die der typischen Rinde. Es handelt sich hier um kräftige, eiförmige oder pyramidale Elemente (Fig. 20 r), deren Stamm in der molekularen Zone ein protoplasmatisches stacheliges Endbüschel entwickelt, und deren niedersteigender funktioneller Ausläufer bis zur weißen Substanz verfolgt werden kann.

Wie in der typischen Hirnrinde, liegt über den großen Pyramiden eine Übergangszone, deren Körperchen nach und nach in der Größe abnehmen, bis sie den kleinen Pyramiden gleichen.

5) Schicht der polymorphen Körperchen. In ihr sind die kleinen Pyramiden zahlreich, deren Stamm die molekulare Zone nicht zu erreichen scheint; außerdem finden sich auch nicht wenige spindelförmige und dreieckige Elemente. Unter den Spindelformen erregen vor Allem diejenigen mit aufsteigendem Achsencylinder die Aufmerksamkeit (Fig. 20 s).

Diese nervöse Ausbreitung endet in der Molekularschicht, wie seit den Arbeiten von MARTINOTTI, denen von BERZIUS und den unseren bekannt ist, und liefert zahlreiche Collateralen für die in der Mitte befindliche Faserschicht. Zum Schlusse bemerken wir noch, dass unzweifelhaft in der Hirnrinde der Occipitalregion auch Achsencylinder und zahlreiche Collateralen derselben eintreten, welche von der weißen Substanz abstammen, doch sind unsere Beobachtungen noch nicht so weit gediehen, dass wir das genauere Verhalten dieser Elemente aus einander setzen könnten.

Erklärung der Abbildungen.

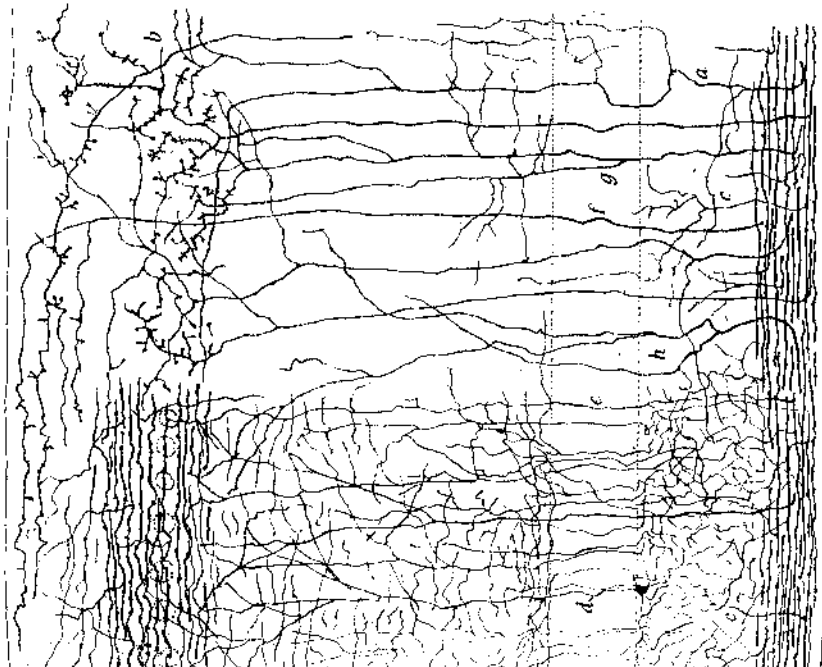
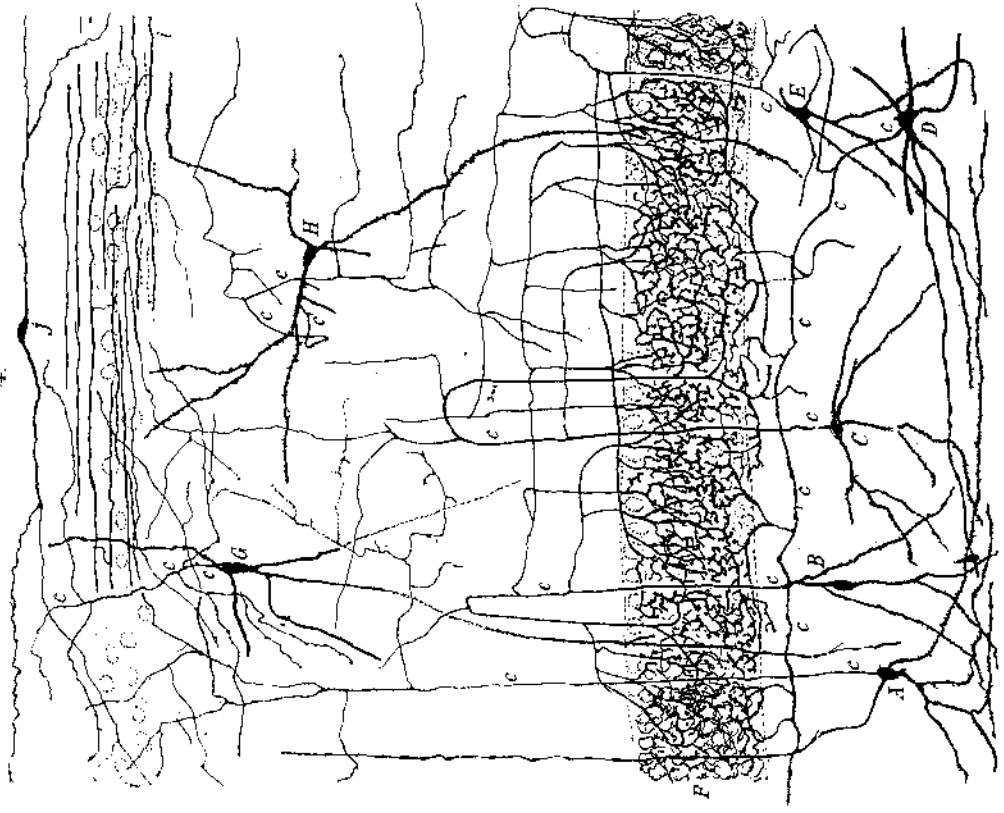
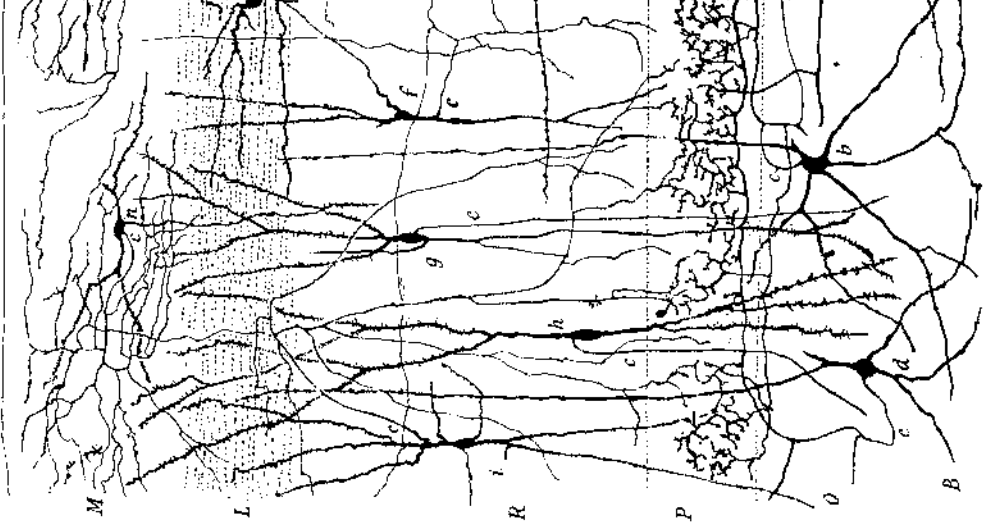
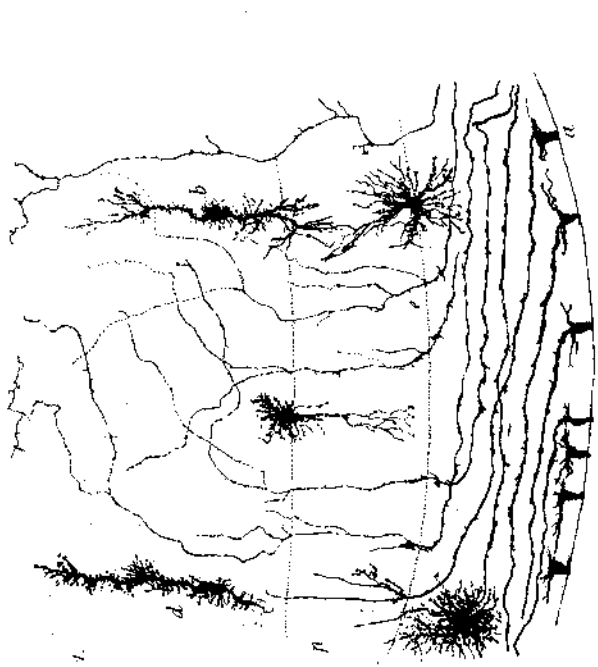
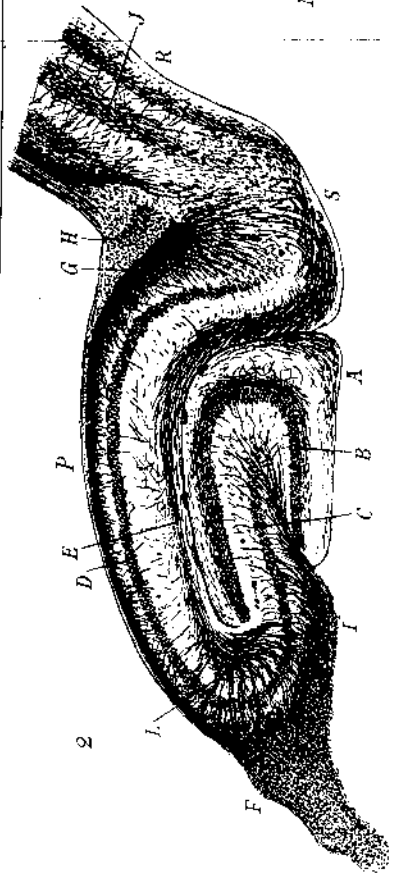
Tafel XXXIV.

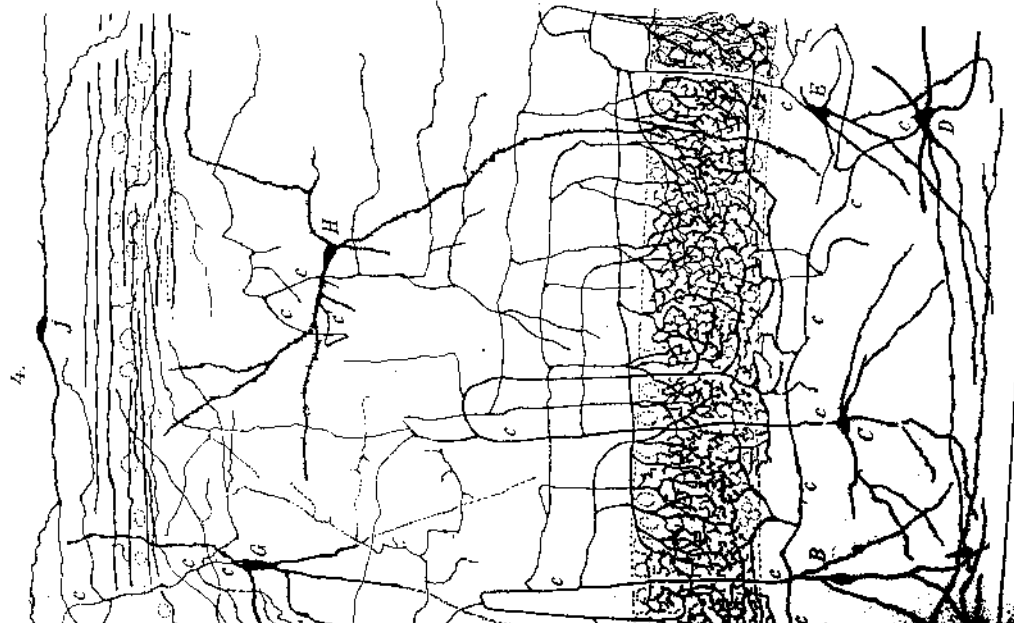
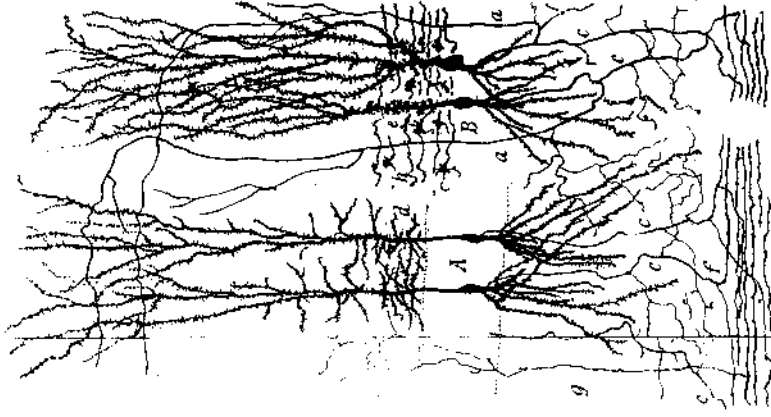
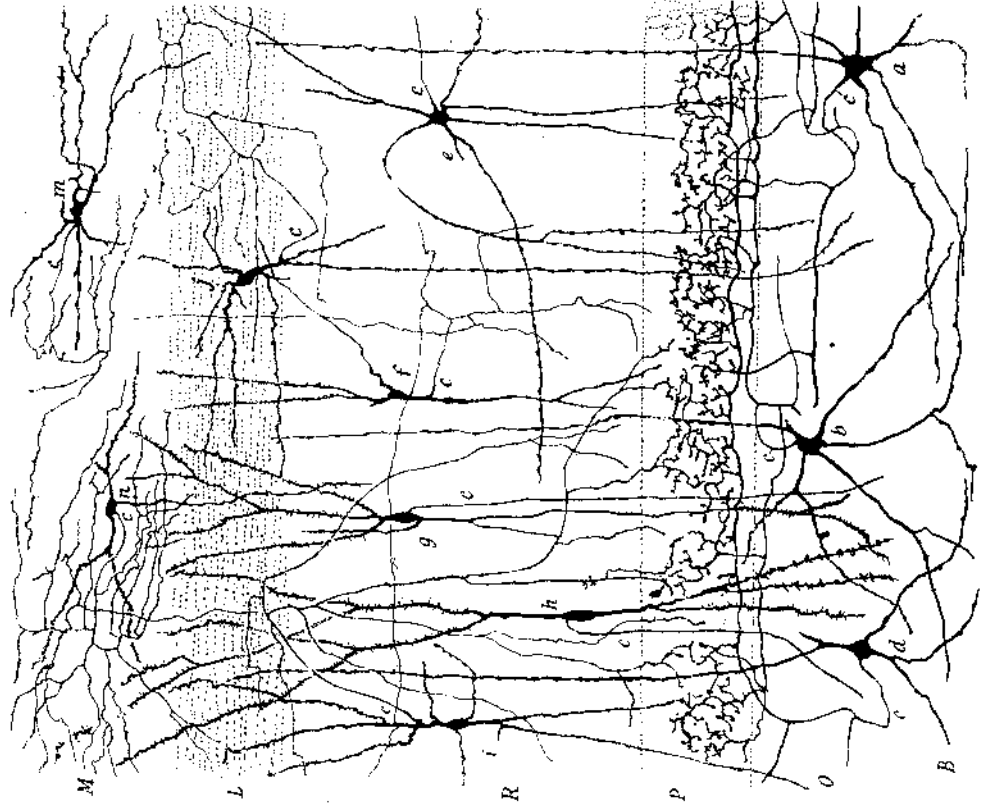
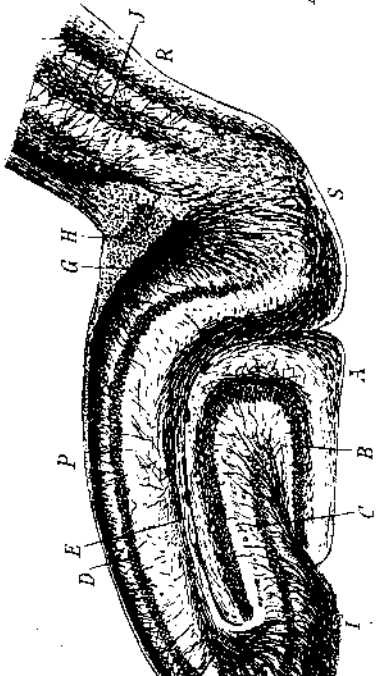
Fig. 17. Verschiedene Körperchen der ersten oder der molekularen Schicht eines acht Tage alten Kaninchens, welche in verschiedenen Regionen des Gehirns gefunden wurden. A, eine Zelle, deren zwei Polzweige in einiger Entfernung von ihrem Ursprunge das Aussehen von Achsencylindern annehmen; B, C, D, E, ähnliche Zellen, wenn auch von etwas verschiedenen Formen. — Bemerkung: »Der Buchstabe c bezeichnet die Zweige, deren Eigenheiten vollständig übereinstimmen mit denen der nervösen Fasern«. Die Richtung nach oben bezeichnet in der Figur die der Gehirnoberfläche.

Fig. 18. Wagerechte, spindelförmige Zellen der ersten Gehirnschicht eines acht Tage alten Kaninchens. Doppeltes Verfahren von GOLGI. *A*, Zelle, deren Polausbreitungen nach und nach das Aussehen von Achsencylindern annehmen; *B*, *C*, *D*, andere Zelltypen. Der Buchstabe *c* zeigt die Ausbreitungen an, welche alle Merkmale von Achsencylindern aufweisen, doch ist möglich, dass auch die anderen Ausbreitungen, wenn genügend verfolgt, an ihrem Ende die gleichen Eigenheiten zeigen würden.

Fig. 19. Besondere Zellen der ersten Gehirnschicht eines Kuhfötus. Die pseudonervösen oder feinen Ausbreitungen sind mit *c* bezeichnet.

Fig. 20. Schnitt der Rinde des unteren Hinterhauptslappens eines acht Tage alten Kaninchens. Doppeltes Verfahren von GOLGI. *A*, molekulare Schicht; *B*, Schicht der spindelförmigen Zellen; *C*, Schicht der mittleren, markhaltigen Fasern; *D*, Schicht der mittleren Pyramiden; *E*, Schicht der großen Pyramiden; *F*, Schicht der polymorphen Körperchen; *a*, sternförmige Zellen der ersten Gehirnschicht; *b*, Spindelformen oder besondere Zellen der Rinde; *d*, senkrechte Spindelformen; *f*, kleine Pyramide; *e*, birnförmiges Körperchen; *g*, Zelle mit aufsteigender, nervöser Ausbreitung; *h*, senkrechte Spindelform der dritten Schicht; *j*, kleine Pyramide; *r*, Riesenpyramide; *s*, Zellen mit aufsteigendem Achsencylinder.

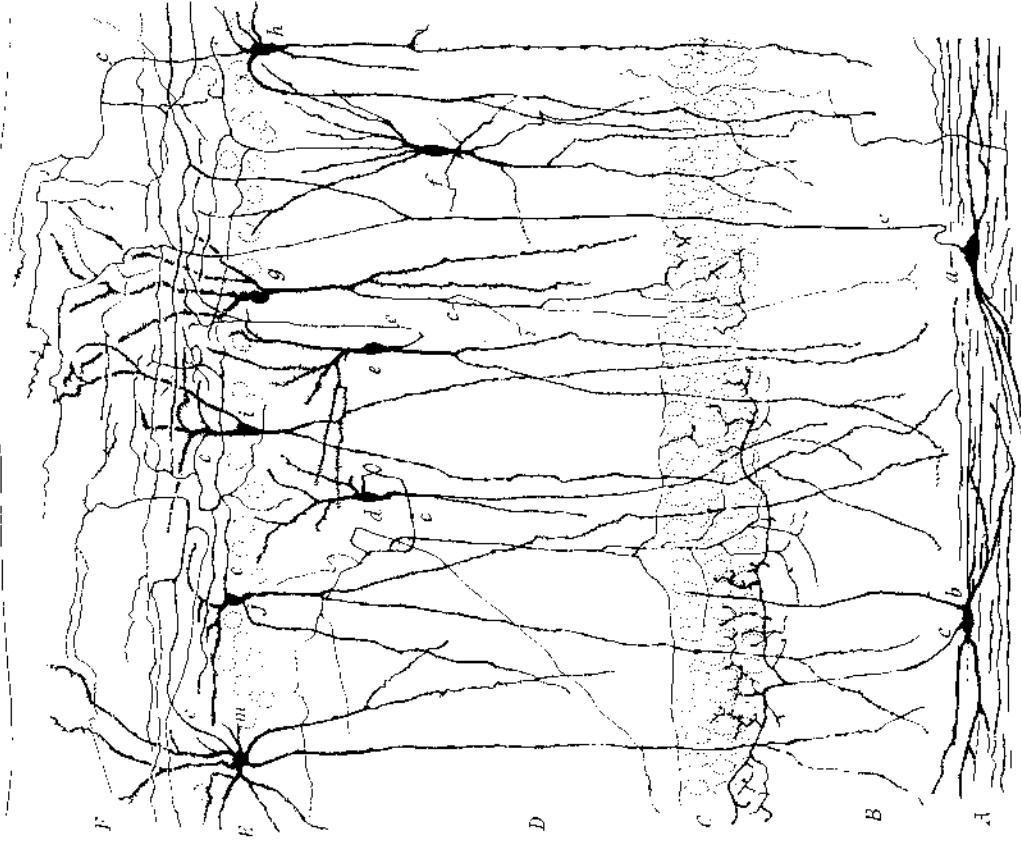




7.



8.

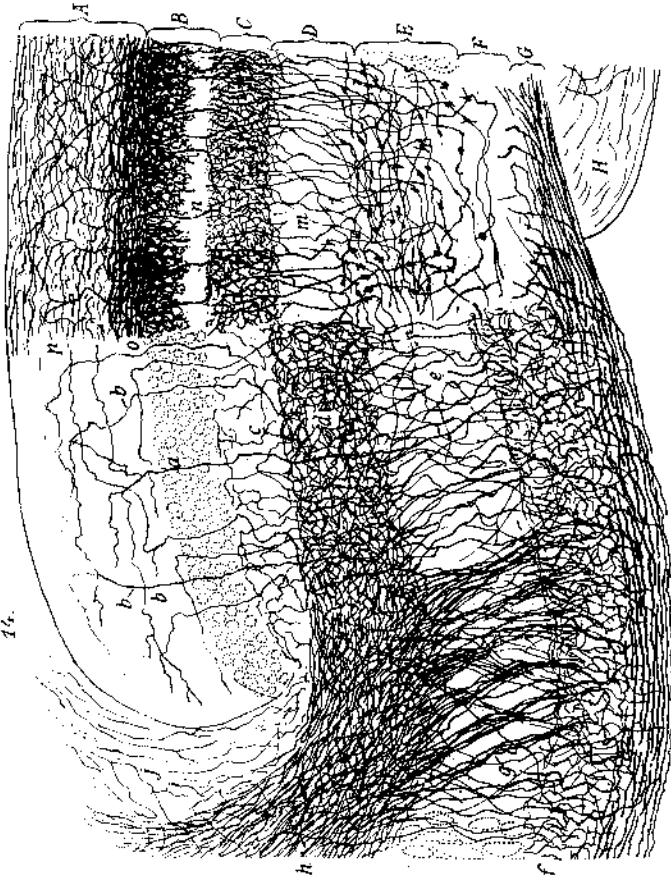


9.

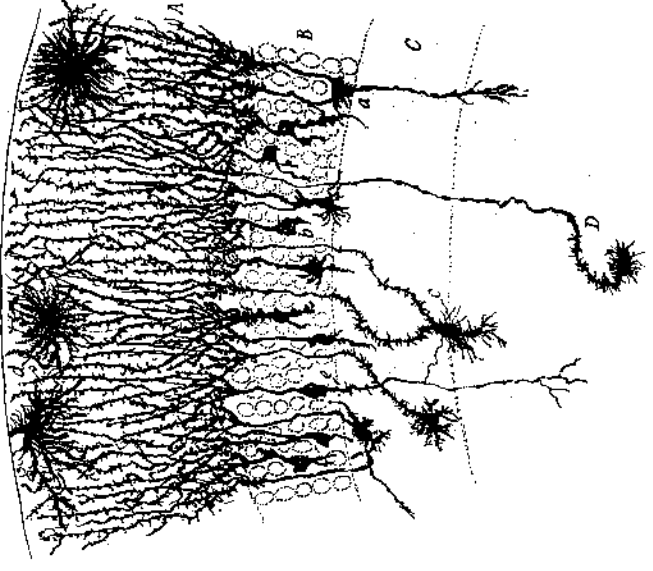




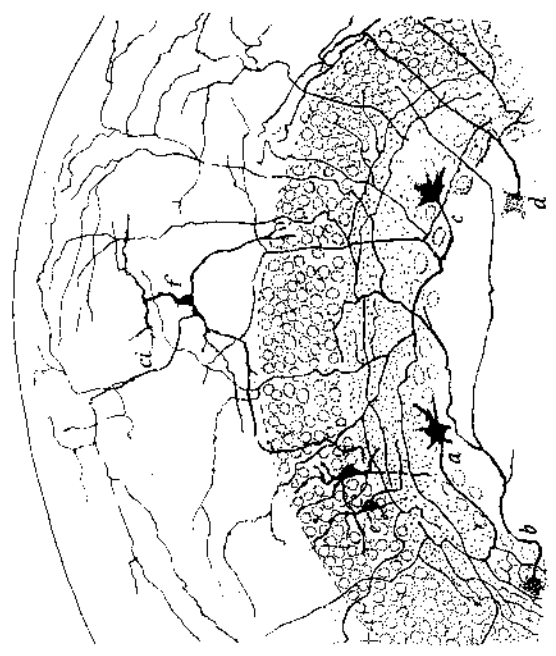
14.

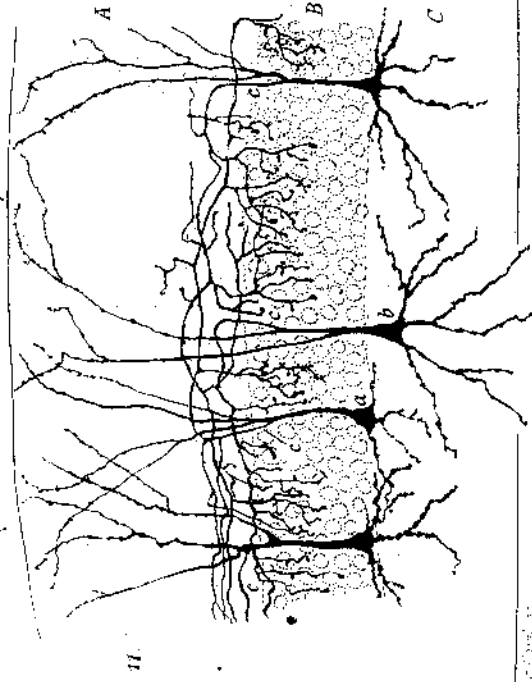
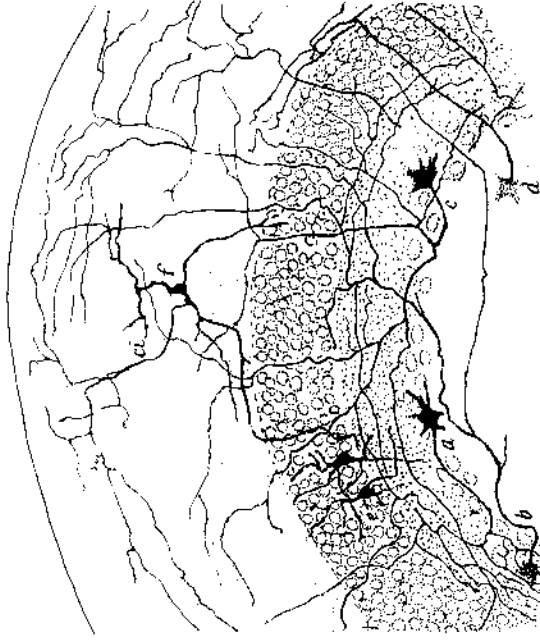
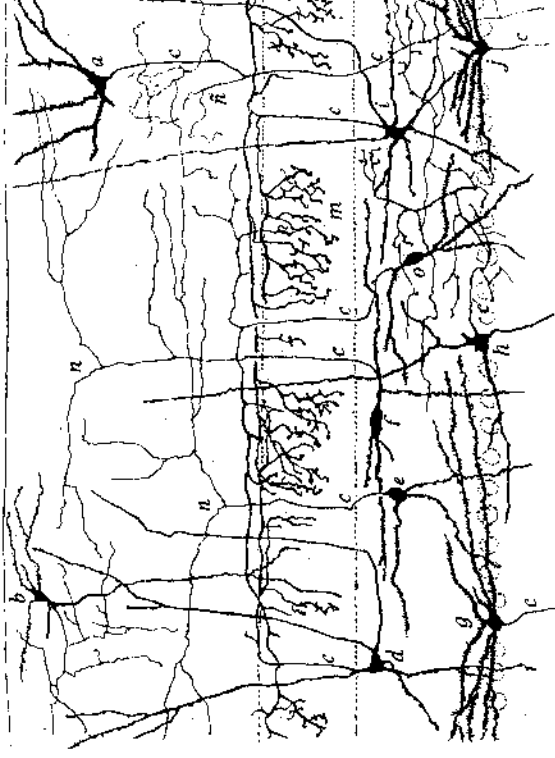
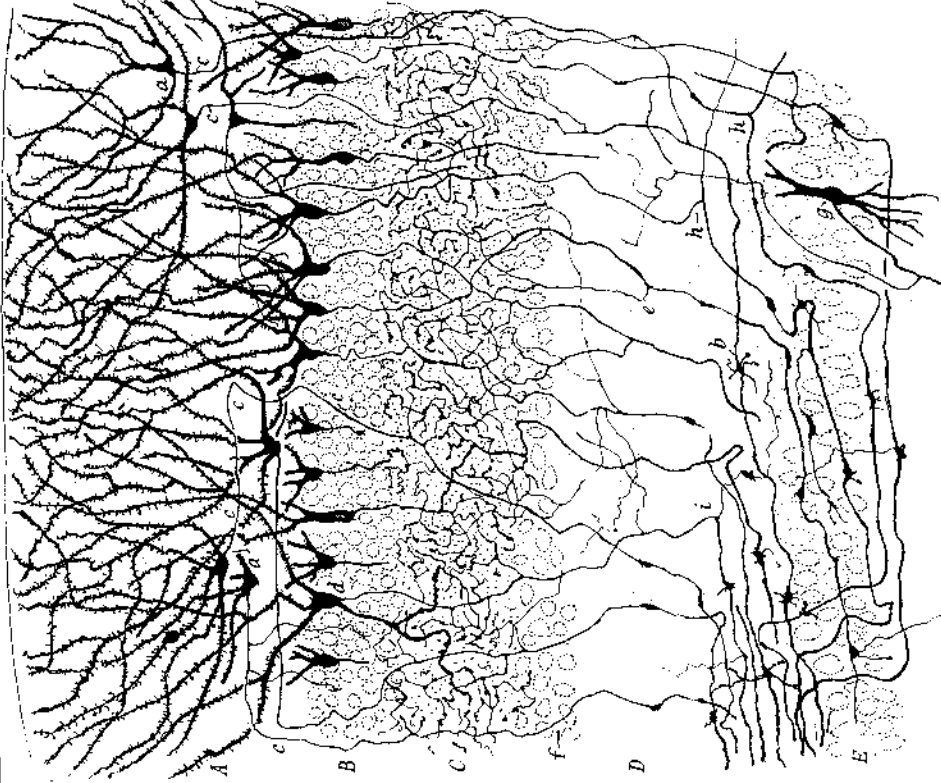


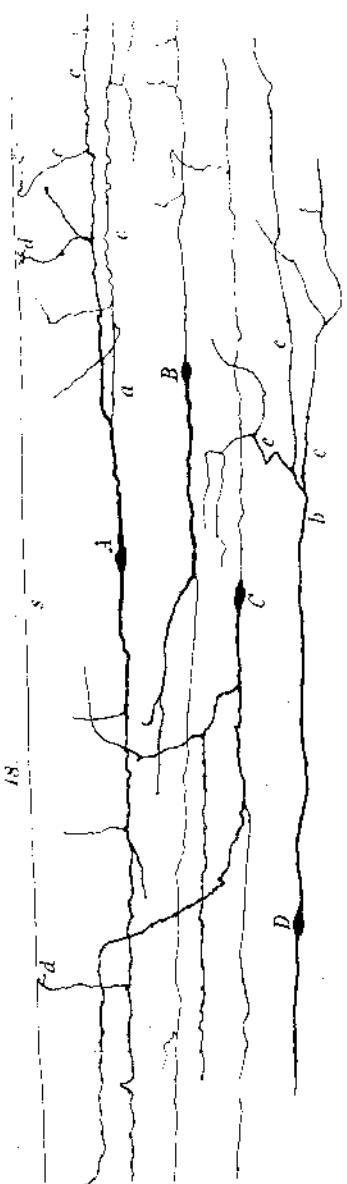
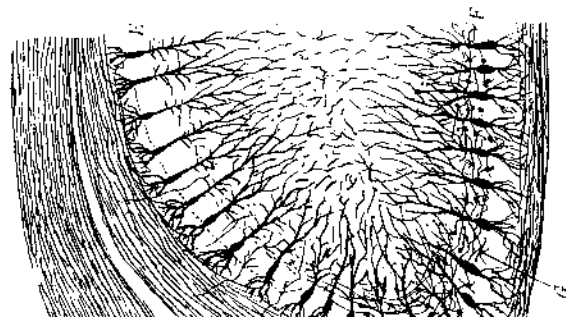
15.



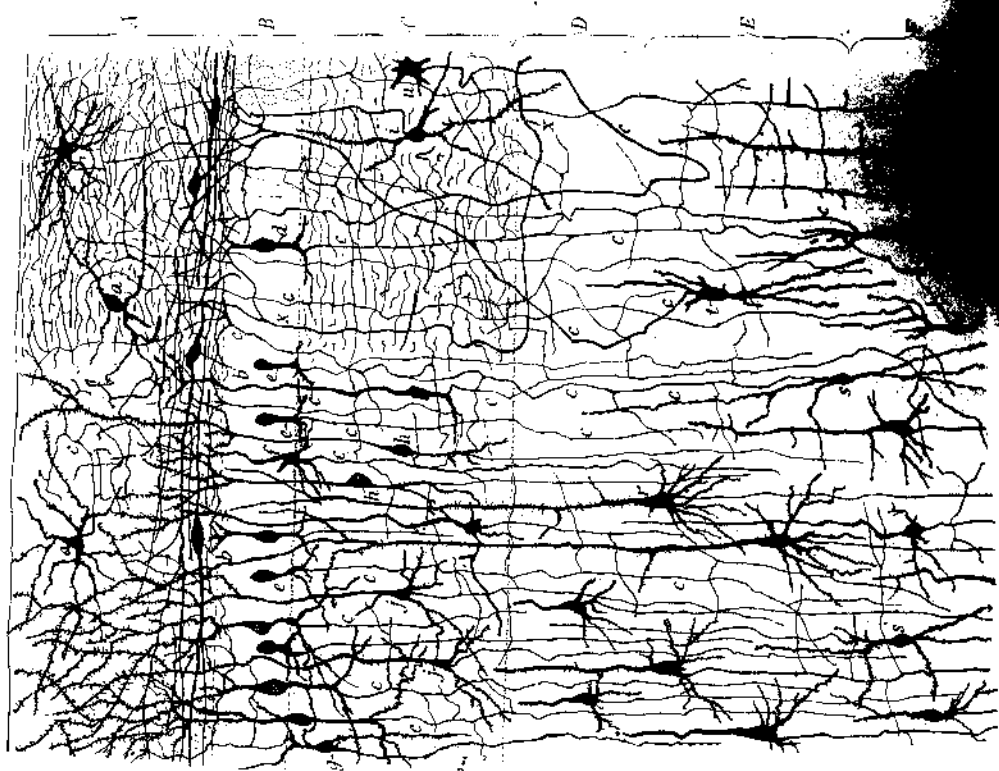
13.



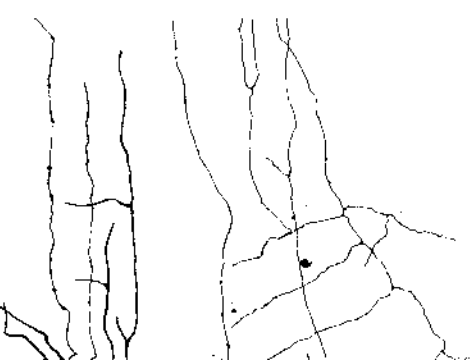


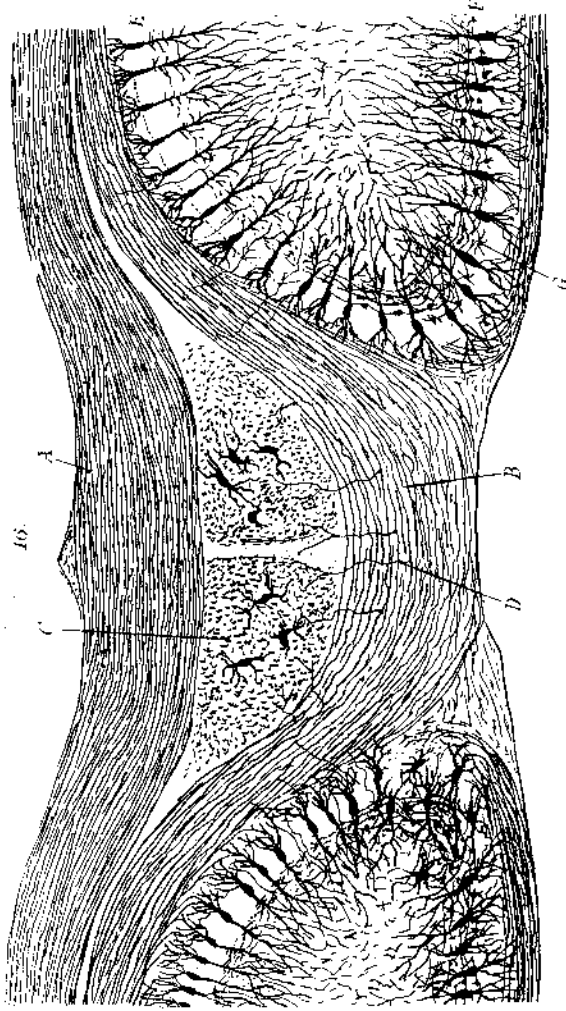


20.

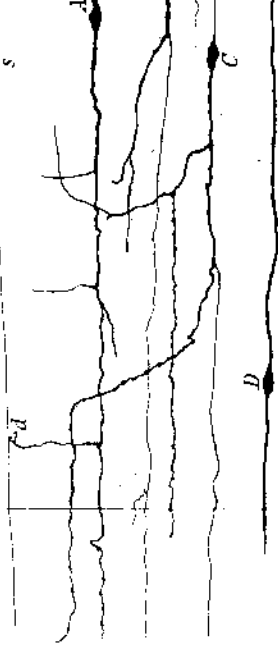


19.

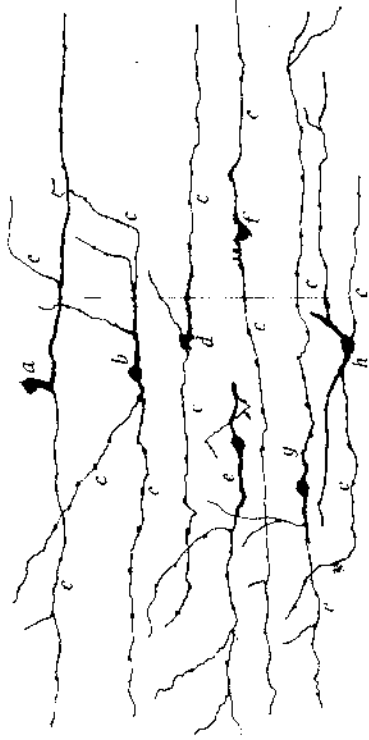




18



19.



17.

